

AMPLIACION DEL HANGAR N.º 2. AEROPUERTO DE MADRID-BARAJAS ESPAÑA*

Antonio Tabera García,
Ingeniero de Caminos**
Alfonso Mauleón López-Ibarro,
Ingeniero Industrial**

545-34

SINOPSIS

La necesidad de realizar trabajos de mantenimiento de los aviones AIRBUS de Iberia obligaron a esta compañía a ampliar el hangar n.º 2, hasta ahora destinado a aviones de tipo medio.

Después del estudio de diversas propuestas: viga biapoyada isostática, pórtico mixto de hormigón armado y viga metálica, etc., y teniendo en cuenta las limitaciones de altura y la de servidumbre del espacio aéreo, que obligaban a una estructura de 6,50 m de canto máximo, se adoptó la solución de una viga metálica de celosía de 125,60 m de longitud (110,60 m entre ejes de apoyos y dos voladizos de 7,5 m anclados al cimiento), 3,00 m de ancho y 6,50 m de canto.

La viga se prefabricó parcialmente en taller y el izado duró siete días.

* Premio SERCOMETAL 1981.

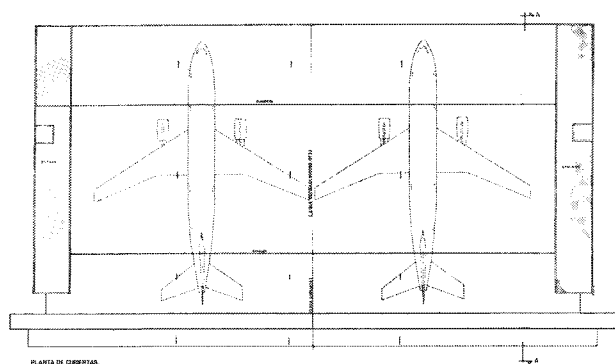
** Del Departamento Técnico de Huarte y Cia., S. A. Empresa Constructora.



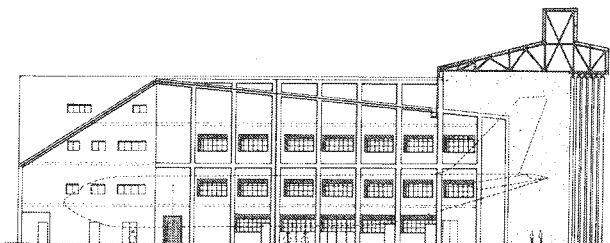
antecedente

Con objeto de realizar el mantenimiento de los nuevos aviones Airbus A300-B4 adquiridos por IBERIA LINEAS AEREAS DE ESPAÑA, esta Compañía convocó un concurso de proyecto y ejecución de una ampliación para el HANGAR N.º 2 situado en la zona industrial n.º 1 del Aeropuerto de MADRID-BARAJAS.

El HANGAR N.º 2 estaba destinado hasta ese momento al mantenimiento de aviones de tipo medio (Boeing 727, Douglas DC-9) con capacidad simul-



planta de cubiertas



sección A-A

tánea para 3 aparatos. La dimensión en planta del hangar era de 100 m de ancho, 53 m de profundidad y una altura libre de 12 m. La estructura principal de la cubierta estaba resuelta mediante 4 vigas-cajón metálicas en celosía que, ancladas en la línea de cerramiento posterior del edificio y apoyadas en estructuras de hormigón ubicadas en el interior del hangar, se proyectaban en ménsulas de 38 m hasta la fachada frontal cerrada por puertas corredizas de 12 m de altura, lo que dejaba una embocadura totalmente diáfana de 100 x 12 m².

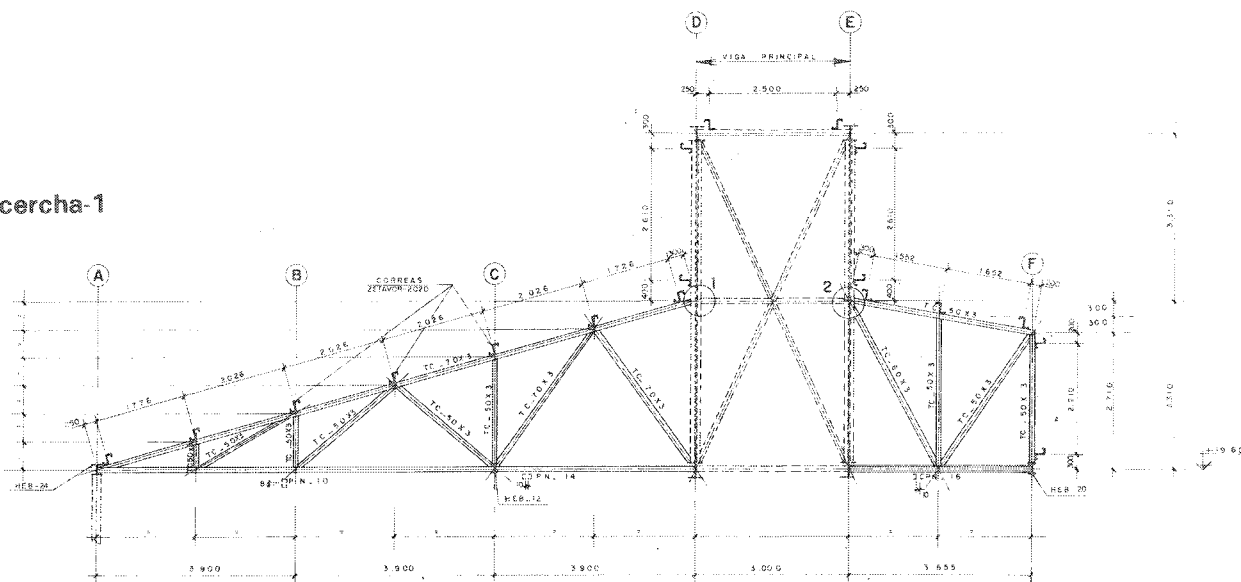
Las dimensiones de los nuevos aviones, que se querían mantener en este hangar, obligaban a una doble ampliación del edificio: por un lado debía aumentarse su dimensión en profundidad en 12 m y, por otro lado, la mayor altura de cola de los aviones exigía una altura libre de 19,50 m en una franja en planta de 100 x 19 m², adyacente a la línea de puertas. Esta segunda ampliación exigía el desmontaje de una franja de 100 x 7 m² en planta de la cubierta existente, así como de las puertas.

Era condición impuesta para cualquier solución el respetar la diafanidad de la embocadura que, una vez ampliado el edificio, debía ser de 100 m de ancho y de 19,50 m de altura.

Esta embocadura inicial tuvo que ser ampliada posteriormente a 110 m libres, ya que la posición de los apoyos interfería en los alojamientos de los andamios móviles que se iban a utilizar en el mantenimiento de los aviones.

Otra condición previa a adoptar, que afectaba a la solución estructural, era la existencia de una limitación en la altura máxima del edificio, impuesta por la Subsecretaría de Aviación Civil y motivada por razones de servidumbre del espacio aéreo, y que señalaba como cota máxima en altura

cercha-1



la + 26,00 respecto al nivel de la pista, lo que limitaba a 6,50 el canto máximo posible para la estructura.

estudio de alternativas

A la vista de los condicionantes impuestos, se iniciaron los estudios de las posibles alternativas estructurales para cubrir el vano de 110 m con un elemento de 6,50 m de canto máximo.

Desde un principio quedaron eliminadas todas aquellas soluciones que no fueran de estructura metálica, igualmente de entre éstas últimas tan sólo se consideraron las de tipo celosía.

Un problema que se manifestó como determinante desde los primeros tanteos fue el de las deformaciones verticales de la estructura bajo las diversas combinaciones de cargas (nieve, viento, etc.), dadas las estrictas tolerancias que imponían las puertas del hangar.

La solución estructural más elemental, una viga biapoyada isostática, hacía incompatibles las limitaciones de deformación con unos razonables criterios económicos de aprovechamiento del material empleado. Era, pues, necesario encontrar un diseño que minimizara las citadas deformaciones de la viga, y para ello se analizaron diversas formas de coaccionar los giros de la viga en sus apoyos.

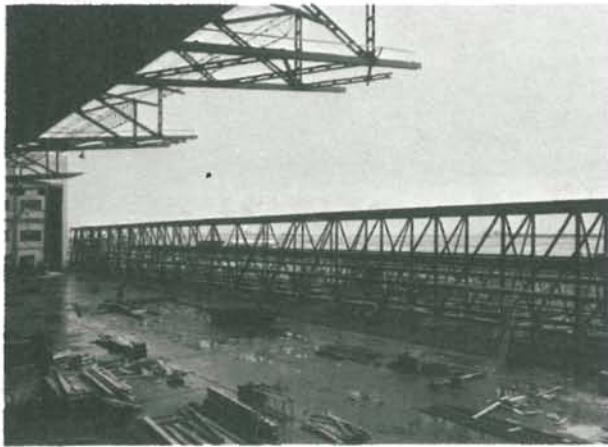
Dado que para los apoyos de la viga principal se pensó en disponer una serie de pantallas de hormigón armado, cabía la posibilidad de formar un pórtico mixto con uniones rígidas entre hormigón armado y viga metálica, pero la magnitud de los esfuerzos desarrollados en la unión aconsejó buscar otra solución más favorable.

Después de varias tentativas la solución evolucionó hacia una compensación del vano de 110 m con dos pequeños voladizos de 7,50 m que podrían pretensarse directamente al cimiento.



proceso de montaje



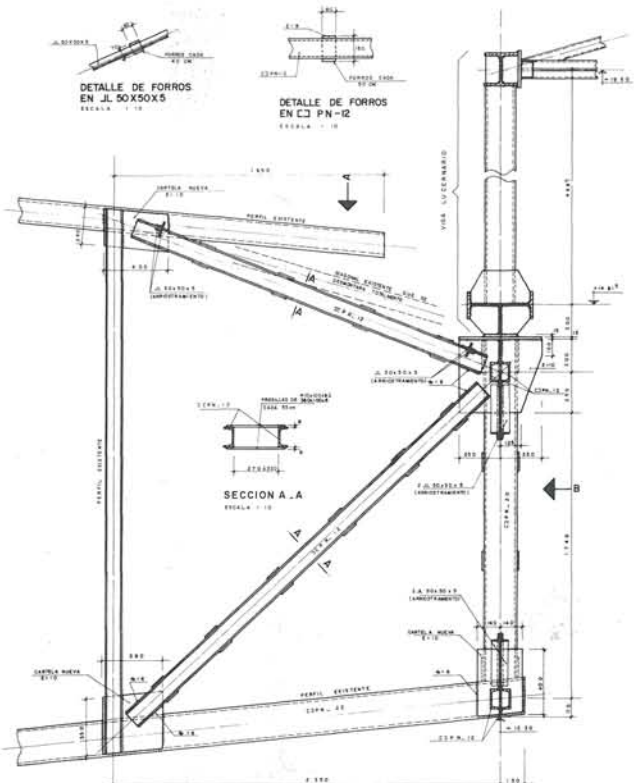


descripción de la solución adoptada

El elemento fundamental de la estructura a efecto de cargas verticales es una viga metálica de celosía con sección en cajón de 6,50 m de canto, 3,00 m de ancho y 125,60 m de longitud total. Esta viga tiene un vano central de 110,60 m de luz entre ejes de apoyos y dos voladizos de 7,50 m que tienen su extremo anclado al cimiento mediante cables de pretensado que, una vez situada aquélla en su posición, fueron puestos en carga. Los apoyos de la viga sobre las pantallas de hormigón están materializados en aparatos de apoyo fijos o deslizantes, según las respectivas direcciones, para permitir el funcionamiento de la estructura.

Como perfiles básicos para la conformación de la celosía se eligieron perfiles HEB para las barras principales y tubos cuadrados de perfil en frío para las diagonales y barras secundarias de arriostamiento.

El resto de la cubierta responde a un concepto tradicional, a base de cerchas que apoyan en la viga principal y en la estructura antigua; este último apoyo se realiza a través de una viga lucernario de 5,00 m de canto. El nivel inferior de toda la cubierta coincide en un plano único que se encuentra convenientemente triangulado con el fin de funcionar como viga horizontal apoyada en las



detalle de unión de estructura nueva y existente

pantallas de hormigón y resistir los esfuerzos horizontales de viento transmitidos por la proyección de la estructura y, principalmente, por las puertas del hangar.

La viga principal de la estructura se apoya en un conjunto de pantallas de hormigón armado de 60 cm de espesor. Su geometría, en parte cerrada, garantiza no sólo la transmisión de las cargas verticales sino los componentes horizontales debidos al viento y a los rozamientos de los apoyos.

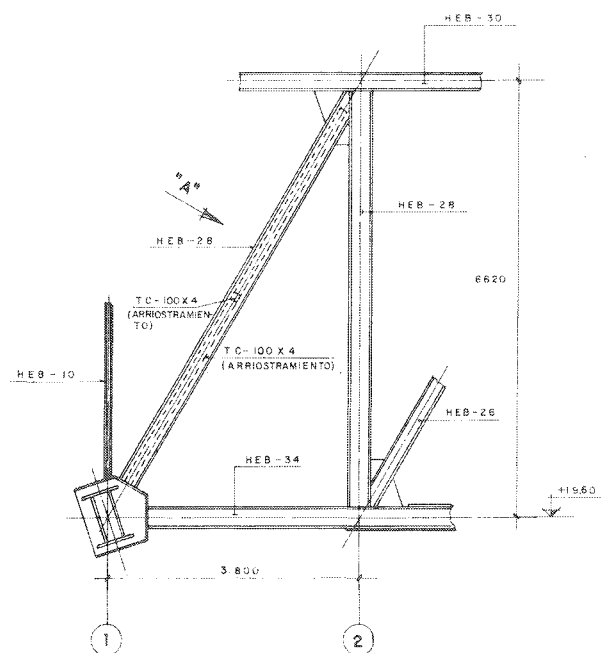
Este conjunto de pantallas descansa a su vez en el terreno a través de una zapata superficial, cuyas dimensiones medias son de 11,00 x 9,00 m², un espesor de 2 m y su fondo está situado a la cota -3,00 respecto al nivel de solera del hangar.

El atirantado de los voladizos se realiza mediante 2 cables en cada extremo de 18 Ø 7, con un tesado inicial de 215 t. El extremo inferior lleva un anclaje ciego embebido en la cimentación, mientras que el anclaje superior es activo.

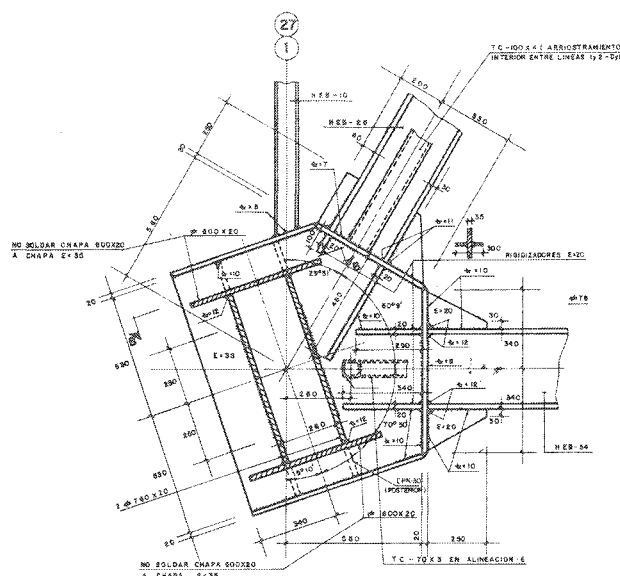
proceso constructivo

Las dimensiones de los elementos metálicos aconsejaron su fabricación parcial en taller y su ensamblaje en obra.

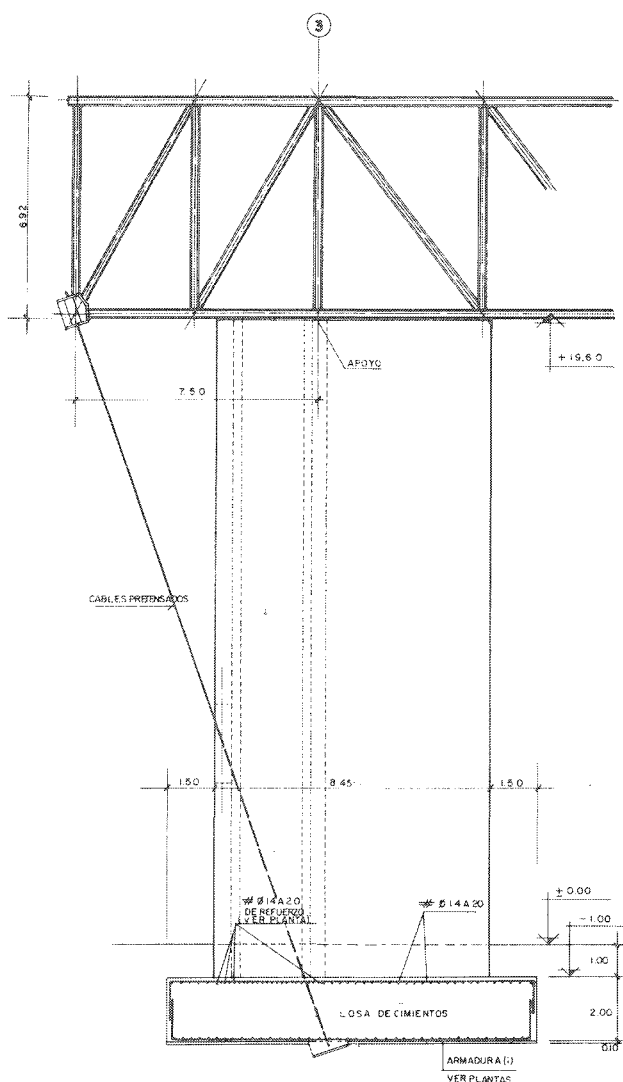
El ensamblaje en obra se realizó sobre el suelo, justamente en la vertical de su posición definitiva. Este proceso facilitó notablemente la ejecución, así como todas las operaciones de control que simultáneamente se fueron realizando.



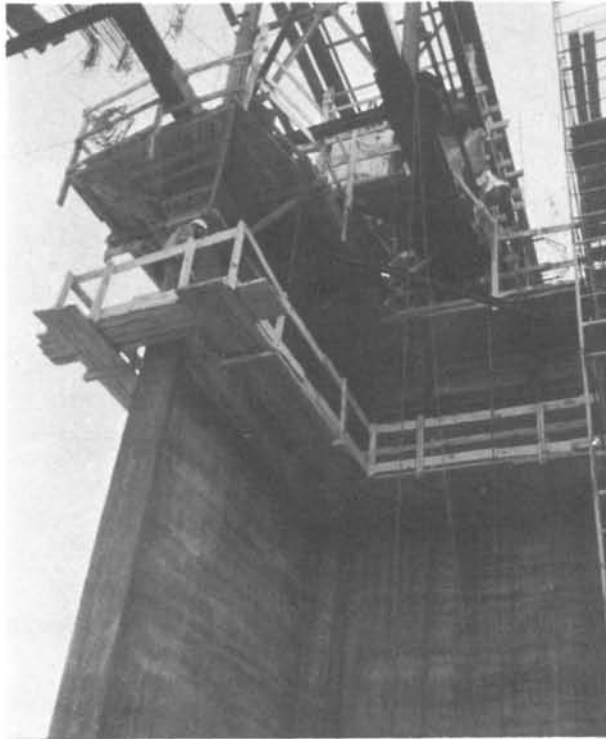
arriostramiento interior entre líneas
1 y 2 - D y E



alzado



alzado A
(pantalla)



Durante el tiempo que duró el ensamblaje de la viga se fueron desmontando las puertas y estructura sobrante del hangar antiguo, así como también se construyeron la cimentación y arranque de las pantallas de hormigón.

La operación de izado de la viga se asoció a la construcción de las pantallas de hormigón, mediante un sistema de encofrado deslizante, que al mismo tiempo y de una manera continua lograba el crecimiento de las pantallas y la elevación de la viga, que descansaba provisionalmente sobre las plataformas de trabajo del encofrado. La operación de deslizar las pantallas se realizó de forma ininterrumpida durante 7 días, al final de los cuales quedó la viga situada en su cota definitiva.

Con posterioridad al deslizamiento se montaron los aparatos de apoyo de la viga y se completó el resto de la estructura de cubierta. Una vez que la viga principal alcanzó la totalidad de sus cargas permanentes, se procedió al montaje y tesado por fases de los cables de pretensado.

