E. TORROJA

hangares

barajas
torrejón

emplazamiento: Madrid
años: 1942 - 1945
constructor: Omes

545- 27

El planteamiento funcional pedía cubrir una superficie rectangular de $182,88 \times 47,24$ metros, dejando libre una fachada longitudinal para las puertas correderas, y no estableciendo en el interior más que un soporte situado a 10 metros, como máximo, de la línea de puertas. Las solicitaciones de la cubierta eran solamente las del peso propio, la nieve (65 kg/m^2) y la acción del viento.

Barajas

planta y alzado

Para disminuir esta acción del viento sobre la superficie de los muros laterales conviene llevar la cubierta, en todo el contorno, a la altura mínima exigida de 9,14 metros sobre el suelo. Al mismo tiempo, conviene reducir las pendientes de cubierta al mínimo necesario para evitar la entrada del agua por las juntas de las placas de fibrocemento.

Con estas bases era conveniente establecer una jácena maestra a 10,06 metros de la línea de puertas y apoyar sobre ellas las cerchas transversales, con lo que se obtiene una superficie de cubierta poliédrica.

La altura de la jácena viene así impuesta por la pendiente mínima de 13° del faldón posterior.

La jácena forma una viga continua de dos luces, de 90,5 metros cada una, apoyada sobre tres soportes: uno central y dos alojados en las fachadas laterales. Las cerchas transversales apoyan en el muro de fondo por un lado y en la jácena por otro; y vuelan hasta alcanzar el plano de puertas.

La altura resultante para la jácena es de 9,5 metros. Las cerchas no convienen económicamente de tanta altura, porque lo que se economizaría en la sección de sus cabezas no compensaría el aumento de sección necesario en las diagonales por efecto de su mayor peligro de pandeo. Por esto, son solamente de 4,27 metros de canto, con objeto de enlazar con los nudos intermedios de la triangulación en K de la jácena.

Las barras, que unen estas cerchas a la cabeza inferior de la jácena, son solamente elementos secundarios de arriostramiento de esta cabeza contra el pandeo que tiende a producirse por la compresión en la zona de momentos negativos cerca del soporte central.

Las cerchas son de doble celosía; es decir, con diagonales que se cruzan en la línea media entre cabezas. Esta solución se adoptó justamente para cortar la longitud de pandeo de estas diagonales, en una dirección. En la dirección perpendicular al plano de la cercha, bastaba el arriostramiento o la rigidez proporcionada por las llaves de unión entre los dos perfiles que forman cada diagonal.

sección transversal

organización de apoyos

Para la jácena maestra se adoptó la triangulación en K, no sólo porque este tipo permite reducir bastante los esfuerzos secundarios, sino porque, de este modo, con 9,50 m de canto, se lograban unas buenas proporciones de la triangulación, estableciendo los montantes verticales a 50 metros. Así, a cada montante corresponde una cercha, y éstas quedan a buena separación para que las correas sean lo más ligeras posible con la sobrecarga de cubierta que han de soportar.

La estabilidad al viento requiere, o bien una viga horizontal de contraviento que traslade los empujes a los muros laterales, o bien, como se hizo en este caso, transmitir los empujes por las cerchas al muro de fondo. Para contrarrestar económicamente estos empujes, se dispusieron, en este muro, tornapuntas de hormigón armado por fuera del mismo.

Cada extremo de cercha transmite los empujes al muro por medio de rodillos acanalados, los cuales permiten, al mismo tiempo, la dilatación longitudinal de toda la estructura metálica. Así, pues, la estructura total de cubierta se sujeta en el punto medio del muro de fondo, con libre dilatación longitudinal a uno y otro lado de ese muro.

Barajas

Los tres soportes, en que se apoya la jácena maestra, han de permitir la libre dilatación radial a partir del punto fijo. Para ello, los soportes metálicos van empotrados en el piso y articulados en su cabeza. Su gran flexibilidad permite las dilataciones térmicas de la estructura sin producir flexiones excesivas en los soportes.

El empuje del viento en dirección longitudinal es pequeño; pero tiende a hacer girar el conjunto alrededor del punto fijo, situado, como se ha dicho, en el centro del muro de fondo. Esta tendencia queda fácilmente coartada por la serie de rodillos acanallados sobre el muro de fondo y por una ligera triangulación de arriostramiento en el plano de las cabezas inferiores de las cerchas, la cual, al mismo tiempo, arriostra estas cabezas.

sección transversal

Una particularidad interesante es el sistema de construcción, el cual permitió construir toda la estructura metálica en el suelo y elevarla después, mediante gatos, hasta su posición definitiva. Con esto se evitó todo andamiaje y el trabajo de los obreros en las alturas.

Como toda la estructura es soldada—por razones de economía—, era necesario proyectarla de modo que las soldaduras pudieran hacerse en buenas condiciones; es decir, pudiendo extender los cordones de soldadura, en posición horizontal o con poca inclinación, sin necesidad de los grandes tambores que suelen usarse para el volteo de las piezas, con objeto de presentar siempre los frentes de soldadura en buenas condiciones de trabajo.

Con este fin se proyectó la jácena en dos medias jácenas gemelas, unidas por llaves. Cada media jácena se montó tumbada en el suelo, soldando todos sus elementos en esa posición. Después se voltearon 90°, girando alrededor de la cabeza inferior hasta enfrentar ambas mitades. En esa nueva posición se hicieron los cordones de soldadura complementarios y se soldaron las llaves.

interiores

Las cerchas y voladizos se soldaron en taller, se enfrentaron con los montantes de la jácena y se soldaron a ella. Con ello y con la colocación de los arriostramientos y de las correas, quedó la estructura dispuesta para su elevación.

Esta última operación se efectuó mediante tres gatos hidráulicos bajo los puntos de apoyo de la jácena, y mediante pequeños gatos de tuerca colgados de ménsulas en el muro de fondo. Después, se procedió a la colocación de los soportes definitivos y a retirar los gatos.

Para soportar las posibles succiones o empujes del viento hacia arriba, los soportes llevan los oportunos anillos o eslabones de anclaje y ligeras bielas de anclaje en el muro de fondo abrazando los rodillos de dilatación horizontal.

* * *

El hangar de Torrejón tiene análogas dimensiones y disposición. La única diferencia es su mayor altura libre y la adición de una viga horizontal de contraviento para transmitir los empujes horizontales a dos gruesos contrafuertes de hormigón armado, con objeto de evitar cargas horizontales en la fachada de fondo que sobresale por encima de los cuerpos de edificación contiguos.