



Interior del Palau Sant Jordi.

## PROYECTO N.º 14

# CUPULA DEL PALAU SANT JORDI DE BARCELONA (ESPAÑA)

### 1. Introducción

El Palau d'Esports Sant Jordi es un recinto deportivo cubierto y polivalente, situado en la montaña de Montjuïc y forma parte del Anillo Olímpico de Barcelona 92.

La cúpula, bajo diseño original del arquitecto japonés Arata Isozaki ha sido construida y desarrollada por técnicos y empresas españolas y ha sido uno de los alardes tecnológicos más sobresalientes entre las operaciones motivadas por los Juegos Olímpicos del 92.

El conjunto, tiene una superficie de 13.462 m<sup>2</sup> y presenta un único eje de simetría longitudinal. Sus dimensiones principales son de 105,60 x 127,87 m. en planta, quedando la altura de coronación a 45 m. sobre la pista.

La estructura principal está constituida por una malla espacial de doble capa y base cuadrangular distorsionada, que le permite adaptarse a las formas de la cubierta. El tamaño medio de barra es de unos 3,60 m. y el espesor de la malla de 2,50 m. Los nudos son esféricos y las barras están atornilladas axialmente a los nudos mediante el sistema estructural ORTZ.

La especial forma de esta estructura motiva una clara canalización de los esfuerzos en zonas muy específicas, dos parejas de anillos, uno situado en la arista de transición que contornea la cúpula central, y otro en la periferia. Los anillos se han materializado mediante tubo curvado, continuado, extrusionado y soldado en obra, siendo sus diámetros de 406 y 508 mm.

La malla completa tiene 2.343 nudos y 9.070 barras. La complejidad de la forma impone además una enorme diversificación geométrica tanto en la longitud de las barras como en los ángulos de concurrencia de los orificios de las esferas. En consecuencia se producen más de 1.500 tipos diferentes de esferas y aproximadamente 3.200 tipos diferentes de barras.

### 2. Fabricación y montaje

A partir del proyecto básico se ha desarrollado la ingeniería de detalle de la malla espacial y su adaptación a perfiles europeos mediante diseño por ordenador. De esta forma se ha minimizado la probabilidad de error al evitar la intervención del operario.

El montaje se ha realizado in situ con el auxilio de potentes sistemas de elevación y en dos fases diferenciadas.

Montaje en pista de la cúpula central, sobre apeos provisionales.

Montaje de los 16 tramos periféricos de 400 m<sup>2</sup> de superficie y hasta 40 Tm. de peso en las proximidades de la obra dentro de un radio de 67 m. y ejecución de las operaciones auxiliares hasta su enlace a la cúpula y a los pórticos soporte.

### Elevación

Partiendo del proyecto básico del «sistema Pantadome» se desarrolló la ingeniería de detalle del proceso de elevación y el estudio tensional y de deformaciones de la estructura en las distintas fases del mismo.

El esquema de funcionamiento de la izada fue el siguiente: La cúpula central se elevó gradualmente por medio de las torres-soporte que, movidas por gatos hidráulicos, se fueron recreciendo por debajo a medida que se producía la elevación. El ascenso de la cúpula central arrastra a la zona perimetral, formada por gajos de estructura articulados con aquella y con los pórticos perimetrales, formando un sistema de doble biela de forma que no impone ninguna coacción a la elevación.

Vista exterior del Palau Sant Jordi con el estadio de Montjuïc al fondo



<b>Proyecto:</b>	<b>Cúpula del Palau Sant Jordi</b>
<b>Ubicación:</b>	Barcelona (España)
<b>Promotor:</b>	Ayuntamiento de Barcelona
<b>Director del Proyecto:</b>	Azata Isozaki, Namoru Kawaguchi Julio Martínez e Intecsa y Servicios Técnicos de Dragados y Construcciones
<b>Constructor:</b>	Dragados y Construcciones, Ozona y Texsa
<b>Características:</b>	Luces de la cubierta: 105,6 x 127,9 Altura sobre la pista: 45,5 metros Peso total a elevar: 1.300 Tm. Diámetro máximo de las barras: 508 m/m Superficie cubierta: 17.851 m <sup>2</sup>
<b>Unidades:</b>	Número de barras: 9.070 Número de nudos: 2.343 Número de tornillos: 18.380

El peso total a elevar de la estructura con todos los elementos auxiliares y de cubierta fue de 1.300 Ton.

Al alcanzarse la altura prevista, se procedió al cierre de la parte exterior de la malla, y a continuación se realizó el desapeo mediante gatos hidráulicos de forma gradual y rotativa.

Toda la operación se comandó desde un panel central desde el que operan todas las torres conjunta o independientemente.

La elevación se ha realizado en las siguientes fases:

**1.ª Fase inicial:** La estructura se monta en el suelo y mediante grúas se sitúa en esta posición. Esta posición es autoestable y se encuentra apoyada en los apeos provisionales y pórticos-soporte. En este momento se colocan en posición las torres de elevación.

**2.ª Fase intermedia:** A partir de los 3 m. de elevación, la estructura espacial arrastra la estructura suspendida, subiendo con ella hasta el final.

**3.ª Fase final:** Una vez izada la estructura a 45,75 m. el proceso de izada ha llegado a su término. Los pórticos soporte se encuentran en su posición final.

**4.ª Desapeo de la estructura:** Finalizada la izada se procede a unir todos los elementos articulados que han hecho posible la misma. Se retiran las torres y el proceso ha terminado.

Toda la operación de elevación ha sido rigurosamente controlada interna y externamente.

El control interno, se refiere a mediciones de presión y niveles de elevación, mediante manómetros y sensores electrónicos de nivel respectivamente, garantizando de forma permanente la uniformidad en la cota de elevación.

El control externo de la izada ha tenido cuatro facetas de control:

- de reacciones,
- tensional de barras,
- geométrico y
- ambiental (temperatura y viento).

Los datos obtenidos en estos controles se introdujeron en el «modelo» de la estructura, previamente definido, mediante un ordenador, estableciéndose la comparación continua entre datos teóricos esperados y reales medidos. ■