

## ESTADIO NANTONG, CHINA

# TECNOLOGÍA SOBRE RUEDAS

MARCELO CASARES  
EN BASE A INFORMACIÓN DE ENERPAC  
EDITOR REVISTA BIT

Un techo móvil de acero de 2.200 toneladas y 120 metros de largo representa el elemento técnico más destacado del nuevo estadio de Nantong, en China. Un avanzado sistema hidráulico permite el desplazamiento de la imponente estructura de cubierta.

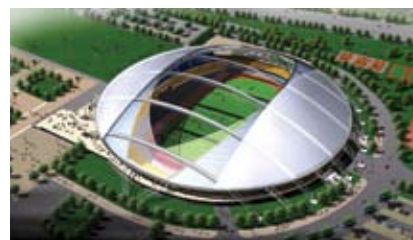


La hidráulica proporciona seguridad y una apertura y cierre controlado del techo del estadio de Nantong. En la foto, éste se encuentra en posición abierta durante la fase de prueba.

**L**A MÁS FERROZ TORMENTA no logrará la suspensión de las actividades programadas en el nuevo estadio de Nantong en la provincia china de Jiangsu. Es el sueño cumplido de ver a nuestro equipo favorito aunque un diluvio se derrame sobre la ciudad. No hay magia, ni milagros, se trata de tecnología al servicio del montaje. La innovación ingresa por el túnel y ante la ovación de los profesionales de la industria, logra algo que parecía poco probable: El desarrollo de un techo móvil metálico de 2.200 toneladas y un total de 120 m de largo. Antes del pitazo inicial ya surgen múltiples interrogantes,

## FICHA TÉCNICA

<b>Proyecto:</b>	Estadio Nantong, China
<b>Capacidad:</b>	30.000 espectadores
<b>Inversión:</b>	107 millones de euros
<b>Cubiertas móviles:</b>	2
<b>Peso total:</b>	2.200 toneladas
<b>Longitud total:</b>	120 metros
<b>Tiempo de apertura:</b>	20 minutos
<b>Cables de acero para desplazamiento:</b>	16
<b>Espesor cables:</b>	64 mm
<b>Carretillas:</b>	44





El techo móvil se abre y cierra hidráulicamente. Aquí se muestra en posición cerrada durante la fase de prueba. La apertura dura de 20 a 30 minutos.

pero una pregunta alcanza un indiscutido protagonismo: ¿Cómo se mueve esta mole de acero? La explicación se encuentra en su sistema hidráulico.

Siempre hay una primera vez, y esta premisa también se aplica a la tecnología. Según los desarrolladores del sistema que permite desplazar el techo del estadio de Nantong, esta experiencia es inédita en la historia del montaje. Anteriormente nunca el accionamiento y la estabilización de los elementos móviles de un techo se realizaron hidráulicamente. Otro dato no menor, es el primer recinto deportivo de estas dimensiones techado de China.

El proyecto no es sólo la cubierta. El emprendimiento incluye un campo de fútbol, una pista de atletismo de 400 metros y nu-

merosas instalaciones. El estadio con capacidad para 30.000 espectadores, forma parte de un complejo que comprende recintos adicionales como un centro de exposiciones. Un tremendo proyecto que representa el más grande y multifuncional en la historia de Jiangsu, siendo comparable por algunos especialistas con el estadio Olímpico en Beijing. La magnificencia de la obra no se paga con caja chica, porque demanda alrededor de 107 millones de euros. Casi nada.

### Cúpulas semiesféricas

Las características generales quedan atrás, para concentrar la atención en el techo. Hay que decir que la estructura resulta impresionante. La parte móvil se compone de

dos cúpulas semiesféricas de acero y vidrio que se desplazan sobre una cubierta esférica semiabierta, que también presenta un entramado de acero.

Atención con los datos, porque cada cúpula pesa más de 1.100 toneladas, y al abrir y cerrarse cada una cubre una distancia de aproximadamente 60 metros. Con el objetivo de desplazar esta monumental estructura de acero suavemente y sin fuerzas torsionales excesivas, se desarrolló un sistema hidráulico de accionamiento con un modelo electrónico avanzado de control y mando. Una experiencia pionera, que hasta el momento se podría definir como un gol de media cancha.

### Tornos hidráulicos

Todo bien, pero cómo se mueve el gigante. Tranquilidad, los espectadores no tienen que hacer fuerza, ni tampoco esperar mucho porque el proceso de apertura demora sólo 20 minutos. El desplazamiento de las cúpulas móviles se efectúa con 16 cables de acero de un espesor de 64 mm a través de ocho tornos pesados (cuatro por cúpula), cada uno con una fuerza de tracción de 136 toneladas. Para cerrar el techo del estadio se

# STRETTO

DISEÑOS QUE FUNCIONAN

## 100% A SU SERVICIO



A TRAVES DE  
NUESTROS  
SERVICIOS NOS  
COMPROMETEMOS  
CON EL EXITO DE SU  
PROYECTO

### SERVICIOS

CERTIFICACION EN OBRA	APOYO COMERCIAL Y DE MARKETING	SERVICIO TECNICO SIN COSTO
SERVICIO DE ESPECIFICACION	SERVICIO DE DESPECHO	CAPACITACIONES A CLIENTES Y USUARIOS

GARANTIA  
TOTAL  
**15**  
ANOS  
EN GRIFERIA

VISITENOS  
**INFRAESTRUCTURA**  
2 0 0 7  
STAND: 137-2

Stretto: El Rosal 4967, Huechuraba, Santiago de Chile.  
Fono: (56 2) 731 7600 / Fax: (56 2) 740 0034 [www.stretto.cl](http://www.stretto.cl)

levantan las cúpulas con los cables sincronizadamente y a través de un tambor ubicado en extremo de la cubierta fija al estadio.

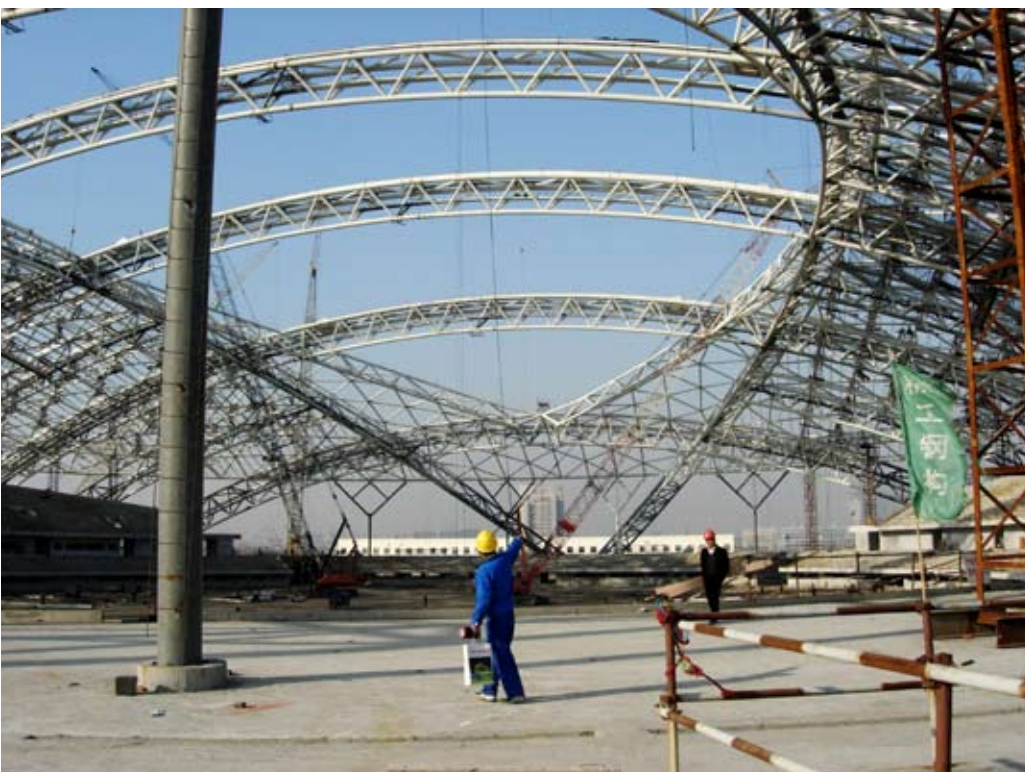
La abertura es sencilla porque se efectúa simplemente por medio de la gravedad. En este caso las cúpulas descienden gradualmente sobre la cubierta a su posición original, mientras los cables retienen el peso de la cúpula para un desplazamiento suave y sin sobresaltos.

El tambor de cada torno se acciona a través de una combinación de seis hidromotores y cajas reductoras planetarias de bajas revoluciones y alto par (\*). Como nadie quiere autogoles, los dispositivos garantizan la fiabilidad del sistema y por consiguiente la seguridad. Incluso si dos de las combinaciones de motores fallaran simultáneamente, el modelo puede seguir operando normalmente.

### Sobre rieles

Las cúpulas se soportan en 44 carretillas en total, 22 en cada una. Estas carretillas corren sobre rieles que forman parte de la estructura de la cubierta fija y funcionan como las ruedas de las cúpulas. A través de estos elementos, el techo completo forma un denominado 'mecanismo tridimensional superestático'.

Como solución para el accionamiento multipunto complejo de las cúpulas móviles, se definió que cada carretilla tenga su propia unidad hidráulica. Ésta consiste en una bomba y cilindros de corrección con los que, durante la abertura y el cierre, se pue-



La estructura del techo, sobre la cual se desplazan ambas cúpulas por medio de 44 carretillas y 8 tornos hidráulicos.



Las 44 carretillas corren sobre rieles y soportan el techo móvil del estadio de Nantong.

de modificar cada punto de soporte de las cúpulas móviles en tres sentidos. Los sensores de presión y desplazamiento controlan continuamente un posible bloqueo de las carretillas, causado bien por un error de instalación del arco principal o por un movimiento divergente durante la apertura o cierre. Con los datos de los sensores se controla la presión hidráulica y la carrera de los cilindros de corrección, y se puede adaptar la fuerza de tracción del cable de acero.

### Corrección vertical y horizontal

La seguridad del sistema no es un juego. Por ello, con el cilindro de corrección vertical en la carretilla se puede compensar una posible diferencia en altura entre las cúpulas y la cubierta fija. Este desnivel se puede ocasionar por deformaciones en la estructura de acero del techo fijo y de las cúpulas móviles. Para este fin, el sistema de control mide la carrera del cilindro y la presión del aceite en el cilindro de corrección. Partiendo de los valores medidos, el sistema de control calcula la carga de la carretilla du-

rante la apertura y el cierre de las cúpulas. En base a una estrategia determinada y algoritmos, el modelo acciona una servoválvula proporcional para adaptar la presión y el desplazamiento del cilindro elevador. De esta forma se puede mantener la carga de cada carretilla al mismo valor y se evita la sobrecarga. Durante la instalación y la puesta en funcionamiento, los cilindros verticales en las carretillas cumplieron una función adicional porque se emplearon para comprobar la altura de instalación de la ca-

rretilla, y para corregir los posibles errores que se habían producido durante la fabricación y montaje de la estructura de acero. El cilindro hidráulico vertical se utilizó, además, para adaptar nuevamente la carga de la carretilla al reducirse la tensión de las soldaduras en la estructura de acero.

Los dos cilindros hidráulicos transversales en la carretilla compensan el movimiento oscilante inevitable de la carretilla sobre el riel y evitan un 'descarrilamiento' transversal. Durante todo el proceso de apertura y



Los cilindros hidráulicos compensan los movimientos oscilantes horizontales de las carretillas y evitan que se descarrilen.

## NO SE COMPLIQUE CON UN MAR DE INFORMACIÓN

### AHORRE TIEMPO Y RECURSOS RECIBIENDO SUS INFORMES DIGITALMENTE

Cumplen con la legislación vigente.

Tienen la misma validez legal que los firmados manualmente.

Disponibles todos los días del año, las 24 hrs. en [www.idiem.cl](http://www.idiem.cl)

Se pueden enviar directamente a su servidor o al servidor que usted nos indique.

Se pueden enviar directamente a su e-mail o al e-mail que usted nos indique.

Ahorro de tiempo y dinero.

**ldiem**  
UN SIGLO DE CONFIANZA Y RESPALDO  
[www.idiem.cl](http://www.idiem.cl)

ARICA / IQUIQUE / ANTOFAGASTA / CALAMA / COQUIMBO / VIÑA DEL MAR / SANTIAGO / CONCEPCIÓN / TEMUCO

## Panamericana Center

### PRODUCTO DESTACADO NV6



- Premio por uso arquitectónico de producto Metecno al Arquitecto Fernando Guarello
- Solución para cubiertas y revestimientos laterales
- Gran resistencia y diseño estructural
- Estructura trapezoidal conformado por 6 nervios equidistantes entre sí
- Planchas curvas y contracurvas de acero prepintado
- Visitenos en nuestro stand 132-1 de Expoinfraestructura

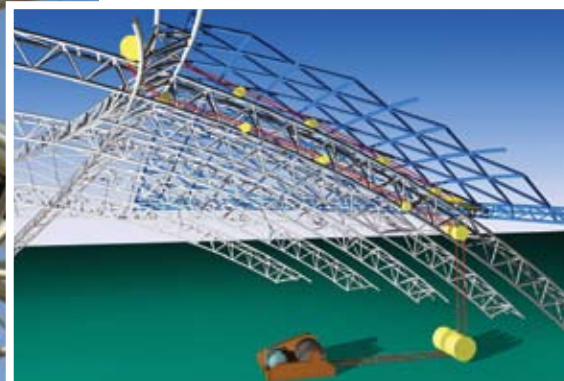
**meTecno**

Siempre en los grandes proyectos del mundo





Configuración esquemática de uno de los 8 tornos hidráulicos.



Detalle de la compleja estructura de acero que sostiene el techo móvil.

cierre de los elementos de las cubiertas, los sensores comprueban en tiempo real las fuerzas en las ruedas de tracción. Si éstas aumentan considerablemente, el sistema de control accionará inmediatamente ambos cilindros hidráulicos transversales (corrección transversal) para reducir la fuerza sobre la rueda de tracción, evitando una fuerza transversal excesiva sobre la estructura del arco.

### Puntapié inicial

El accionamiento hidráulico del techo móvil aplicado en el estadio de Nantong, representa una primicia tanto para China como para el montaje de estadios. Las primeras pruebas de apertura y cierre de las cúpulas

se efectuaron en marzo del 2006, y con gran esplendor el recinto abrió sus puertas para albergar El 16° Encuentro Deportivo de la Provincia de Jiangsu, en septiembre del año pasado.

Con estos antecedentes, ya se puede empezar a soñar con tener en nuestro país algún día un estadio techado como en la lejana Nantong. Al menos, la idea ya circula en el medio local con un proyecto de Unión Española, para reemplazar al mítico Santa Laura. El tiempo y la disponibilidad de recursos dirán. Por ahora hay que resignarse a sufrir los rigores del clima, aunque en realidad éstos importan poco si nuestro equipo finalmente se alza con la victoria. ■

[www.enerpac.com](http://www.enerpac.com)

### EN SÍNTESIS

**El nuevo estadio chino de Nantong presenta una obra monumental que cuenta con un imponente elemento técnico, un techo móvil de acero de 2.200 toneladas y 120 metros de largo. Un avanzado sistema hidráulico permite el desplazamiento de la imponente estructura de cubierta en 20 minutos. La inversión total del recinto, que incluye un campo de fútbol y pista de atletismo de 400 metros, alcanzó los 107 millones de euros.**

(\*) Sistema de dos fuerzas iguales paralelas, de sentidos contrarios y aplicadas en dos puntos distintos, que crean un movimiento de rotación.