

Con un plazo más parecido al tiempo suplementario, que a los 90 minutos reglamentarios, se levantan cuatro nuevos estadios de fútbol en nuestro país. En sólo ocho meses se demolieron y se reconstruyeron los coliseos de Coquimbo, La Florida, Chillán y Temuco. El motivo justificó la urgencia: La Copa del Mundo Femenina Sub 20 que se inicia el 19 de noviembre. Los estadios presentan retos en la aplicación de prefabricados, tensoestructuras y desafíos en logística.



ESTADIOS MUNDIALISTAS TIEMPO DE DESCUENTO

PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT





LA FLORIDA

FICHA TÉCNICA

DATOS GENERALES

Financiamiento: Instituto Nacional de Deportes (IND)

Inspección fiscal: Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas (MOP)

Materialidad: Prefabricados, tensoestructuras y estructuras metálicas

COQUIMBO

ESTADIO FRANCISCO SÁNCHEZ RUMOROSO

Cliente: Municipalidad de Coquimbo

Ubicación: Carmona/Pedro de Valdivia

Superficie aprox.: 28.423 m²

Constructora: Inca Urbana

Arquitectos: Montealegre Beach

Arquitectos + ARQUESTUDIO

Contrato construcción: \$ 10.701.753.186

LA FLORIDA

ESTADIO MUNICIPAL DE LA FLORIDA

Cliente: Municipalidad de la Florida

Ubicación: Enrique Olivares 1003

Superficie aprox.: 25.000 m²

Constructora: BCF

Arquitectos: Judson & Olivos Arquitectos

Contrato construcción: \$ 10.244.237.946

CHILLÁN

ESTADIO NELSON OYARZÚN ARENAS

Cliente: Municipalidad de Chillán

Ubicación: Manuel Plaza/Bernardo Sur

Superficie aprox.: 25.000 m²

Constructora: BCF

Arquitectos: Judson & Olivos Arquitectos

Contrato construcción: \$ 11.016.725.458

TEMUCO

ESTADIO GERMÁN BECKER

Cliente: Municipalidad de Temuco

Ubicación: Pablo Neruda s/n

Superficie aprox.: 30.000 m²

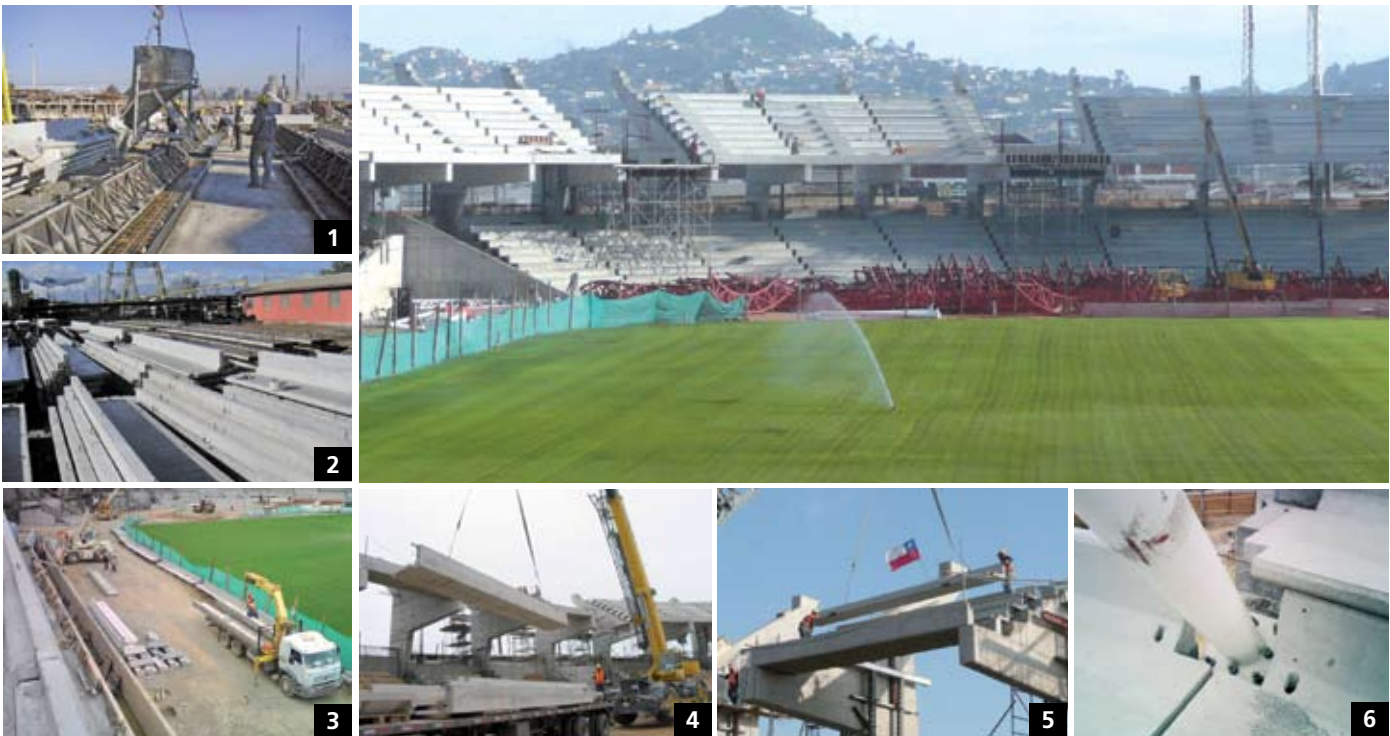
Constructora: Socovesa

Arquitectos: Sergio Ferreira y Asociados

Contrato Construcción: \$ 14.834.313.013



COQUIMBO



PORQUE NO TENEMOS NADA, queremos hacerlo todo". Las legendarias palabras de Carlos Dittborn, previas al Mundial de Fútbol Chile 1962, parecen cobrar vida nuevamente.

La historia se repite. Lea. En 2007 la Federación Internacional de Fútbol Asociada (FIFA) formalizó la decisión tomada dos años antes: Chile sería el organizador del Mundial Femenino Sub 20 de 2008. En ese momento, a meses del puntapié inicial existía la misma sensación de aquella mítica frase de la década del '60. "Había que hacerlo todo" y en un plazo exiguo. Extremadamente exiguo: apenas ocho meses. En agosto de 2007 se llamó a una licitación de anteproyectos para los municipios a nivel nacional. En conjunto, el Instituto Nacional del Deporte y la Dirección de Arquitectura del MOP seleccionaron las propuestas, los prediseños de Coquimbo, La Florida, Chillán y Temuco, recintos donde juegan Coquimbo Unido, Audax Italiano, Ñublense y Deportes Temuco, respectivamente, y a los cuales algunos municipios se los entregan en comodato con usos compartidos. Todo esto respondiendo a las altas exigencias que la FIFA impone para los torneos mundiales. "El reto era titánico. En muy poco tiempo debíamos construir dos estadios de 18 mil (Coquimbo y Temuco) y dos de 12 mil (La

Florida y Chillán) espectadores", indica Verónica Serrano, directora nacional de la Dirección de Arquitectura del MOP.

Para los simpatizantes del deporte pasión de multitudes, no resulta ninguna novedad que los estadios elegidos no cumplieran con estándares mínimos. Si bien al inicio del proceso se pensó en reconvertirlos, la evaluación técnica evidenció la cruda realidad que se aprecia cada fin de semana: definitivamente, no podían albergar una competencia internacional. "Ante tal juicio técnico, tomamos una decisión arriesgada, demoler por completo los cuatro recintos y construirlos desde cero", afirma Serrano.

El tiempo apremia, y también el espacio para este artículo. Por ello, hay que señalar que los cuatro estadios presentan más aspectos en común que particularidades. Por ello, se analizarán sus similitudes como los desafíos iniciales, el uso de elementos prefabricados, la techumbre y la arquitectura que integra el entorno. Revista BiT se puso los pantalones cortos y recorrió los coliseos de Coquimbo y La Florida. Usted tome asiento que el 19 de noviembre será el pitazo inicial. La Roja trae fútbol y obras.

Desafíos iniciales

De los múltiples retos existentes al comienzo de la construcción de los cuatro recintos, se destacan dos: uno en Coquimbo y otro en La

SECUENCIA PREFABRICADOS

1. Se vierte el hormigón sobre el molde, mediante camión mixer o volquete.
2. El prefabricado se desmolda y se lleva a la zona de terminación.
3. En camiones se trasladan a obra.
4. Grúas de 60 t los levantan y comienza la instalación de los elementos.
5. Dos operadores se encargan de hacer calzar las piezas.
6. Detalle de la unión de las gradas y de cómo va inserta la estructura en el pilar.

Florida. Empezamos por el norte. A diferencia del resto, el de Coquimbo Unido es el único que cuenta con pista atlética. Un detalle que se transformó en gran un dolor de cabeza. "En un estadio de fútbol, las graderías se construyen a unos 8 m del borde de la cancha. En cambio, en uno atlético se ubican a 1,50 metros. Esto hace que las graderías resulten muy apretadas y empinadas. El problema estaba en las dimensiones reducidas del terreno", indica el arquitecto Alberto Montealegre, de la oficina Montealegre Beach Arquitectos. La decisión fue osada, hundir el recinto. En algunos sectores se excavaron 5 m y en otros 8 m, como el suelo tenía desnivel, se aprovechó esta situación para ubicar allí los camarines, baños y oficinas administrativas, entre otras áreas. Se generó así un coliseo en dos niveles traslapados, con 11 gradas en la

LOGÍSTICA PREFABRICADA

El sistema fast track obligó a agudizar el ingenio, la planificación y la logística, especialmente en los prefabricados. Un ejemplo. Estos elementos para el estadio de Coquimbo se hicieron en la planta de Hormisur en Santiago (paradero 14 de la Panamericana Sur) y se despacharon directamente hacia la ciudad nortina. A tal punto era la coordinación, que los camiones iban a la faena de montaje sin necesidad de estaciones intermedias en la bodega. "Salían desde la planta, llegaban a la obra y la cuadrilla de montaje izaba los prefabricados. Esta logística evitaba material acopiado, algo casi imposible por la falta de espacio, y reducía los tiempos de construcción", cuenta Jabalquinto. En Chillán, La Florida y Temuco en tanto, se contrató a la empresa Productiva.



Colocación en La Florida de pilares y vigas limón.

platea para fútbol y con una platea baja de 12 filas de asientos con buena visión de la pista atlética y del campo de fútbol. "Los dos niveles se soportan en 68 gigantescos pilares de hormigón (de 8,7 x 15,2 m) dispuestos cada 10 m", comenta Rodrigo Yáñez, Administrador de Obra de la constructora Urbana Inca, que se adjudicó la construcción del Sánchez Rumoroso.

El segundo desafío destacable estuvo en La Florida, porque hubo sorpresas en el subsuelo. "Tras demoler la estructura en superficie, se detectaron en el subsuelo más elementos que los previstos como fundaciones, cimientos y 4 torres de iluminación, que demoraron un mes adicional de trabajo", indica el arquitecto de los coliseos de La Florida y Chillán, Ricardo Judson, de la oficina Judson & Olivos. Otro elemento interesante radica en la cancha de pasto sintético que presentaba una pendiente descendente hacia el lado norte. "Esto obligó a excavar y hacer un corte en el terreno natural hacia el

lado sur, generando un muro de contención que salva la diferencia de nivel de piso terminado entre el terreno del estadio y su vecino de la Contraloría, los prefabricados se adecuaron a la cota de la cancha que se empleó como punto de referencia para el trazado del edificio", indica Rolando Villaseñor, administrador de obra de Brotec para el estadio La Florida.

Los prefabricados

Al estadio, al estadio. Eso parecen gritar las estructuras prefabricadas. No es para menos. El modelo fast track impuso una medida crucial; trabajar con el sistema constructivo de graderías prefabricadas en los cuatro recintos. "Fue la solución más viable, ante el plazo exigente, era la única alternativa para terminar a tiempo las obras", indica Serrano.

En Coquimbo, la empresa Hormisur aceptó el desafío de fabricar 722 gradas superiores (más de 70 tipos de elementos) y 402 peldaños. Una misión casi imposible. "Hicimos los

prefabricados en cuatro meses y los montamos en seis semanas", indica Fernando Jabalquinto, gerente de Hormisur. En el caso del Sánchez Rumoroso las graderías prefabricadas son de 8 m de largo, de 1,50 m de ancho (para pasillo y butacas) y pesan unos 3.000 kilos.

No se engañe. Más allá de las formas del recinto, se fabrican elementos rectos. La curva se genera con una poligonal que se va formando al doblarlos. En la zona recta los prefabricados son idénticos, pero al llegar a las esquinas se abre el recinto y los largos de las gradas aumentan progresivamente, ensanchándose en su parte posterior. En teoría los prefabricados al ser iguales calzan en cualquier parte del estadio, pero en la práctica la faena resulta compleja. "Es como armar un mecano, y se necesita planificación y coordinación", apunta Jabalquinto. Por ello, se trabajó con un plano de montaje donde el coliseo se dividió en ejes y con gradas enumeradas. Así, se simplificó la faena de montaje.

BIT 63 NOVIEMBRE 2008 ■ 33



Hormisur

Tecnología en
Prefabricados de Hormigón

WWW.HORMISUR.CL

VALENZUELA CASTILLO 1444
PROVIDENCIA, SANTIAGO
FONO 235 9451
FAX 346 7782



1

ESTRUCTURA METÁLICA

1-2. En Coquimbo y Temuco la estructura metálica es curva, dándole la forma a la tensoestructura.

3-4. En La Florida y Chillán la viga adopta una forma diagonal.



2



3



4

Las graderías se anclan en ambas mitades de los pórticos de hormigón, a través de perforaciones que van unidas a pasadores insertados en los pilares, para luego ser hormigonados in situ (ver foto página 32).

Los diseños de La Florida y Chillán son casi idénticos, ambos pertenecen a Judson & Olivos Arquitectos. Se trata de estadios rectangulares cuyos prefabricados están modulados con perfiles de hormigón cada 10 metros. "Son módulos independientes, con una estructura de marco basado en pilares y vigas. Las 857 graderías van soportadas en 160 pilares de tres alturas distintas, el más alto de 20 m, el del centro de 15 m y el más bajo de

10 metros", explica Rolando Villaseñor.

Los tres pilares se unen con vigas intermedias, sobre las que se instalan losas intermedias pretensadas. A su vez, sobre éstas se coloca una sobrelosa de hormigón armado de 8 cm, como soporte para resistir el tránsito y la sobrecarga. En la parte superior se instalan vigas dentadas o "vigas limones", que reciben las graderías.

En ambos reductos las graderías tienen un largo tipo de 10 metros, con un ancho de 80 cm, del cual la mitad corresponde a la butaca y el resto para el tránsito.

Los pilares incluyen la fundación. ¿Cómo se hace? "Montamos las columnas, se nivelan y se completa la armadura para luego hormigonar. La fundación se hace en conjunto con la columna, no antes", cuenta Villaseñor.

Por su parte, en Temuco "los prefabricados, entre columnas, vigas y graderías fueron alrededor de 3.500 piezas. Las columnas eran de 4, 6, 8 y 13 m de alto, con pesos que iban desde los 2.500 a los 8.000 kilos. Las vigas limón (vigas que van entre columnas y tienen forma de gradas) eran de 5, 5 y 7 m, con pesos de 4.500 a 9.000 kilos y las graderías típicas de 8,5 metros", indica Patricio Gatica, administrador de obra de Socovesa para el estadio Germán Becker. Los

elementos se montaron con grúas con capacidad mínima de 45 t (más información en recuadro "Logística prefabricada").

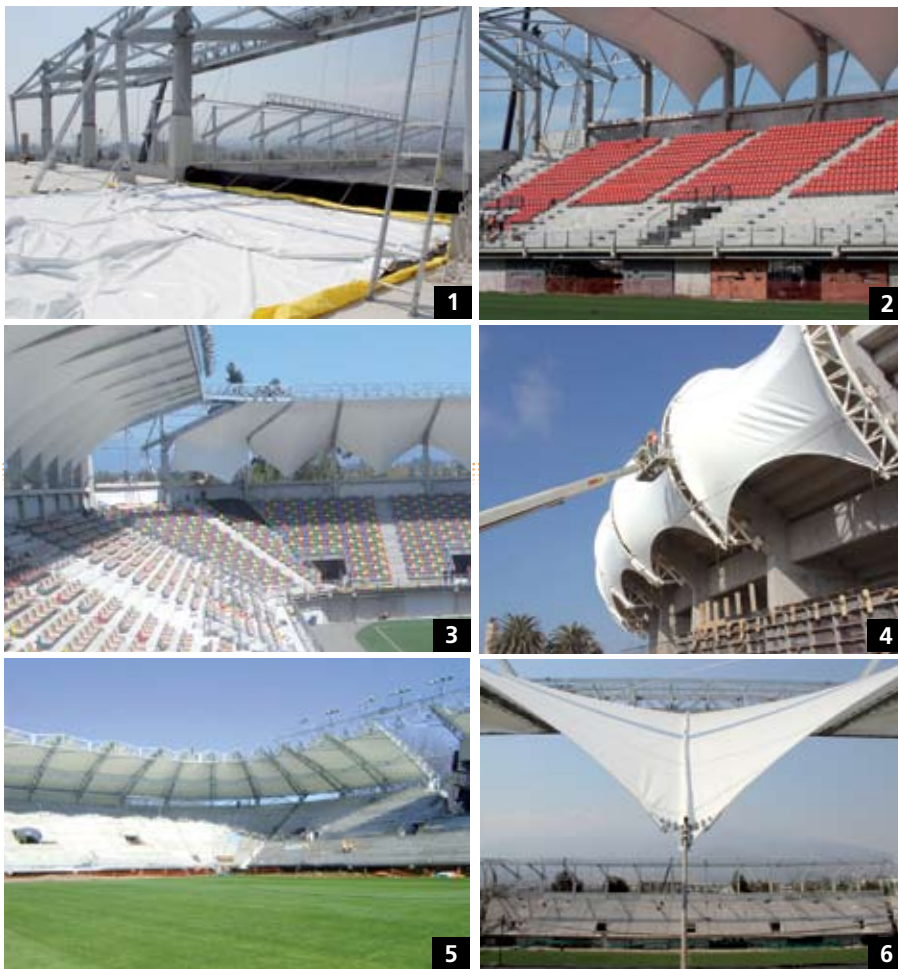
La techumbre

Para que la naturaleza no impida disfrutar con comodidad del espectáculo, los estadios cuentan con una cubierta compuesta por estructura metálica y membranas, formando lo que se conoce como una tensoestructura. "Hay una relación estrecha entre los elementos tensados de las membranas y la estructura de acero que soporta la tela y genera la forma del techo", indica Nelson Gazali, gerente general de Sergatex, empresa distribuidora de la membrana colocada en Coquimbo. Aquí la estructura metálica está compuesta de tubos rolados, que le dan la forma a la membrana a manera de una gran envolvente. En total son 68 vigas fabricadas en México por la empresa Concavus & Convexus, de aproximadamente 6 t cada una, formadas por tubos de sección circular, de distintos diámetros y espesores según los esfuerzos y el diseño arquitectónico. Cada viga llega a obra en tres o cuatro tramos foliados, ya que cada módulo se reensambla con sus propias piezas. Una vez restablecida la viga completa, se monta con grúas de 60 t sobre los pilares de hormigón, apertándola a cuatro puntos de apoyo predispuestos en la cara exterior de los pilares de hormigón, por la fachada del recinto.

Para los coliseos de La Florida, Chillán y Temuco, la estructura metálica fue contratada en Chile por cada una de las constructoras responsables. Por diseño, en el caso de La Florida y Chillán, la estructura es un voladizo diagonal cercano a los 14 metros. En ambos estadios se emplearon 56 estructuras metálicas

PINTURA EN CHILLÁN

En el interior del estadio Nelson Oyarzún Arenas se aplicó un producto especial, Látex CP-70, proporcionado por pinturas Soquina. Se emplea para proteger muros alcalinos, como estucos, hormigón, hormigón celular, ladrillos y fibrocemento, a fin de evitar los daños producidos por la intemperie, lluvia y heladas.



SECUENCIA MEMBRANAS

1. Se extiende la membrana sobre la superficie con sus elementos tensiles.
- 2-3. En el caso de Chillán y La Florida la membrana cubre en voladizo las graderías superiores.
4. En Coquimbo la membrana se iza con una grúa telescópica.
5. Vista interior de Temuco donde la membrana queda como envolvente.
6. Detalle de la tensión de la membrana en el estadio floridano.

en forma de T. Los marcos principales, compuestos por pilar y vigas, se unen en terreno y luego se incorporan los tensores tubulares que dan la forma final. Se montan las vigas que unen los marcos. La estructura completa se iza con grúas de 60 t hasta los puntos de anclaje, donde se unen a los pilares con pletinas de acero.

Finalmente, la cubierta del estadio de Temuco presenta una forma envolvente como la de Coquimbo, "Los voladizos de las vigas metálicas varían entre los 16 y 18 m sobre las graderías superiores. Se trata de 68 cerchas metálicas que se montaron con grúas de 45 t", indica Patricio Gatica.

Las membranas

Lista la estructura metálica, la membrana entra en acción. "La aplicación de las tensoestructuras es algo absolutamente nuevo para los profesionales chilenos, ya que es como diseñar un traje a la medida. Nada es estándar", anticipa Gazali.

Las membranas son telas de poliéster recubiertas con PVC, de procedencia alemana Duraskin® en el caso de Coquimbo y francesa Ferrari en Chillán, La Florida y Temuco. "La tela de poliéster otorga la resistencia a la tracción y la estabilidad dimensional, y el recubrimiento de PVC con aditivos especiales protege la tela y otorga impermeabilidad", explica Gazali. Estos productos son impermeables, dan protección contra la radiación UV, son autoextinguibles y se revisten con PVDF, una laca que sella la tela y la hace repelente al polvo y otros contaminantes. Según las indicaciones, su vida útil es de aproximadamente 20 años, conservando sus propiedades estructurales.

En Coquimbo cada sección de membrana es de 10x30 m aproximadamente. Para un total de 68 vigas metálicas se colocaron 68

Soluciones Concretas para Armaduras en Corte y Doblado



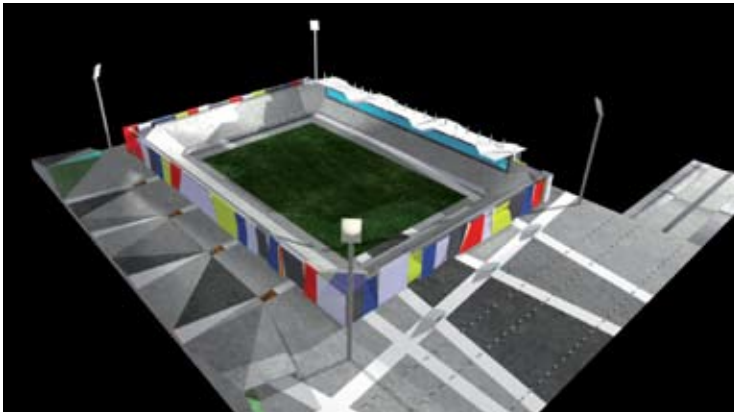
- Óptima calidad de las armaduras
- Mayor productividad comparativa respecto al sistema tradicional
- Cero desperdicio
- Disminución de factores de incertidumbre
- Reducción de espacio físico y mano de obra
- Menor costo financiero
- Mayor capacidad de respuesta y flexibilidad en las entregas
- Producto etiquetado
- Entrega oportuna del certificado de calidad del acero
- Servicio post venta permanente



ARMACERO®

Respuestas en armaduras de acero.

Entorno del Estadio La Florida, creado para eventos artísticos. Abajo: exterior del mismo coliseo recubierto con placas de acero perforadas y pintadas.



paños en poco más de un mes de trabajo. La membrana confeccionada es suministrada y montada por la empresa Lonas Lorenzo de México, la misma que previamente realizara el diseño y los cálculos de ingeniería especializada.

La membrana original se produce en 2,5 m de ancho, que se corta y sella siguiendo los patrones que los programas de diseño indican, para que una vez instalada adopte la forma tridimensional aprobada. Hecho esto, se monta sobre dos vigas metálicas un casco de tela, el que se iza manualmente, prestando mucha atención a las condiciones de viento. Una vez izada sobre la estructura metálica, son dos los expertos mexicanos que tensan la lona y la fijan en los puntos definidos por ingeniería.

En el caso de los estadios de Chillán, La Florida y Temuco, la membrana llegó confeccionada desde Perú. La empresa Cidelsa se encargó del diseño, ingeniería, fabricación y montaje. Éstas también se modelan mediante

un software. “Es un programa alemán (EASY), muy sofisticado y especializado que diseña los modelos de corte de la membrana y desarrolla los cálculos estructurales de cada proyecto”, señala Jorge Roca, representante de Cidelsa para Latinoamérica.

Arquitectura y entorno

Practicando fútbol se hacen buenos amigos. Una lección que aprende el diseño de estadios, a través de una arquitectura amigable con el entorno. El desafío radica no sólo en crear modernos estadios para un evento puntual, sino pensar en el futuro. Siguiendo las recomendaciones FIFA, los recintos prometen replantear la relación del público con el espectáculo. En la nueva arquitectura la reja desaparece, los tablonces son butacas individuales y las graderías techadas se elevan para liberar el primer piso.

En Coquimbo se propone una fachada de diseño geométrico que le da un aire náutico. En los exteriores se generará una plaza previa

SEGURIDAD EN LAS ALTURAS

En los cuatro estadios la seguridad fue rigurosa. A modo de ejemplo, en La Florida se contó con tres prevencionistas, dos en el día y uno en la noche. “El montaje de membranas y estructuras metálicas fue lo más riesgoso, debido a que contemplaban soldaduras en altura, por lo que los trabajadores subían con cuerdas de vida, cascos, zapatos de seguridad, como elementos básicos”, apunta Villaseñor.

a los controles, suspendiendo el volumen de las graderías, reflejando la luz de la cancha hacia el exterior.

En una fiesta de colores promete convertirse el Municipal de La Florida. El color, la luz y la materialidad harán de la envolvente del edificio una fachada multipropósito capaz de acoger tanto eventos deportivos como culturales.

Más al sur, el coliseo chillaneño dispondrá de un revestimiento con placa importada desde Suiza en matices de colores gris, rojo y blanco con placa Miniwave. En el exterior habrá una plaza como espacio de relación con la vecina medialuna.

Finalmente el de Temuco, ubicado en el parque Germán Becker, busca integrar la estructura con el paisaje, como si surgiera desde el mismo parque. El nuevo recinto generará plazoletas de transición y permanencia para otros usos.

Falta poco para que la quimera de los nuevos estadios mundialistas sea realidad. Se cumple la añeja frase de “Lo haremos todo”, aunque sea en el tiempo de descuento. ■

www.arquitecturamop.cl

www.joarquitectos.cl

www.montealegre-beach-arquitectos.cl

www.revistabit.cl (Revista BIT 57, Noviembre 2007 página 50)

En Síntesis

Cuatro estadios mundialistas se levantaron en escasos ocho meses. El tiempo corría en contra y se tomó la decisión de usar el sistema constructivo de prefabricados. Pero no fue lo único, la aplicación de tensoestructuras como techos significó una innovación tecnológica casi desconocida en Chile. Ahora el desafío es mantenerlos. La tarea recién comienza.

CON MÁS DE 25 AÑOS

al servicio de la construcción **Torres Ocaranza**, ha sido un socio estratégico en la provisión preparación e instalación de enfierraduras de refuerzo para hormigón, en obras tan importantes como el Centro de Justicia de Santiago, el Edificio Santiago Marriott, Autopista Vespucio Sur, Hospital Militar, Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana y obras mineras como Mina Gaby, Chuquicamata, Spence y El Teniente, entre muchas otras.

En la actualidad contamos con dos plantas productivas de más 2.500 toneladas mensuales en Santiago y 1.200 toneladas en Calama respectivamente.



**METALURGICA
TORRES OCARANZA LTDA.**

Vista Clara N° 2351, Cerrillos - Santiago • Teléfono (56-2) 571.4060 - 571.4061 e-mail: info@torresocaranza.cl



Diseño Fabricación

Queremos ser parte de tus ideas a través del

Diseño y Fabricación
de Estructuras de Acero
No Convencionales

**CONCAVUS
&
CONVEXUS**
CONSTRUYENDO IDEAS FUERTES

Somos especialistas en la transformación de
perfiles en formas curvas
logrando construir piezas que desempeñen una
función estructural y estética

Tel. (562) 777 0030, Fax 737 0076 - Santiago, Chile
Tel. (52) 371 41 76209 - México

www.concavus.com.mx

