

Bit

CORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO
CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN

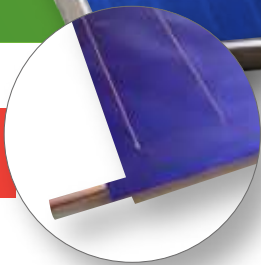
Diseño sísmico de edificios



No corra riesgos,
instale con el especialista
en agua caliente



Panel Blue Tech
Máxima eficiencia
100% cobre



Sistemas Solares Splendid

Tecnología termosifón de 120 - 150 - 300 litros.
Proyectos colectivos.
Evaluación de proyectos e ingeniería de detalles.
Respaldo técnico y asesoría a nivel nacional.
Contrato de mantenimiento.
100% compatible con calefones, termotanques u otros.

TERMOS SOLARES

60 años innovando
con energía

Más de 3.000.000 de m²
instalados en el mundo

Equipos con beneficio
tributario

AHORRO DE HASTA

75%
EN ENERGÍA



Seguridad



Garantía



Respaldo



www.splendid.cl

56-2-870 50 44 | splendidolar@cemsa.cl

Comprometidos con la Calidad
Más de
45
AÑOS



www.puls.cl

Nuestros productos:

- Membranas asfálticas
- Membranas EPDM
- Membranas TPO
- Membrana Líquida de Poliuretano modificado con asfalto (CCW-525)
- Poliuretano para losas transitables
- Sistema Roof Garden (para Cubiertas Vegetales)

ASFALCHILE **TEP**
IMPERMEABILIZANTES Y REVESTIMIENTOS

Representante
exclusivo y certificado de:



CABLOFIL® Más de 150.000 kilómetros instalados en todo el mundo

Bandejas tipo canastillo
de acero electrosoldado
de alta calidad



Borde de seguridad patentado. Instalación rápida y flexible.
El portaconductor más certificado en el mundo:



Productos y sistemas para instalaciones
eléctricas y redes informáticas

www.legrand.cl

 **legrand®**

ALGUNOS CREEN QUE LOS NIÑOS SE ENTRETienen CON TIERRA Y AGUA. NOSOTROS PENSAMOS QUE LO PASAN MEJOR CON CEMENTO Y ÁRIDOS.





**Placa de yeso-cartón
para blindaje
de Rayos X.**

- **Fácil instalación.**
- **Proporciona excelente aislación acústica.**
- **Resistente al fuego y a la humedad.**

Safeboard®
Placa de blindaje a Rayos X

Ideal para hospitales,
centros médicos y
odontológicos.

**100% LIBRE
DE PLOMO**

Alsina

SOLUCIONES EN MOLDAJES

**UN EQUIPO HUMANO EN CONSTANTE
INNOVACIÓN COMPROMETIDO CON
EL SERVICIO A SUS CLIENTES**



Moldajes Alsina Ltda.

Un empresa dedicada a ofrecer soluciones en moldajes y un equipo humano trabajando por el servicio a los clientes y sus obras:

- Moldajes verticales y horizontales para hormigón.
- Sistemas de seguridad en obra.

Alsina trabaja bajo la certificación ISO 9001:2000, el Sistema de Gestión de la Calidad certifica el diseño, la fabricación, la comercialización (venta y alquiler) y el mantenimiento de equipos para encofrar.



Moldajes Alsina Ltda.

Nueva Taqueral, 369
Panamericana Norte Km 22
Lampa, Santiago de Chile
Tel: 2 745 2003
Fax: 2 745 3023
E-mail: chile@alsina.com
Web: www.alsina.com

Ecoenergías de Chilectra:

Importantes ahorros obtiene la PDI al incorporar ecoenergías en sus instalaciones



A través de la eficiencia energética y energías renovables, la institución ha alcanzado ahorros superiores al 40%, en comparación a soluciones tradicionales en base combustibles.

Como parte de su compromiso con la comunidad, no solo preocupada de la seguridad de las personas, sino que también del cuidado del medioambiente, la Policía de Investigaciones de Chile, PDI, ha dado un paso adelante en la utilización de energías renovables no convencionales para dotar de agua caliente a sus instalaciones, específicamente la Escuela de Investigaciones Policiales.

La solución Solar Electric implementada por Chilectra aporta al calentamiento de 60.000 litros de agua sanitaria al día, utilizada en el edificio, a una temperatura de 45°C, utilizando 244 colectores solares térmicos, en una superficie de 680 mt². que también contribuyen al temperado de la piscina semi olímpicas de la institución, a través de cuatro bombas de calor que la mantienen a una temperatura de 27°C.

Este proceso se lleva a cabo con la captación de la radiación solar de los colectores solares térmicos y la energía rescatada del medio ambiente por las bombas de calor, que posteriormente son utilizadas en el proceso de agua caliente sanitaria y temperado de la piscina respectivamente.

El proyecto, que fue adjudicado a Chilectra a través de licitación pública, está en funcionamiento desde Junio del 2010, obteniendo ahorros en el agua caliente para los camarines de un 42% en promedio; y para el temperado de la piscina, sobre 50%, respecto a la solución tradicional combustible, lo que obedece a la calidad de los equipos utilizados y al diseño de ingeniería adoptado para esta solución.



ECOENERGÍAS

La ventaja de la implementación de un sistema con captadores de energía solar (Solar Electric) y la implementación de bombas de calor (Full Termia), frente al uso de equipamientos en base a combustibles fósiles esta fundamentalmente en que se alcanzan importantes niveles de eficiencia energética, minimizando así las emisiones del CO₂ en el medioambiente. En este caso, la superficie disponible de colectores solares puede captar un 45% de la energía que anualmente necesita el agua caliente de los baños. En el caso de las bombas de calor, del 100% de energía entregada por estos equipos, hasta el

75% proviene del medioambiente (aire) y el 25% corresponde a consumo de la red eléctrica.

La inversión final del proyecto integral se recuperará en cinco años, producto del ahorro que significa la utilización de esta nueva tecnología.

Chilectra ecoenergías cuenta con una amplia gama de soluciones en energías renovables y eficiencia energética, que además son amigables con el medioambiente, las que pueden ser utilizadas para temperado de piscina, agua caliente sanitaria, calentamiento de fluidos en procesos industriales, equipamiento de cocinas y sistema de calefacción, clima e iluminación.

Soluciones energéticas

Aire Acondicionado e Iluminación LED



● Iluminación LED



PANEL
LUMINARIAS
PLANO



FOCO EMBUTIDO



LUMINARIAS LED
TIPO DICROICA



LUMINARIAS LED
TIPO PAR

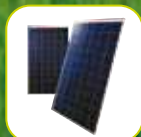


AMPOLLETA LED
TIPO BOMBILLA

● Aire Acondicionado



● Paneles Solares



LG

Life's Good

LG ELECTRONICS CHILE
Av Isidora Goyenechea 2800
Piso 10, Edificio Titanium
Fono: 941.92.00
www.lge.cl

"Life's good...when it's green"

LG lo motiva todos los días de su vida con tecnología ecológica e innovadora.

SUMARIO N°77

MARZO/ABRIL 2011

18 / ARTÍCULO CENTRAL

NORMA DE DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS

NUEVOS REQUISITOS

El 2011 llega con novedades en la normativa de Diseño Sísmico de Edificios y de Hormigón Armado. A la espera de la toma de razón en Contraloría, para la puesta en vigencia de la modificación realizada a la NCh433of.96 Mod2009 y NCh430, Revista BiT, abre el debate y muestra sus principales reformas e implicancias. A saber, hay nuevos requisitos.



10 / CARTA DEL EDITOR

12 / FLASH NOTICIAS

Noticias nacionales e internacionales sobre innovaciones y soluciones constructivas.

28 / HITO TECNOLÓGICO

TUNELADORA EN TÚNEL SUR, LOS BRONCES

Gigante subterráneo

Un coloso de 90 m de longitud trabajando a más de 3.608 m de altura. Una exclusiva de BiT.

38 / SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

PANELES ARQUITECTÓNICOS DE HORMIGÓN

Montaje preciso

Ventajas, resistencia, terminaciones y correcta instalación de los paneles prefabricados.

44 / PRODUCTIVIDAD

CAPACITACIÓN LABORAL EN OBRA

Camino a la productividad

Un trabajador competente incrementa la productividad de su empresa. Sepa cómo y porqué.

48 / PRODUCTIVIDAD

PRODUCTIVIDAD EN CONSTRUCCIÓN

Medir para mejorar

Las causas que producen pérdidas, y la medición del uso de recursos humanos y técnicos.

52 / HITO HISTÓRICO

EX ADUANA DE ARICA

Una joya de Eiffel

De origen peruano y diseñada por el connotado arquitecto francés, la actual Casa de la Cultura de Arica está en proceso de restauración. Sus murallas guardan más de una historia.

58 / ANÁLISIS

CONTROL ACÚSTICO EN RECINTOS EDUCACIONALES

A prueba de ruido

Las consideraciones acústicas son fundamentales en el diseño de colegios.





66 / SCANNER TECNOLÓGICO

HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS

Compactas y multifuncionales

Nuevas tecnologías al alcance de la mano. Sistemas más autónomos, livianos y con mayor rendimiento, es el sello de estos equipos.

74 / PROYECTO FUTURO

CENTRO DE MINERÍA PUC

Veta minera

Un grieta que invita a internarse en el fondo de la tierra. Un concepto y un edificio que explora la profundidad de las faenas mineras.

82 / OBRA INTERNACIONAL

VIADUCTOS DE SNEEK, HOLANDA

Diseño en madera

Dos puentes de madera de 32 m de longitud cada uno. Son considerados como los más grandes del mundo. Destaca su arquitectura y madera químicamente tratada.

90 / ANÁLISIS

EDIFICACIONES EN ZONAS INUNDABLES

Normativa costera

El proyecto de norma NTM 007 2010, "Diseño estructural para edificaciones en zonas inundables por tsunami", cambia el diseño y la construcción en la costa. A la espera de su aprobación, sigue el debate.

96 / ARQUITECTURA-CONSTRUCCIÓN

CENTRO CÍVICO DE LAS CONDES

Concierto subterráneo

Un teatro de última generación en plena Av. Apoquindo. Un edificio emblemático que presentó más de un desafío constructivo.

102 / REGIONES

ESTADIO MUNICIPAL CHINQUIHUE, EN PUERTO MONTT

Mar adentro

Remodelación del estadio de fútbol más austral del mundo. Inspirada en la arquitectura de los botes, su primera etapa, ya es una postal de la región de Los Lagos.

110 / CONSTRUCCIÓN AL DÍA

Noticias, publicaciones, eventos y links de interés del sector construcción.

NUESTROS AVISADORES

	Página
Aislapol	51
Alsina	5
Anwo	41
Argenta	71
Asfaltos Chilenos	1
Asfaltos Chilenos	Inserto
Bottai	57
CAP	Tapa 4
Capacita	45
CDT	109
CEM	Tapa 2
Chilectra	6
Cintac	47
Cintac	13
Danica	87
Edifica	62
El Sauce	63
Emin	23
Estratos	49
Fleischmann	98
Formscaff	12
Frima	113
G-U	115
Gerdau Aza	95
Grau	14
Hebel	85
Hilti	69
Hormisur	17
Idiem	55
Johnson Controls	88
Junkers	43
Knauf	4
Krings	73
Layher	70
Legrand	2
Leis	107
LG	7
Liebherr	81
Mantas de Hormogón	16
Masonite	101
Melon Horm.	3
Melón Morteros	33
Multiaceros	76
Mutual	68
Nibsa	105
Parex	116
Parex	Tapa 3
PERI	77
Salfa Corp	36
Santolaya	21
Scafom - Rux	99
Sherwin	11
Sika	79
Simma	94
Soinsa	89
Soletanche	94
Stretto	25
Tajamar	114
TecnoFast	15
Tecnovial	31
Tensocret	37
Terratest	93
Tigre Chile	27
Transaco	104
Univ. F. Santa Maria	111
Villalba	35
Vinilit	64
Vinilit	65
Volcán	61

COMITÉ EDITORIAL

PRESIDENTE

SERGIO CORREA D.

ANDRÉS BECA F.
LUIS CORVALÁN V.
BERNARDO ECHEVERRÍA V.
JUAN CARLOS LEÓN F.
ENRIQUE LOESER B.
CARLOS MOLINARE V.
SERGIO SAN MARTÍN R.
MAURICIO SARRAZIN A.
ANDRÉS VARELA G.
CARLOS VIDELA C.

DIRECTOR

ROBERTO ACEVEDO A.

EDITOR

MARCELO CASARES Z.

PERIODISTAS

PAULA CHAPPLE C.
CATALINA CARO C.
ALEJANDRO PAVEZ V.
DANIELA HERNÁNDEZ R.
NICOLE SAFFIE G.
CECILIA GÓMEZ V.

CONTROL DE GESTIÓN

VICENTE ORTIZ J.

EJECUTIVAS COMERCIALES

MARÍA VALENZUELA V.
MONTSERRAT JOHNSON M.
OLGA ROSALES C.
BEATRIZ LEIVA R.

COLABORADORES PERMANENTES

CEFRAPIT / UBIFRANCE / MÉXICO-FRANCIA
RCT REVISTA DE LA CONSTRUCCIÓN / ESPAÑA
REVISTA ARTE Y CEMENTO / ESPAÑA
REVISTA OBRAS / MÉXICO

DIRECTOR DE ARTE

ALEJANDRO ESQUIVEL R.

FOTOGRAFÍA

JAIME VILLASECA H.

IMPRESIÓN

GRÁFICA ANDES

E-MAIL

BIT@CDT.CL

www.revistabit.cl

A LA ALTURA

En 2011 Revista BIT cumple 18 años de edad. Entonces, ya podemos decir con propiedad, que nuestra publicación es mayor de edad. Una madurez que se refleja en un contenido técnico de excelencia. Y no es que nuestro ego haya trepado a las nubes como puede ocurrir en cualquier adulto joven, para nada, sólo queremos poner énfasis en las cualidades que marcan de manera indeleble la trayectoria de nuestro medio. El prestigio de BIT se sustenta en datos concretos, como las periódicas encuestas de satisfacción a los lectores, y en hechos objetivos como los presentados en esta edición.

En este número sumamos una nueva muestra de rigor técnico porque abordamos un tema sumamente complejo y sensible como las modificaciones en la norma que rige el diseño sísmico de edificios (NCh433). Hay plena coincidencia en el sector que se trata de una ardua materia de la que sólo “pueden opinar en Chile no más de 20 expertos”. Y en nuestro artículo central, siete de ellos dejaron sus definiciones e impresiones. A esto se suma un hecho no menor, BIT también abre el debate y refleja las distintas visiones de una norma que podría traer cambios importantes a la industria.

En esta misma línea se encuentra el análisis de la nueva norma de “Diseño estructural para edificaciones en zonas inundables por tsunami”, NTM 007 2010. Una reglamentación que establece que las estructuras deberán estar diseñadas y construidas de acuerdo a la norma sísmica vigente y también ser aptas para enfrentar las solicitaciones de un maremoto. Los grandes protagonistas de la elaboración de esta normativa inédita en el país explicaron a BIT sus alcances y efectos, dejando en claro que habrá una nueva forma de construir en las zonas costeras.

La mejor manera de celebrar un cumpleaños es ir a terreno una vez más. En esta edición, la visita tuvo ribetes de espectacularidad porque se trató de una faena minera ubicada a 3.608 metros sobre el nivel del mar. El esfuerzo valió la pena porque se observó en exclusiva la máquina tuneladora que construye un túnel de 8.125 m de longitud en la División Los Bronces. Se trata de un auténtico monstruo de 90 m de largo, cuya labor encierra múltiples desafíos en logística, montaje y operación. Sí, tan espectacular como las tuneladoras que perforan los suelos europeos pero sólo a unos pocos kilómetros de Plaza Italia.

Finalmente, los 18 años implican nuevos derechos, pero también nuevas responsabilidades. Lógicamente, la convicción de BIT consiste en responder a las crecientes exigencias de nuestros lectores, con más y mejor información técnica. Es decir, seguir a la altura.

El Editor



DIRECTORIO CDT PRESIDENTE Claudio Nitsche M. **DIRECTORES** Sergio Correa D., Horacio Pavez A., Juan Francisco Jiménez P., Daniel Salinas D., René Lagos C. y Carlos Zeppelin H. **GERENTE GENERAL** Juan Carlos León F.
E-MAIL cdt@cdt.cl www.cdt.cl



REVISTA BIT, ISSN 0717-0661, es un producto de la **Corporación de Desarrollo Tecnológico** en conjunto con la **Cámara Chilena de la Construcción**. BIT es editada por la Corporación de Desarrollo Tecnológico, Marchant Pereira 221, Of. 11, Santiago, Chile, Teléfono: (56 2) 718 7500, Fax: (56 2) 718 7503. **Representante Legal** Claudio Nitsche M.
El Comité Editorial no se responsabiliza por las opiniones vertidas en los artículos ni el contenido de los avisos publicitarios. La intención de esta publicación es divulgar artículos técnicos no comerciales. Prohibida su reproducción total o parcial sin citar la fuente. **Distribución gratuita** de un ejemplar para los **Socios** de la **Cámara Chilena de la Construcción**. Precio de venta público general \$ 3.500.

NUEVA PINTURA



Que el mal olor no se quede en tu casa



PINTURA ANTI OLORES

Absorbe y neutraliza los olores de tus ambientes

MÁS INFORMACIÓN Y DONDE COMPRAR CONSULTE NUESTRO SITIO
www.sherwin.cl/antiolores



MICROCEMENTO ANTIFISURAS

Un revestimiento flexible y antifisuras que se adhiere a cualquier base, incluyendo cemento, fibrocemento, hormigón, madera, metal, plástico, asfalto e incluso revestimientos cerámicos lisos, ya está disponible en el mercado nacional. Se trata de un microcemento que requiere un mínimo espesor, de 1 a 2 mm, es de secado rápido, de 3 a 4 horas, y es de fácil aplicación, lo que permite reducir costos y tiempos de obra, asegura su fabricante. Este producto posee una superficie totalmente impermeable, haciéndolo apto para su colocación como revestimiento de baños y cocinas, otorgando superficies continuas, sin juntas y con capacidad para resistir múltiples y agresivos solventes, como jabones, detergentes, pinturas y otras suciedades, asegura su fabricante.

+ INFORMACIÓN: Microcement; www.lajamax.cl

MOLDAJES FLEXIBLES DE TETRAPAK

Un innovador sistema de moldajes flexibles fabricado en base a desechos de cajas tetrapak se está desarrollando en nuestro país. Estos encofrados termo formables utilizan como materia prima cajas de leche y jugo que son sometidas a un proceso de despulpado, obteniendo papel, aluminio y plástico. Estos materiales luego pasan por una etapa de prensado para ser transformado en planchas, las que finalmente, y producto del diseño, se convierten en un nuevo sistema de moldaje. El sistema comenzó a desarrollarse el año 2006, ganando concursos y recibiendo el apoyo de distintas universidades y empresas privadas. A mediados de 2010 el proyecto se adjudicó fondos del capital semilla de CORFO (Línea 1) para la elaboración de un estudio de mercado, prospección comercial y plan de negocios. Para ello, en enero se realizó una actividad de validación, donde constructores y arquitectos pudieron ver en terreno el comportamiento de los encofrados en la etapa de vaciado del hormigón y de desmoldaje, con buenos resultados.

+ INFORMACIÓN: marcelo.tetrabuild@gmail.com



¿ANDAMIOS CIRCULARES? ...¡FORM SCAFF LOS TIENE!



Innovación es colocar un producto o servicio inexistente hasta el momento a disposición de los clientes. Form Scaff y su sistema de andamios Kwik Stage entrega andamios para aplicaciones circulares con continuidad total en el perímetro con flexibilidad de niveles y plataformas. Barandas de seguridad en varios niveles y rodapie exterior e interior complementan dando seguridad.

Con más de 30 años de desarrollo, Kwik Stage demuestra por qué, tal vez es el andamio más usado en el mundo.

Visite nuestro
nuevo sitio
web



(56-2) 738 5019
www.formscaff.cl
info@formscaff.cl



BALDOSA DRENANTE

Una baldosa drenante y aislante para cubierta plana se comercializa en el mercado español. Se trata de un pavimento transitable, fabricado con hormigón poroso en su parte superior, con una base de poliestireno extruido. En el producto el hormigón actúa como protección mecánica de la base aislante y, también, como drenaje para el agua de lluvia, al permitir que ésta se introduzca a través de sus poros, desplazándose sobre la base impermeable de poliestireno extruido hacia los desagües. El hormigón poroso otorga al pavimento una superficie muy resistente, pudiendo ser utilizado incluso como superficie de apoyo de maquinaria o equipos, asegura su fabricante. Su colocación es rápida, sencilla y no requiere material de agarre.



+ INFORMACIÓN: Topoxlosa; www.topox.es

FOCO LED

Próximamente estará disponible en el mercado nacional un foco LED para uso en el hogar. Con el mismo formato de las ampollitas incandescentes (A line), el producto ofrece 9 watts de distribución de luz de 360°, siendo creado para sustituir el prototipo incandescente de 40 watts, empleado en escritorios y lámparas, entre otros.

El nuevo foco LED brinda una luz blanca suave, de 3.000K, y un 77% de ahorro de energía en comparación al foco incandescente de 40 watts. Presenta un diseño único en forma de aletas, que permite dirigir la luz hacia abajo en las superficies deseadas y sus alrededores. Las aletas que rodean el foco ayudan a disipar el calor, provocando que la superficie permanezca más fría al tacto.

+ INFORMACIÓN: Foco LED Energy Smart®, GE Iluminación; www.gelighting.cl



SEMINARIO TECNOLOGÍAS EN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Las constantes innovaciones que a diario nutren el mercado de la construcción, obligan a tener profesionales competentes en cada una de las propiedades de estos productos. Es por eso que el Comité de Industriales de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), en conjunto con la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) ha organizado el seminario "Tecnologías de los Materiales de la Construcción", un evento que se realiza año a año y que permite a los profesionales del sector acceder a charlas y conferencias de primer nivel, en donde se destacan los principales avances e innovaciones tecnológicas del campo de la construcción, poniendo a disposición información de vanguardia para el desarrollo de nuevos proyectos. Estas jornadas se realizarán el 6, 13 y 20 de abril en el auditorio de la CChC, ubicado en Marchant Pereira 10, Providencia.

+ INFORMACIÓN: <http://tecnologias.registroidt.cl>

ADIÓS AL "Goteo"

Disfrute ambientes limpios y secos



Absorbe
hasta
1lt de
agua/m²

Nuevas Cubiertas Anticondensantes de Instapanel

**Proteja el contenido de sus
instalaciones, manteniendo un
ambiente seco y productivo al interior
del proyecto.**

- Evita el daño a sus productos
- No genera hongos
- Evita la corrosión

Centros de distribución • Bodegas
Proyectos industriales • Criaderos • Instalaciones
deportivas • Hangares • Estacionamientos y
servicentros

Información
y ventas  (2) 484 9101

INSTAPANEL
CINTAC

AIRE ACONDICIONADO ANTIMICROBIAL

En China se lanzó un equipo de aire acondicionado antimicrobial con componentes de cobre. La empresa Chigo, en asociación con la International Copper Association (ICA), presentó este equipo que aprovecha las propiedades antimicrobiales del cobre para generar una nueva aplicación en los sistemas de climatización. Pruebas de laboratorio de la Universidad de Southampton, demostraron que los materiales de cobre pueden inhibir el crecimiento de varias especies comunes de moho. Luego de 24 horas de exposición en superficies de cobre, se observó una extinción total de estos organismos. Los equipos, además, son altamente eficientes, pudiendo ahorrar hasta un 56% de energía.

+ INFORMACIÓN: www.chigogroup.com



CINTAS TRANSPORTADORAS

Se trata de una nueva correa transportadora textil para la industria minera, que asegura un autocentrado instantáneo, evitando el desgaste, daños en los cantos y la consecuente detención de la planta a causa del desalineamiento de la banda. La clave de su diseño está en la incorporación de tramas de cables de acero de baja elasticidad en la zona central de la cinta. Con esto, al momento de acanalarse la correa, se producirá un 'efecto viga' en el centro de la misma, posibilitando su alineación inmediata sin la necesidad de accesorios externos. Según su fabricante, la correa reduce a cero el riesgo de una parada de planta por consecuencia de un desalineamiento de ésta. Además, al mantener la estabilidad, logra incrementar la capacidad de carga del transportador. La División Mantoverde de Anglo American y las mineras El Tesoro y Cerro Colorado, representan las primeras faenas chilenas donde se instaló esta cinta.

+ INFORMACIÓN: Correa Textil Autostable© de Sempertrans; www.simmatrans.cl



VIGAS PRETENSADAS y PILARES Nuevo Acceso Sur a Santiago



MORTERO TÉCNICO

Un mortero especialmente creado para ser utilizado como relleno entre hormigón y una estructura metálica (placa) fue lanzado al mercado. El producto puede ser utilizado en la materialización de anclajes de todo tipo de maquinarias en pavimentos de hormigón, las nivelaciones de placas metálicas, el anclaje de pernos expansivos y barras de acero, en trabajos con elementos de hormigón pretensado, postes de hormigón, inyecciones de morteros, anclajes y rellenos en estructuras, además de puentes y obras civiles en general. Este mortero cuenta con una rápida puesta en servicio, debido a su alta fluidez, lo



que permite un mejor escurrimiento y una mayor área efectiva de contacto bajo placa, indica su distribuidor. Además, cuenta con excelentes resistencias mecánicas iniciales y finales, llegando en 28 días a 820 Kg/cm².

+ INFORMACIÓN: LANKOGROUT 702;
www.parexchile.cl

MAYOR LÍNEA DE TRANSMISIÓN DEL PAÍS

Un importante proyecto para la Central termoeléctrica Angamos finalizó la empresa Ingeniería y Construcción Sigdo Koppers (ICSK). Se trata de una línea de transmisión, que cuenta con una capacidad de 700 MW a través de doble circuito, doble conductor por fase y en tensión de 220 KV, lo que la convierte en la línea con mayor capacidad de transmisión del Sistema Interconectado del Norte Grande (SING). La línea tiene 142 kilómetros de extensión, interconectando la Central Térmica Angamos –que tendrá una capacidad instalada de 520 MW– con la subestación Laberinto, ubicada a 50 kilómetros al interior de la localidad de Baquedano, en la Región de Antofagasta.

+ INFORMACIÓN: www.skchile.cl

Arriendo de soluciones modulares para todo tipo de proyectos.

En TFA Rental entregamos soluciones modulares integrales para los requerimientos que cada proyecto necesita y poseemos un amplia flota de módulos para ser despachados e instalados en terreno inmediatamente.



- Oficinas
- Campamentos
- Bodegas
- Salas de clases
- Kit de escaleras
- Instalaciones de faena
- Baños
- Galpones
- Barandas
- Cierres perimetrales



MANTA DE HORMIGÓN

Revestimientos
Techumbre
Carpeta
Protecciones
Tabiquería, etc...



La manta de hormigón es un tejido flexible impregnado con cemento que endurece cuando se hidrata, formando una capa a prueba de agua y fuego.



Publinet

CONCRETE
CANVAS

Camino a Melipilla 6719
Santa Ana - Talagante - CHILE

www.mantadehormigon.com

FLASH NOTICIAS

CERTIFICACIÓN EN PINTURA INDUSTRIAL

Una empresa de pinturas y la entidad de capacitación Hicap están realizando un programa de certificación de inspectores en pintura industrial. En el primer nivel de la capacitación los asistentes recibieron una completa instrucción en conceptos generales de aplicación de pinturas y revestimientos, quedando preparados para cursar el segundo nivel del programa, que considerará aspectos teóricos y prácticos de la inspección propiamente tal, y que será dictada durante el primer semestre de 2011.

El programa responde a la necesidad de capacitar al personal a cargo de la inspección de la aplicación de estos productos, debido a que los continuos avances en la formulación de pinturas y en las tecnologías de preparación de superficies hacen necesaria una cuidadosa revisión de su aplicación, considerando que las consecuencias de un error pueden ser muy graves en el mercado industrial. El primer nivel del curso se repetirá a mediados del presente año.



+ INFORMACIÓN: www.sherwin.cl

ACELERADOR DE RESISTENCIAS PARA HORMIGÓN

Un acelerador de endurecimiento para hormigón, basado en la incorporación de núcleos de cristalización que permiten una natural y rápida aceleración de las resistencias iniciales en el concreto, ya se comercializa en el mercado español. La tecnología se basa en la producción de semillas de nucleación sintéticas en forma líquida, que activan las propiedades mecánicas del hormigón en muy poco tiempo (6 a 12



horas), otorgando hasta el doble de la resistencia inicial normalmente lograda, tanto en condiciones de curado térmico como en temperatura ambiente. Este aditivo líquido es recomendado para cualquier tipo de hormigón, especialmente para elementos estructurales donde se precisen muy altas resistencias iniciales, ofreciendo una alternativa a los métodos tradicionales de curado. Además, destaca por

sus prestaciones con temperaturas muy bajas y cementos con poco clinker y baja clase resistente. Esta es una de las novedades que se presentarán en el salón Construmat 2011, que se realizará en España.

+ INFORMACIÓN: X-SEED® 100; www.admixtures.basf-cc.es; www.construmat.com



Hormisur[®]

CASA MATRIZ
PLANTA SAN BERNARDO



Tecnología en Prefabricados de Hormigón



CONSTRUCCIÓN EN ACERO

Utilizar acero en la construcción de una vivienda puede disminuir el costo final de un proyecto, asegura un Informe del Instituto Chileno del Acero (ICHA). Esta ventaja radica en la rápida fabricación y montaje de este material debido a la industrialización de sus procesos productivos.

Según la entidad, el 90% de la vivienda puede ser industrializada, ya que sólo las faenas de fundación y construcción de losas se realizarían en terreno.

+ INFORMACIÓN: www.icha.cl

AISLANTE DE VIBRACIONES Y RUIDOS

Se trata de un poliuretano micro celular con la capacidad de absorber las vibraciones y producir una mínima amplificación de la resonancia. Este producto está disponible para el mercado europeo en seis densidades diferentes, que le permiten adaptarse a cargas desde 100 kg/m² hasta 1000 Ton/m². Debido a que tiene una curva de deformación por carga degresiva, los espesores de los apoyos elásticos pueden ser mínimos: 12, 25, 37 y 50 mm. La solución es de rápida instalación y pegado, es resistente a aceites, ácidos diluidos y bases, además, es capaz de mantener su elasticidad a bajas temperaturas. El producto es una de las novedades que se presentarán en el próximo salón internacional de la construcción "Construmat 2011" que se llevará a cabo desde el 16 al 21 de mayo en la ciudad de Barcelona, España.



+ INFORMACIÓN: SYLOMER@; www.amcsa.es; www.construmat.com

SERVICIOS HIGIÉNICOS PARA VIVIENDAS SOCIALES



Un módulo de servicios higiénicos transportable y de rápida instalación para viviendas sociales es ofrecido por una empresa nacional. Se trata de una estructura sanitaria de emergencia con carácter de definitiva, que consta de un lavaplatos, un lavamanos y un W.C. instalados en una caseta prefabricada que puede ser ubicada a un costado de la media-gua, sirviendo como base para el desarrollo de una vivienda. El principal atributo de este sistema es su característica modular, y que viene con las redes sanitarias listas para instalar, lo que lo hace móvil y reutilizable después del periodo de emergencia. La solución está en proceso de patentado, y es respaldada por empresas como THC-Valco, Vinilit, De Vicente Plásticos e Infraplast.

+ INFORMACIÓN: Solución KZ Homblock; www.ardico.cl

Naves Industriales Vigas para Puentes Pasarelas Peatonales Postes de Electrificación y Piezas Especiales



PS FFCC 2 Norte, Talca



BODEFLEX



Talleres y Cocheras
San Eugenio
METRO Línea 5



www.hormisur.cl

FONO: (02) 235 9451

FAX: (02) 346 7782

NORMA DE DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS

NUEVOS REQUISITOS

■ Al cierre de esta edición, entró en vigencia la modificación realizada a la NCh433 of.96 Mod2009 y NCh430 of.2008, mediante Decreto Supremo. Revista BiT investigó las principales modificaciones, como la incorporación de un nuevo espectro de diseño, la nueva clasificación del suelo y los requisitos para el diseño de edificios de muros de hormigón armado. ■ En página 90, la Norma de edificación en zonas inundables por tsunamis. Son los nuevos requisitos.

PAULA CHAPPEL C.
PERIODISTA REVISTA BIT



A **UN AÑO DEL TERREMOTO 8.8°** que sacudió la zona centro-sur de Chile, el 2011 llega con novedades en normativa de Diseño Sísmico de Edificios y de Hormigón Armado. Tras meses de reuniones, que no estuvieron exentas de debates y consensos relativos, un comité técnico integrado por prestigiosos ingenieros nacionales, presentó al MINVU una propuesta de modificación de la NCh 433 of.96 Mod.2009 y la NCh430 of.2008, bajo Decreto Supremo (DS). Al cierre de esta edición, el documento tras ser firmado por el Presiden-

te de la República, Sebastián Piñera, entró en vigencia el 14 de febrero, modificando aspectos claves de las actuales normas vigentes, hasta que éstas sean actualizadas vía INN.

Antes del terremoto, la comisión permanente de la 433 se encontraba estudiando modificaciones a la norma de 2009. Parte de los cambios incluidos en el DS, provienen de dichos estudios, sumados a las nuevas experiencias recogidas tras el sismo. Cabe destacar que tras el terremoto la mayor parte de los edificios no presentaron daños estructurales o éstos fueron menores, incluso cerca del epicentro, no obstante, se detectaron defectos en las normas que era necesario corregir.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Una de las grandes modificaciones incluidas en el decreto supremo, señala que para aquellas estructuras clasificadas en suelo tipo 2, con bajas demandas, ahora serán clasificadas en suelo tipo 3, es decir, el mismo edificio, en el mismo lugar, aumentará su demanda en relación a la norma del 2009.

Abajo: Se observa el colapso por desplazamiento lateral del suelo por licuefacción ocurrido tras el terremoto del 27 de febrero.



GENTILEZA INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN



te de la norma de emergencia", indica Rubén Boroscchek, profesor del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile y especialista en ingeniería sísmica. "Uno de los aprendizajes tras el terremoto, fue que en estratos profundos de arena se producen aceleraciones con un contenido importante de bajas frecuencias, originando grandes desplazamientos en edificios del orden de los 15 a 20 pisos, mayor que lo establecido en la norma de diseño sísmico. Algunos estratos profundos de arenas densas o limos se podían clasificar como suelo 2, pero al cambiar a suelo 3, los desplazamientos calculados para los edificios sobre ellas serán mucho mayores que lo que se consideraba antes. Al aplicarse los métodos actuales basados en fuerzas se necesitarán estructuras más resistentes, éste aspecto se corregirá más adelante

necesitándose para ello un estudio cuidadoso", complementa Patricio Bonelli, ingeniero civil y académico del Departamento de Obras Civiles de la Universidad Técnica Federico Santa María (USM).

"En el contexto de la amplificación sísmica del terremoto aprendimos dos cosas. Que la grava clásica de Santiago tuvo un muy buen comportamiento, mientras que en Concepción y Viña del Mar (ciertas zonas), el suelo habría influido negativamente en la respuesta sísmica de las estructuras. Esto, teniendo en consideración que Santiago estuvo más alejado de la zona epicentral. Recordemos que en la zona norte de la capital, con suelos finos saturados, también hubo un mal comportamiento sísmico. En la norma vigente, tanto Concepción como Santiago se clasifican en suelo 2, lo que desde un punto de vista estructural significa que entregan la misma solicitud sísmica", comenta Ramón Verdugo, profesor adjunto del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile y presidente de la Sociedad

En su misión de entregar información técnica relevante, Revista BiT presenta las conclusiones de algunos de los expertos más destacados en materia de diseño sísmico y estructural del país, e integrantes del Comité Técnico. Las distintas opiniones complementan este artículo. Aquí las principales modificaciones.

LAS MODIFICACIONES

Según los especialistas, tres son los principales cambios incluidos en el DS: la clasificación de suelos, un nuevo espectro de diseño y la modificación al diseño de muros de hormigón armado, normado por la NCh 430, de la cual se adelantan sólo algunas novedades, debido a que en la edición de mayo de Revista BiT se investigarán más en profundidad.

1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Consenso hubo entre los expertos, en que una de las grandes modificaciones viene dada por la nueva clasificación de suelos, para lo cual se modificó la tabla de la NCh433, que en la práctica significará que algunas estructuras clasificadas en suelo tipo 2, con bajas demandas, ahora serán clasificadas en suelo tipo 3, es decir, el mismo edificio, en el mismo lugar, aumentará su demanda en relación a la norma del 2009. "Este cambio de clasificación de suelos, por sí solo, es la modificación más fuer-

REGISTROS 27F

El desarrollo del decreto se vio enturbiado por la problemática existente en torno a los registros del sismo, de propiedad de la Universidad de Chile y sobre los cuales tienen libre uso los académicos de dicha Casa de Estudios para investigación, "pero no tenemos obligación de distribuirlos porque son inversiones que hemos realizado por años en la universidad", comenta Rubén Boroscchek. "Veámos venir esta situación, y hace varios años promovimos con el Estado financiar una red pública y de libre acceso, y aún hoy, eso no ocurre". Y prosigue. "Entiendo que los datos los necesitamos todos y por eso participamos en los comités, nunca dijimos que no los teníamos, pero hemos hecho un esfuerzo enorme en recogerlos y hay que destacarlo."

Chilena de Geotecnia (Sochige). "Si tomamos el suelo como soporte, no hubo mayores problemas. Ahora bien, dependiendo del tipo de suelo, la onda sísmica viaja por la roca basal, se transmite a través del suelo y emerge en la superficie modificada por el depósito de suelos, pudiéndose amplificar o atenuar y variar su contenido de frecuencia. Por lo tanto, desde el punto de vista de la clasificación de suelos, sí se observaron dificultades, donde el suelo 2 respondió como 3 y, en términos reales, hubo mayor sollicitación que lo que la norma asignaba", prosigue Verdugo.

La historia sigue. "Como la norma tenía problemas de interpretación, decidimos como grupo de mecánica de suelos dejar básicamente un parámetro de entrada, para que cualquier ingeniero con distinto grado de conocimiento, en base a una certera medición de dicho parámetro, obtuviese un valor. Este parámetro se conoce como "velocidad de onda de corte" o V_s , y se mide hace años en el mundo desarrollado, pero en Chile no es muy masivo. Por eso se consensuó un período de transición de dos

años, en que dicho parámetro se pueda obtener por medición directa, o a través de correlaciones. Definido el V_s , un nuevo antecedente asomaba: hasta dónde medirlo. Si bien en Estados Unidos y otros países sísmicos se utiliza el V_{s30} , es decir, el valor promedio de los primeros 30 m de profundidad, se sabe que la respuesta sísmica es controlada por el espesor completo del depósito de suelos. En la práctica no es posible medir hasta el basamento rocoso y se optó por mantener la idea de medir en los primeros 30 metros. En Chile los edificios poseen en promedio uno o dos subterráneos, la pregunta era si esos 30 m se debían prospectar a partir del último subterráneo o si éstos eran parte de los 30 metros.

Otra interrogante: ¿era correcto medir los 30 m cuando la carga del edificio incide por los lados y no medirlo por la base? Hubo dos posturas: una apuntó a que la respuesta del suelo es única e independiente de si el edificio tiene uno o dos subterráneos y ésta estaría controlada principalmente por los 30 m superiores del terreno. La otra quiso ocuparse

de cómo entra el sismo por la base del edificio, por lo tanto propuso pedir los 30 m, desde la fundación del edificio hacia abajo. En este punto se argumentó que, en general, el suelo mejora en profundidad y si un edificio se funda a 10 m, el eventual terreno no competente de los 10 m superiores no puede afectar la sollicitación sísmica sobre el edificio. "Algunos profesionales lo encontraron exagerado, pero al final consensuamos los 30 m desde el subterráneo hacia abajo. Nos pareció que era un avance en términos de una mejor prospección", resume Verdugo.

2. ESPECTROS DE DISEÑO

El espectro es una curva de diseño que define la fuerza y desplazamientos sobre el edificio a ser diseñado. "Tomamos los registros del terremoto (recuadro Registros 27F) mediante la red de acelerógrafos distribuidos en distintas zonas del país, en conjunto con los registros desde el año 85", relata Boroschek. "La norma estaba mala conceptualmente en suelos tipo 2. Esa corrección la habíamos hecho en



SANTOLAYA

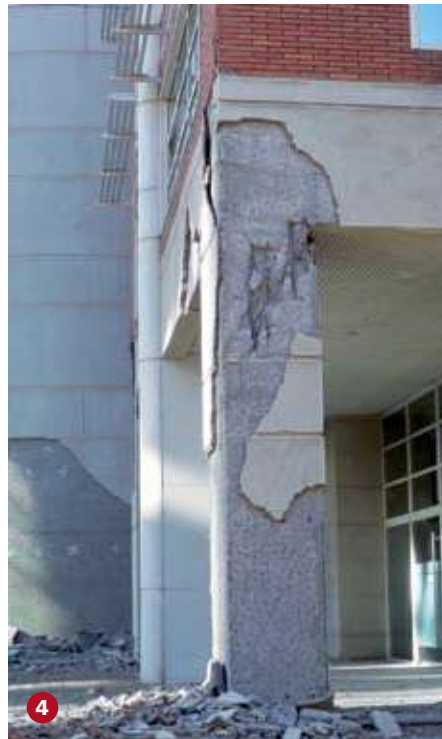
Ingenieros Consultores

CALCULO ESTRUCTURAL

Gonzalo Santolaya de P.
Mario Patiño C.
Carlos Sepúlveda S.
Osvaldo Herrera L.
Humberto Villalobos P.

Padre Mariano 181 Of 801 Providencia Santiago • Chile Fono: 347 8105
Fax: 347 8101 E-mail: contacto@santolayaing.cl

1 y 2. Según los expertos, en el terremoto se observaron fallas por compresión. Al comprimirse el hormigón, si no está lo suficientemente confinado mediante estribos o zunchos, éste falla y las barras verticales se pandean y doblan. Por ello es que cuando viene el movimiento hacia el lado contrario, se estiran y cortan.



3. En el decreto supremo se integró la prospección del suelo en los primeros 30 metros, pero desde la fundación del edificio hacia abajo.

4. Uno de los aprendizajes observados es que, si bien los edificios de muros funcionan muy bien, cuando éstos son muy delgados y están sometidos a cargas de compresión importantes, tienen un comportamiento frágil o de falla brusca.

la NCh2745 de Edificios Aislados, pero no se llevó a la 433. Así, vimos la oportunidad en este decreto, de analizar cuál era el criterio de ajuste de los nuevos espectros”, comenta Boroschek.

Surgieron tres propuestas: 1. Se proponía la envolvente de las respuestas observadas, que considera el desplazamiento en el nivel superior, en edificios con distinto período de vibración. 2. Se pedía que se representasen bien los desplazamientos observados. 3. Se quería mantener la resistencia. Visiones muy distintas. “Hay quienes argumentaban que el desplazamiento era lo único importante y que la resistencia se fija en cualquier nivel, por lo que el espectro no tiene importancia, excepto mostrar cuál es el desplazamiento correcto. Otros decían que les gustaba diseñar por resistencia y apuntaban a que el espectro reflejara esa propiedad”, relata Boroschek. “Finalmente no se aceptó la envolvente, quedando un espectro de acuerdo, que a mi juicio refleja bastante bien los desplazamientos observados, excepto en algunos casos”, agrega Boroschek. En resumen, en base al espectro incorporado en el

decreto, se tratará de predecir de mejor manera los desplazamientos de un edificio.

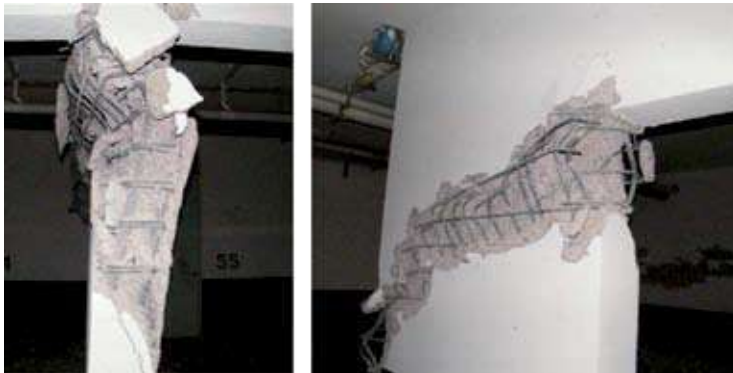
3. DISEÑO DE MUROS

Una de las modificaciones que generó más controversia es la que establece cómo se diseñan los edificios de hormigón armado, bajo la NCh430. “El terremoto demostró que estábamos siendo audaces en soportar compresiones en muros. Tuvimos fallas frágiles por exceso de compresión, producto de las cargas verticales y de los giros, y no estábamos dando cuenta de forma lo suficientemente estricta los detalles de confinamiento de armadu-

ras en las cabezas de muros”, apunta Gonzalo Santolaya, gerente general de Santolaya Ingenieros Consultores. “Lo que aprendimos en general es que, si bien los edificios de muros funcionan muy bien, cuando éstos son muy delgados y están sometidos a cargas de compresión importante, tienen un comportamiento frágil o falla brusca”, comenta René Lagos, gerente general de René Lagos y Asociados. Sin duda el cambio que causará impacto en la cantidad de enfierradura resultante en los edificios, es el aumento del esfuerzo de corte sísmico en un 40%, con respecto a lo que se hacía antes. “Se hizo para evitar fallas frágiles por esfuerzo de corte, porque al mejorar el diseño a flexión, en forma relativa el muro quedará más vulnerable a una eventual falla por esfuerzo de corte. Levantar ese requisito, es uno de los aspectos que más incide en el aumento de cualquier armadura, a pesar de aplicarse en los muros inferiores de edificios altos. Probablemente éste será uno de los aspectos, en una futura versión de la norma, que se deberá recalibrar a través de otro coeficiente”, señala Alfonso Larraín, presidente de la Asociación de Ingenieros Civiles Estructurales de Chile (AICE).

Asimismo, y producto de la aplicación de las disposiciones del ACI 318, se modificaron

GENTILEZA ALFONSO LARRAÍN



Descensos verticales en cabezas de muros con eventuales desplomes que se traducen en desplazamientos horizontales en niveles superiores.

los requisitos de confinamiento. “Esta norma exige que para tomar la decisión de dónde confinar, el desplazamiento superior será por lo menos 7/1000 de la altura. El cambio radicó en no usar ese valor para cualquier muro, sino que utilizar el valor que entrega la NCh433, que en muchos casos de edificios es menor que el 7/1000 y, por lo tanto, se incluyen menos requisitos de confinamiento en el decreto que lo que indica el ACI 318. Si bien hay consen-

so del relajamiento de la exigencia del ACI 318, se correlaciona bien con lo observado en el terremoto”, indica Lagos.

PUNTOS COMPLEJOS

Varios fueron los ítems de no consenso entre los integrantes del Comité. Revista BIT presenta aquellos de acuerdo relativo, pero también las posiciones opuestas, abriendo el debate.

1. ESPECTROS: “Con el espectro propuesto los momentos volcantes aumentan, en especial en suelo 2, entre un 50 y 80%, lo que a su vez aumenta considerablemente la armadura. Si bien los edificios en general en suelo 2 no funcionaron mal, el que estemos subiendo los esfuerzos y la cantidad de armadura, no resulta como explicación lógica para los mandantes e inmobiliarias. De que hay que elevar un poco el espectro, creo que sí, el problema es cuánto. Así podríamos manejar el hecho de que la armadura a flexión no suba tanto, mientras que la armadura al corte diseñarla por capacidad”, detalla Larraín.

Pero hay más. “Se adoptó un nuevo espectro basado en los registros obtenidos que no fueron compartidos. Conceptualmente es correcto en los períodos bajos a medios, pero está manipulado para períodos altos. Así, para edificios bajo 1 segundo (cualquier edificio de vivienda bajo 18 a 20 pisos), prácticamente se mantiene, pero en períodos de 1,5 segundos y más (edificios de vivienda de 30 pisos y cualquier edificio de oficinas) hay un aumento considerable (entre 50 y 80%) de los esfuerzos de volcamiento, lo que se traduce en el aumento de espesores y en fierros de punta de muros”, apunta Gonzalo Santolaya. Y continúa, “a la modificación del espectro le falta calibración. Es necesario hacer edifi-

DECRETOS Y NORMAS INN

UNA NORMA chilena es un documento cuyo estudio a nivel de comité técnico ha finalizado y ha sido aprobada por el Consejo del INN. Una norma chilena pasa por diferentes etapas: anteproyecto de norma; proyecto de norma; norma en consulta pública; norma chilena y norma chilena oficial. Así, mientras la norma INN necesita de un período de consulta pública de 60 días, los decretos supremos pasan directamente a ser aplicados, tras la firma del Presidente de la República y del Ministerio competente. Por otra parte, con fecha 27 de enero, la Ministra de Vivienda encargó al Instituto de la Construcción (IC), la constitución de comités que permitan, en un plazo de seis meses, contar con anteproyectos de normas que reemplacen las normas transitorias 430 y 433, y desarrollen una nueva norma nacional de espectro sísmico, que pueda ser actualizada en forma periódica, y que sirva de referencia para el conjunto de normas de diseño sísmico vigentes en Chile.

MUROS MESA®

- Muros TEM o MSE antisísmicos
- Sistema prefabricado
- No utiliza acero
- Terminación estética
- Estribos de puentes



GEOPIER

CIMENTACIÓN INTERMEDIA®
PILAS DE GRAVA COMPACTADA



- Elementos rígidos de alta resistencia
- Control de asentamientos
- Capacidad de carga superior
- Ahorros en costos de cimentación

EMIN
SISTEMAS
GEOTECNICOS S.A.

SINGULARIDADES ARQUITECTÓNICAS

Con el terremoto se observó que una de las fuentes de problemas que dieron origen a fallas o donde se ubicaron las fallas, fueron aquellas zonas de discontinuidad geométrica de los muros o cuando hay recortes para pasadas o estacionamientos. Esas áreas normalmente acumularon daños, o fueron el inicio de problemas en varios edificios.



cios durante meses para probar qué pasa. Un espectro propuesto tiene que ser probado por mucho tiempo y en muchos edificios para poder calibrarlo”.

En el mismo frente, ¿no será muy exagerado el aumento del corte para producir falla por flexión, evitando así la falla por corte?, se pregunta Rodrigo Mujica, socio director de VMB Ingeniería Estructural y director de AICE. “De lo observado tras el terremoto, que fue bastante, no nos tocó ver ninguna falla de corte que pueda asociarse con una falta de dicho factor de amplificación”, postula Mujica.

2. RESISTENCIA O DUCTILIDAD: “Notamos que los edificios chilenos tenían muros muy delgados y eso originó parte de las fallas. Lo que se pretende es que el edificio sea capaz de deformarse más, pero sin fallar, eso es darle ductilidad, y se obtiene con mayores espesores y con armadura transversal, sobre todo de confinamiento”, apunta Larrain.

Frente a la hipótesis que no se puede suponer que todo es elástico y que las variables se comportan en forma lineal (proporcional), las respuestas son dispares: “Esto es correcto, pero para que exista comportamiento plástico y se pueda disipar energía en muros es necesario cumplir con un importante nivel de confinamiento de las armaduras y reducir la carga máxima de compresión. Las fallas que se observaron no fueron plásticas ni disiparon energía porque fueron de tipo frágil”, comenta René Lagos.

“Al aplicarse el método de análisis de la norma, se supone que el edificio es elástico, lineal, homogéneo y que las deformaciones son pequeñas, pero en los terremotos, necesariamente la respuesta de la estructura transcurre dentro del régimen no lineal de respuesta, los edificios están agrietados, hay armaduras que fluyen, las deformaciones son

grandes, y la carga vertical aumenta el efecto del momento volcante. En el análisis lineal elástico, el edificio vibra y regresa a la posición inicial, en la respuesta no lineal, el edificio vibra, con tendencia a irse hacia un lado, se deforma, y en algunos casos podría precipitarse hacia un lado, hasta llegar al suelo. Esto se llama colapso incremental, que son

COSTOS, CÁLCULO Y VISIÓN DE MERCADO

Mientras que para algunos el aumento de los costos en obra gruesa será cercano al 10%, otros expertos hablan de un 30%. “Estos aumentos son los casos extremos y afectan sólo a edificios de gran altura (20 a 30 pisos) en zona sísmica 2 con suelos tipo 2. Esto produce aumentos de espesores en muros y mayores armaduras en primeros pisos, dejando el resto sin variaciones. Elementos como pilares, vigas y losas no cambian, por lo que el aumento local no tiene un impacto en el costo total de la estructura”, indica Lagos.

Respecto a la revisión de proyectos, hay cierto consenso en que se deberán recalcularse aquellos edificios que no cumplan la norma, siempre y cuando no estén construidos. “Aquellos que no tienen permiso municipal de construcción, tendrán que recalcularse. Para el resto, sería conveniente hacer un reforzamiento”, apunta Boroschek.

Estos cambios de seguro “traerán una resistencia fuerte, pero es parte de toda transición”, comenta Boroschek. “Uno como proyectista tiene que cumplir con la legalidad vigente. Hay quienes deciden cumplir con lo que la ley les obliga en el momento, otros prefieren cubrirse dentro de lo que va a venir. Como profesionales estamos en parte limitados a los requerimientos del mandante, pero tenemos derecho a exigir estándares mínimos. Desde un punto de vista legal, el día de mañana es cuestionable que aceptemos hacer edificios con una norma que sabemos que tiene insuficiencias”, señala Lagos.

ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

Paralelamente al decreto y a las reuniones de la NCh433, Rubén Boroschek propuso un conjunto de medidas de adecuación de la norma. SON CUATRO LOS PASOS FUNDAMENTALES:

1. Evaluación de edificios dañados y no dañados en zonas en las cuales el terremoto fue intenso. Por ejemplo Concepción y Viña del Mar. Podría incorporarse Santiago.

2. Realizar un estudio geotécnico-geofísico de los sitios de todas las estaciones en los cuales se han obtenido registros sísmicos de importancia. Esto permitirá mejorar la forma en que se clasifican los suelos en la norma chilena y establecer una relación más robusta entre la calificación del suelo y la selección del espectro de diseño.

3. Generación de una Norma de Espectros de Demanda Sísmica.

4. Validar las recomendaciones del DS en edificios existentes que sufrieron y que no sufrieron daño, para evaluar su efectividad, impacto en plazos y costos.

situaciones complejas de considerar en los análisis en la etapa de proyecto, quedando más bien para la investigación. El problema es encontrar una manera de bajar la resistencia requerida y controlar la deformación, y en eso estamos”, apunta Bonelli.

Al querer limitar las deformaciones, “con los métodos que estamos utilizando, subimos la resistencia, y no queremos eso. El tema va por la ductilidad, y ésta se logra con espesor de muros y armadura transversal”, comenta Bonelli. No obstante, si bien “podemos resolver problemas sin aumentar la resistencia, hay que tener cuidado, porque si se baja la resistencia y se la compensa con mayor ductilidad, es positivo, pero si se baja la resistencia y no se la compensa con mayor ductilidad, es grave. Es un equilibrio que establece el especialista y me atrevería a decir que pocos tienen la experiencia para hacer esa sintonía fina. Si bien es conceptualmente válido y correcto y las normas están evolucionando para poder moverse en esa dirección, es delicado”, contraponen Lagos.

Finalmente, “se optó por aumentar la resistencia, aunque no todos éramos partidarios de hacerlo. Se irá ajustando si es necesario, pero hay un aumento de refuerzo estructural y de dimensiones asociadas al espectro que a mi juicio es acotado”, finaliza Boroschek.

3. DISEÑO DE MUROS: En el punto 3.1 de la norma de emergencia (relativa a la

NCh430) no se llegó a acuerdo y se refiere a exigir el alargamiento del acero (sección completa y compuesta) superior al 0.004 cuando el hormigón alcance el 0.003 en compresión (o diseñar con 0.75 de balance). “Este artículo es un cambio conceptual profundo de nuestra práctica y escapa por lejos a lo que se pretende en una norma de emergencia. El análisis exigido es de enorme complejidad y además no está avalado por evidencia empírica. Las fallas solamente se observaron en espesor de 20 cm o menos. Para espesores mayores, en que se puede confinar de buena forma, parece del todo excesivo”, apunta Santolaya.

Un ejemplo concreto. “Hemos diseñado varios edificios sabiendo que estos decretos van a ser realidad, llegando a resultados que verdaderamente son impracticables. Por ejemplo, un edificio calculado en Concón, arrojó muros de hasta 70 cm de espesor en primeros pisos (lo normal es entre 20 y 30 cm), cosa que jamás había hecho en mi vida, con la misma estructura y tipología del edificio vecino”, ejemplifica Santolaya. Por tanto, “la comisión está tratando de hacer un nuevo estado del arte del diseño del hormigón armado, por eso hoy en día la 430 es la que más oposición tiene entre toda la comunidad”, prosigue Santolaya.

Pero hay más. “Varios cambios propuestos tienen justificación teórica, pero no el suficiente respaldo técnico como para adoptarse en una norma. Por ejemplo, la

NUEVOS

FLEXIBLES
TECHNOFLEX

Solucione la corrosión en el flexible,
causa principal de filtraciones e inundaciones



UNICO FLEXIBLE resistente a la corrosión

Ensayo realizado por más de 6600 horas en laboratorios de



- ✓ Resistente a los agentes corrosivos presentes en detergentes domésticos
- ✓ Máxima flexibilidad en la instalación evitando posibles estrangulamientos
- ✓ Garantía extendida de 10 años por fallas de fabricación

Flexibles disponibles:

- (1) Flexible para agua M10 x 1/2" HI de 40 cm.
- (2) Flexible para agua HI-HI 1/2" de 40 cm.
- (3) Flexible para llave angular de 25 cm. HI 3/8" x HI 15/16"
- (4) Flexible para llave angular de 35 cm. HI 3/8" x HI 15/16"

STRETTO

DISEÑOS QUE FUNCIONAN

LAS ENSEÑANZAS

Independiente de si hubo consenso o no, se dio un paso adelante y Revista BiT puso en discusión temas vitales para el diseño sísmico de edificios.

■ **EN ÉTICA Y CONSTRUCCIÓN:** “Desde un punto de vista ético, no es presentable hacer como si el terremoto no existió y que no hemos aprendido nada nuevo, lo lógico es incorporar las lecciones de modo que la sociedad se beneficie de ellas”, comenta René Lagos. “Es indudable que cualquier ingeniero va a poner mayores espesores de muros y va a preocuparse del problema de ductilidad y de confinar”, complementa Alfonso Larraín.

■ **EN DISEÑO SÍSMICO:** “Tenemos que revisar aquellos edificios de 15 a 20 pisos, que no son tan flexibles y que han tenido mala respuesta en suelos blandos. Creo que

aumentando el espesor de muros en conjunto con armaduras transversales en sus bordes, daremos un paso cuántico, y es probable que ya no tengamos peligro de colapso ni fallas como las observadas. Es la señal que se pretende con los cambios, precisamente dar una alerta sobre lo complejo de lograr un buen diseño en un suelo blando”, señala Patricio Bonelli.

■ **EN COSTOS:** “Estos decretos están provocando costos elevadísimos, del 30% en el total de obra gruesa, que no los va a pagar ni la constructora ni la inmobiliaria, sino el cliente final. Me parece erróneo malgastar la plata y los recursos del país. Si lle-

gamos un día a un consenso, después habrá que rebajar y disminuir medidas, y no veo quién será la autoridad dispuesta a hacerlo”, apunta Gonzalo Santolaya. “Al superponer las modificaciones, se llega, para algunos edificios, a situaciones tremendamente exigentes, y por eso hay situaciones en las que efectivamente se tiene que cuadruplicar los espesores de muros”, complementa Rodrigo Mujica.

■ **EN ESPECTROS:** Mientras que para Gonzalo Santolaya “el espectro propuesto, en principio parecía tener lógica, porque cubría el déficit observado, en la práctica castiga severamente a edificios más altos con períodos arriba de un segundo. Hoy en día cálculos de edificios de oficinas en base a marcos rígidos con núcleo central, entregan espesores impresionantes”. En la vereda del frente, Rubén Boroschek concluye que “hemos caminado en la dirección correcta, hemos avanzado en los temas difíciles y estamos aportando mayor seguridad a las estructuras de mediana y gran altura en Chile”.



limitación del esfuerzo normal de los muros se adoptó sin que se haya estudiado en profundidad lo ocurrido con muros que fallaron y que no fallaron. En las reparaciones de edificios que hemos ejecutado, nos hemos encontrado con problemas de hormigonado y de disposición de armaduras que pueden haber provocado las fallas”, complementa Mujica.

4. SUELOS: El DS incluye una mayor exigencia a la clasificación para suelo 2 (aumen-

to de velocidad Vs30 de 400 a 500 m/segundo). “Lo grave es que las arenas densas sobre rocas, presentes en zonas exitosas como Reñaca, Concón, Iquique, entre otras, son clasificadas por defecto como suelo 3b, pudiendo pasarlas a suelo 3a con algunos ensayos de penetración o medición de velocidades de onda, pero es casi imposible pasarlas a 2, excepto que tengan roca muy superficial”, apunta Gonzalo Santolaya. “Hoy en día cal-

cular un edificio idéntico a uno construido con anterioridad en el terreno vecino, cuesta en obra gruesa, probablemente un 30 a 40% más. Esto contrasta con aquellas zonas donde los edificios tuvieron daños (ejemplo la zona norte del estero de Viña del Mar), donde es lógico que tenemos que gastar e investigar”, detalla Santolaya.

Tareas pendientes, muchas. Algunas serán investigadas en futuros artículos, como zonas de discontinuidad geométrica de muros, ciertas esbelteces y los estacionamientos subterráneos. En suelos, los ensayos para detectar singularidades topográficas, así como el estudio del suelo tipo 4, que en el DS se dejó como proyecto especial. En espectros, aplicar el conocimiento de los registros de Concepción y de otras zonas del país. Son los nuevos requisitos. ■

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- Terremoto Chile 2010”. Revista BiT Nº 72.

TIGRE

Tubos y conexiones



Instaló TIGRE, está tranquilo.

Canaletas de Techo



Sistema de desagüe domiciliario de Canaletas de techo en sus presentaciones Aquapluv y Aquapluv Style.



- Soportan dilataciones y contracciones.
- Completa gama de conexiones.
- Sellado perfecto.
- No necesitan pintura.
- No requieren soldadura.
- Unidas con Anillos.

PARA COMPLEMENTAR
LA **LÍNEA DE FITTING**

**NUEVO CODO
AQUAPLUV Y
AQUAPLUV STYLE**



- Permite conectarse al desagüe de aguas lluvias enterrado.

Aquapluv **Style**

Canto Rectangular



Aquapluv

Canto Redondeado



TIGRE CHILE S.A.

Av. La Montaña 754, Barrio Industrial los
Libertadores, Colina. Santiago.
Teléfono: 444 3900 - Fax: 444 3995

www.tigre.cl

- La aplicación de una máquina tuneladora para construir un túnel de 8.125 m de longitud, ha sido uno de los grandes retos técnicos del proyecto Túnel Sur en Los Bronces. Revista BiT recorrió el túnel y presencié los trabajos de la TBM, de 90 m de longitud. Aspectos logísticos, de montaje y operación de la tuneladora, fueron planificados hasta el más mínimo detalle.
- Entremos en el funcionamiento de este gigante subterráneo.



TUNELADORA EN TÚNEL SUR, LOS BRONCES

GIGANTE SUBTERRÁNEO

PAULA CHAPPLE C. y ALEJANDRO PAVEZ V.
PERIODISTAS REVISTA BIT

AUNQUE CHILE es uno de los países mineros más importantes del mundo y está dentro de aquellos que emplean un alto nivel de tecnología, la utilización de máquinas tuneladoras ha sido escasa en túneles mineros comparada a los países vecinos. No obstante, esta realidad parece formar parte del pasado, ya que en la actualidad se desarrolla el Proyecto Construcción Túnel Sur - Los Bronces, que nace como una necesidad del mandante Anglo American, de un acceso permanente, expedito y seguro para sondear el futuro Yacimiento Sulfatos. Para lograrlo, “se decidió utilizar una tecnología de punta, más segura y que presentaba los mejores plazos de ejecución, mediante la excavación mecanizada en base a la utilización de una “Máquina Tuneladora” o Tunnel Boring Machine, conocida como TBM”, comenta Vicente Irarrázaval, vicepresidente de exploracio-



GENTILEZA ANGLO AMERICAN

FICHA TÉCNICA

TÚNEL SUR - LOS BRONCES

UBICACIÓN: División Los Bronces a 65 km de Santiago y a 3.500 m sobre el nivel del mar

MANDANTE: Anglo American

TECNOLOGÍA USADA: TBM y método Drill & Blast

CONSORCIO: Dragados Besalco

INVERSIÓN APROXIMADA DEL TÚNEL: US\$ 60 millones

CARACTERÍSTICAS TBM

MARCA: SELI, Italia

TIPO: Doble Escudo Universal (DSU)

DIÁMETRO CABEZA: 4,50 metros

PESO CABEZA Y ESCUDOS: 200 toneladas

DIÁMETRO CORTADORES: 19 pulgadas

NÚMERO CORTADORES: 28

CARGA MÁXIMA POR CORTADOR: 300 kN

LARGO BACK UP: 70 metros

PESO BACK UP: 70 toneladas

PESO TOTAL TBM: 270 toneladas





1



2

GENTILEZA ANGLIO AMERICAN

TBM EN EL INTERIOR DEL TÚNEL SUR

1. Frente de la tuneladora dispuesta en la caverna.
2. Detalle de uno de los carros ferroviarios que componen el Back Up.
3. Cabina de control desde donde se opera la TBM.
4. La máquina excava a través de la generación de círculos concéntricos en el frente del túnel, producidos por la penetración en la roca de los 28 cortadores de la cabeza de corte.

nes de Anglo American.

Si bien el túnel no es parte directa del Proyecto de Expansión Los Bronces (ver recuadro), cuando se ponga en operación la explotación del yacimiento, éste contribuirá con minerales de mayor contenido de cobre, que pueden ser minerales de reemplazo o nuevas expansiones. De esta forma, la construcción del túnel evitará inconvenientes climáticos, con un acceso permanente y seguro para la evaluación del área del proyecto.

El túnel sur tiene 8.125 m de longitud, y se construye desde un portal ubicado a 3.608 metros sobre el nivel del mar, en la División Los Bronces. Se ejecuta en un sólo frente, por tanto se trata de un túnel ciego que no sale a la superficie, y que ha demandado numerosos retos técnicos y logísticos.

Revista BIT fue protagonista exclusiva de las faenas en terreno de esta máquina y de la construcción del túnel. Viaje cerro arriba. Al interior de este gigante subterráneo.

LA TUNELADORA

Sin lugar a dudas, la TBM es la gran protagonista de esta obra de ingeniería, no sólo porque ésta es la segunda experiencia de su aplicación en Chile (en túneles mineros), sino por el desafío que implica utilizar una máquina especializada y de grandes dimensiones. Anote: se trata de una tecnología de doble escudo universal, con un diámetro de 4,5 m y 90 m de longitud.

La decisión de utilizar este desarrollo “se tomó en base a tres variables: la seguridad, el diseño y el plazo de ejecución del túnel, en



3

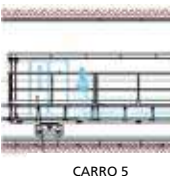
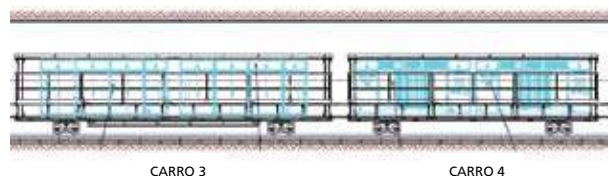
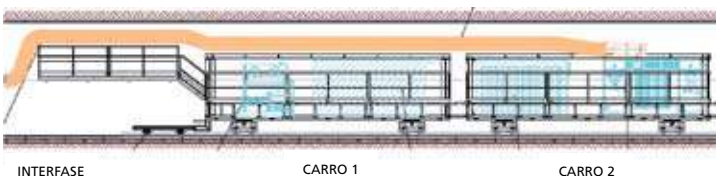


4

GENTILEZA BESALCO

SECTORES DE LA TBM

Al lado, se muestra un corte transversal del sector 1 y 2 de la TBM. El sector 1, incluye la Cabeza de Corte, Escudo Delantero y Escudo Telescópico. El sector 2 en tanto, está formado por el Escudo de Grippers y el Erector de Dovelas. Abajo, el sector 3 o Back Up, compuesto a su vez por siete carros ferroviarios, en donde se encuentran instalados todos los equipos que hacen posible su funcionamiento. En resumen, los tres sectores de la máquina miden en conjunto 90 m de largo.



INTERFASE

CARRO 1

CARRO 2

CARRO 3

CARRO 4

CARRO 5

conjunto con la iniciativa de Anglo American, de reintroducir la tecnología al país, generar innovación y hacer un aporte efectivo al futuro de la ingeniería minera (tunelera) del país”, comenta Vicente Irarrázabal. Ante la alternativa tradicional de construcción de túneles en base al método de perforación y tronadura (Drill & Blast), las ventajas en seguridad al utilizar la TBM eran evidentes, toda vez que evita la ejecución de aproximadamente 3.500 tronaduras con explosivos, con la consecuencia directa de no tener que transportar ni manipularlos; también se elude la presencia de gases producto de los explosivos y las detonacio-

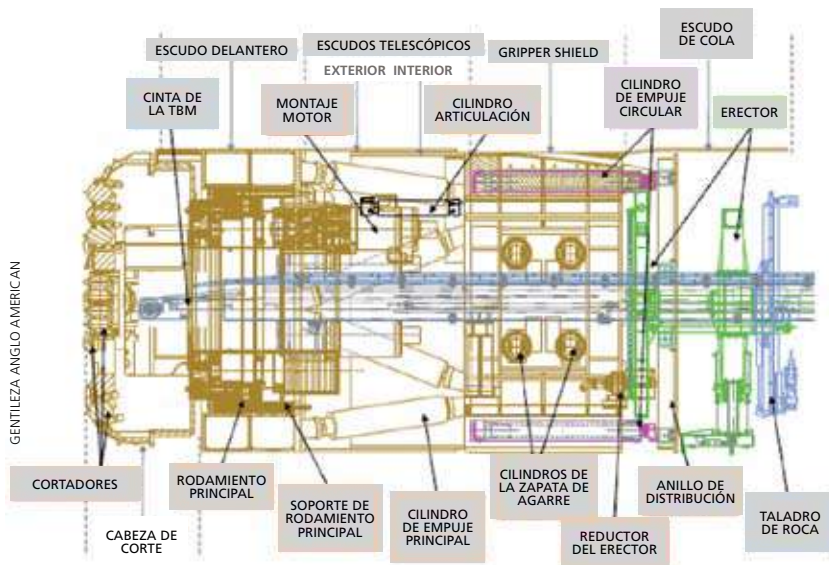
nes en el interior del túnel, mejorando considerablemente la ventilación en su interior. Asimismo, “estructuralmente la excavación se ve menos ‘golpeada’, quedando una terminación más sana y sin incidencias hacia el interior del macizo rocoso”, detalla Irarrázabal. Su utilización también trae consigo una disminución importante en el número de trabajadores que participan en la operación, en que las horas de exposición a los riesgos son menores.

Entremos a este gigante subterráneo. La TBM está conformada básicamente por tres sectores: 1. Cabeza de Corte, Escudo Delantero y Escudo Telescópico. 2. Escudo de Grippers y Erector de Dovelas y 3. El Back Up, compuesto por 7 carros ferroviarios, donde se encuentran instalados los equipos que hacen posible su funcionamiento. Si bien estos segmentos conforman la TBM como un todo, cuando la tuneladora avanza, no avanzan las tres partes en forma simultánea, quedando postergado el avance del Escudo de Grippers y Erector de Dovelas para una secuencia posterior del ciclo.

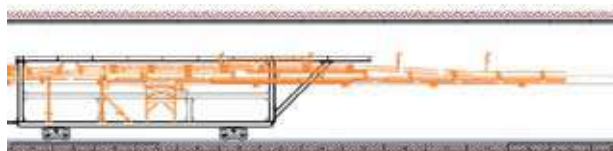
La TBM excava a través de la generación de círculos concéntricos en el frente del tú-



COMPONENTES TUNELADORA (CORTE TRANSVERSAL)



CARRO 6



CARRO 7



LÍNEAS DE PRODUCTO

- TUNNEL LINER
- TUBOS DE ACERO CORRUGADO
- DEFENSAS CAMINERAS

APLICACIONES

- CRUCES DE CAMINO
- CUBRE CINTAS
- TUNELES DE PROTECCION STOCK PILE
- CRUCES DE LEACH PAD
- ESTANQUES AUSTRALIANOS
- ALCANTARILLAS



EMPRESA
ISO 9000, ISO 14000,
OHSAS 18000,
CESMEC ISO CASCO 5,
IRAM INTI



ISO 9001:2008 N° 1120
 OHSAS 18001:2007 N° C-699
 ISO 14001:2004 N° B-782

CONTACTO:

contacto@tecnovial.cl
www.tecnovial.cl

Lote D, Parcela 9, Santa Ana de Chena,
 Maipú, Santiago
 Fono: (56-2) 537-2410



1



2



3



4

GENTILEZZA ANGLIO AMERICAN



5

LOGÍSTICA

1 y 2. Esta operación acarreó una serie de inconvenientes con el traslado, ingreso y manipulación de las partes más pesadas del equipo: por ejemplo, el rodamiento principal de 40 toneladas y las dos piezas de la cabeza de corte, de 18 y 25 toneladas respectivamente (en la foto), debieron trasladarse en un camión de cama baja. Las condiciones climáticas sumaron un reto adicional a las maniobras.

MONTAJE PIEZAS TBM

3, 4 y 5. Montaje Cabeza de Corte, compuesta de 28 cortadores y 4 palas.

nel, producidos por la penetración en la roca de los 28 cortadores de la cabeza de corte, la que a su vez es empujada por 8 cilindros de empuje principales (hidráulicos) generando contra el frente un empuje total de 8.700 kN (kilo newton, unidad de fuerza). Para generar la "reacción" necesaria para esta fuerza, la TBM se "ancla" lateralmente al túnel ya excavado, a través de dos zapatas o "Grippers". La penetración de los cortadores va generando "surcos" en la roca, cada vez más profundos, a medida que impulsan los cilindros de empuje principal, hasta que se genera la rotura de la roca entre dos "surcos" consecutivos, desprendiendo una lámina de roca llamada "chip". "Cada cortador tiene potencia para cortar 5 toneladas. La revisión y mantenimiento de estas piezas se ejecuta todos los días. Con 2 cm de desgaste se deben reemplazar, en cambio, los cortadores centrales se pueden desgastar un poco más, ya que los importantes son los periféricos, puesto que son los que dan el diámetro de la excavación. Si estos están desgastados no abarcarán el espacio que la máquina necesita para avanzar", comenta Florencio Pollo, jefe de maquinaria de SELI, empresa italiana fabricante de la TBM. Los "chips" generados, son

capturados por 4 tolvas o palas, que tiene la cabeza de corte cuando gira en sentido de los punteros del reloj, y son vaciados en un buzón que los traspasa a la cinta transportadora de la tuneladora.

En el último carro del Back Up, el N°7, el material que circula en la cinta TBM, es traspasado a otra cinta transportadora, anclada al túnel ya terminado, encargada de sacar el material hasta la superficie, donde es almacenado en un acopio a la salida del portal. La máxima potencia del sistema se genera cuando la TBM está excavando y avanzan los cilindros de empuje principales, por lo que es durante esta operación (la excavación) cuando los sectores 1 y 3 se desplazan a la velocidad de penetración de los cilindros de empuje principales.

Cada ciclo de excavación es de 1,40 m, por lo que una vez terminado, se recogen los grippers y cilindros de empuje principales, quedando listos para iniciar un nuevo ciclo de excavación. A esta operación se le conoce como "Regripping" y es durante ésta cuando el sector 2 avanza los 1,40 m excavados. Lo anterior se explica porque, por diseño, la TBM puede instalar la fortificación, pernos y malla, en paralelo con la excavación, con lo que se gana tiempo en el ciclo global, y la fortificación se hace precisamente en el sector 2. Para su desplazamiento, la tuneladora se soporta según el sector que se trate. "Es así como el



Dependiendo del tipo de roca hallada en el interior del túnel, se aplicaron dovelas metálicas (abajo) y pernos helicoidales en conjunto con malla Acma (al lado).



sector 1 se soporta directamente sobre la roca excavada; el sector 2 en forma independiente sobre la estructura de la TBM en el área del sector 1 y el sector 3 sobre rieles de acero, que se apoyan y fijan a dovelas de piso, elementos prefabricados de hormigón armado”, detalla Irrázabal. Del mismo modo, en cada sector de la TBM hay personal especializado en las actividades que allí se ejecutan. Así, en el erector de dovelas trabajan 6 personas; 3 instalando las dovelas de piso y 3 en fortificación; en el Back Up trabajan 12 personas, entre las cuales se encuentran el operador de la TBM, el maestro mecánico y electrónico de la máquina y personal de apoyo, como eléctricos, mecánicos, soldadores, supervisores, encargados del ingreso de materiales y de prolongar la cinta transportadora, entre otras faenas.

EL TÚNEL

La TBM es de fabricación italiana, por lo que su diseño y ensamblaje para la entrega a

Anglo American, se hizo en este país. Como parte de este proceso, el fabricante, la empresa SELI, armó la TBM en sus talleres cercanos a Roma y conectó las principales funcionalidades, para hacer un chequeo completo en el lugar de su fabricación, lo que mejoraba la respuesta ante la ocurrencia de una falla grave de operatividad que se detectara durante las pruebas en frío y la recepción.

Luego de recibida en Roma por el mandante, fue desarmada y enviada a Chile vía marítima, donde se generaron más de 90 bultos para completarla. La fábrica envió una comitiva de técnicos expertos, cuya misión era la de armar el equipo nuevamente, de preferencia frente al portal de entrada al túnel. A su llegada a Chile, se trasladaron los 90 bultos que conformaban la TBM, desde el puerto de Valparaíso hasta la División Los Bronces y de ahí al Portal del Túnel, ubicado a 3.608 m de altura, en pleno invierno, con temperaturas de hasta -25°C,

Renovamos nuestra imagen, pero dejamos todas las ventajas de los Morteros Presec.



MEZCLA SECA PRECISA DE CEMENTO, ARIDOS Y ADITIVOS.



CONTROL EFICAZ DE MATERIALES



PIONEROS EN MORTEROS EN CHILE



SÓLO AGREGUE AGUA



AHORRO DE TIEMPO



MORTEROS FÁCILES DE PREPARAR



CALIDAD PRESEC



UNICOS CON TODO EL RESPALDO MELON.

Prefiera los morteros con calidad Presec.

Porque son eficientes y fáciles de usar, morteros predosificados Presec, son el mejor aliado para su proyecto.

Presec.

Para mayor información técnica de nuestros productos, contactarse al: Fono: 490 9000 · Email: presec@melon.cl

ESPECIALISTAS NACIONALES

Si bien el armado, operación y mantención de la TBM corre de parte del fabricante SELI, tanto Anglo American como el contratista Besalco han previsto la necesidad de formar especialistas nacionales, para la ejecución de futuros túneles con TBM en el país. Para cumplir este objetivo, hace unos 10 meses se ha comenzado con la formación de Operadores TBM, primero, y de especialistas Eléctricos y Mecánicos en la mantención de la TBM, a continuación. "Al día de hoy, los cuatro turnos de trabajo cuentan con operadores nacionales y se espera completar igual número de eléctricos, mecánicos y electrónicos para cuando termine la excavación. La supervisión de los turnos de trabajo siempre ha estado a cargo de profesionales nacionales", detalla Vicente Irarrázabal.



RETIRO DE MARINA
Las láminas de roca o "chips" generados por los discos de corte, son capturados por tolvas, y vaciados en un buzón que los traspasa a la cinta transportadora de la TBM.

con caminos cortados por la nieve y/o congelados por el frío y con un acceso al túnel particularmente estrecho y desalineado respecto a su eje.

Dadas las características del punto donde se construyó el portal, en la ladera de un cerro, no existía espacio suficiente para hacer el montaje del equipo en el exterior, de acuerdo a lo que habitualmente sucede en proyectos parecidos, por lo que fue necesario iniciar las excavaciones con el método Drill & Blast y construir una caverna subterránea, de 8,60 x 6,80 x 95 m, para ensamblar finalmente la TBM, y desde ese punto continuar el túnel mediante la máquina tuneladora. Desde el inicio hasta los 500 metros, hubo que sortear una roca de mala calidad. "Una roca fracturada o diaclasada, litología de origen ígneo (tipología de roca resultante de la cristalización de un material fundido o magma), y que por algún motivo, al entrar en contacto con el aire o con el agua, sufrió un proceso de enfriamiento brusco y se quebró", comenta Miguel Bustamante, administrador de obra de Besalco. ¿Cómo se sorteó el problema? "Para solucionarlo, aplicamos hormigón proyectado y dovelas metálicas. Después de los 500 metros,

cambiamos la fortificación de dovelas metálicas, a la de pernos y malla Acma, que deja la superficie del túnel expuesta", prosigue Julio Espinoza, gerente general de Dragados Besalco, consorcio que ejecuta el proyecto.

Pero no era la única sorpresa que les esperaba. A los 100 m, el cerro dijo otra cosa, las excavaciones se encontraron con una importante falla justo en el área de la caverna. "Se solucionó sellando con hormigón proyectado, esperamos que se estabilizara y luego pusimos marcos de acero, aislando la zona que queda entre los marcos y el levante del cerro con hormigón liviano", comenta Bustamante. Fue así como ante la mala calidad del terreno, se terminó por avanzar con excavadora y martillo picador, para evitar posibles derrumbes del techo del túnel. En suma, fueron 185 metros excavados en base a perforación tradicional en conjunto con equipamiento más bien manual.

Pero hay más. Otro desafío llegó de la mano de una abundante napa de agua, de la que salían caudales promedio entre los 200 y 300 lt /segundos. "La máquina, como es de última tecnología, tiene muchos componentes electrónicos que deben permanecer aislados de la humedad, no solamente del agua que gotea

del cerro, sino que de la humedad que hay en el aire, y que se condensa en los elementos electrónicos", apunta Bustamante. En paralelo, "nuestro plan de suministro de agua provenía de un embalse ubicado cerro abajo, en base a un sistema de impulsión que fue diseñado y construido para llegar al portal del túnel. Sin embargo, el agua subterránea, causante de numerosos problemas, a la larga, fue una ayuda porque se reutilizó en las faenas al interior del túnel", cuenta Espinoza. En resumen, "de lo transcurrido a la fecha (enero 2011), en que se han avanzado 4.000 metros, lo más complicado ha sido excavar los primeros 2 kilómetros en una roca de pobre calidad geotécnica y el ingreso de grandes caudales de agua de infiltración", prosigue Julio Espinoza.

Otro reto adicional. Es una tecnología nueva en el país, de hecho este proyecto es el segundo que se aplica en túneles mineros. La primera experiencia con TBM se desarrolló en el túnel acueducto Río Blanco, en el Teniente, en el año 1993. Se excavó un túnel de 4,6 metros de diámetro y 11 km de largo, de los cuales 10 km se ejecutaron con TBM y 1 km con método tradicional. Ante la escasa experiencia, "no existían especialistas en su operación, mantención y reparación. Por este motivo, dentro del alcance de la compra de la TBM, se incluyó que la operación, mantenimiento y reparación estuviera a cargo del fabricante SELI", detalla Vicente Irarrázabal.

Durante los primeros 2 km de excavación, se debieron enfrentar una serie de inconvenientes externos que, sumados a los propios de la marcha blanca de la TBM, hicieron que la operación en este primer tramo del proyecto, fuera particularmente lenta y llena de complejidades, dentro de las cuales se pueden destacar: la familiarización del equipo de trabajo/mantención con el proyecto, el primero que ejecutaban en roca y en las inmediaciones de una mina en explotación; la incidencia del ciclo hielo-deshielo que afectó al macizo rocoso hasta los 380 m de profundidad; la aparición de un caudal de agua de infiltración considerablemente mayor al esperado; el trazado original del túnel, paralelo a la ladera del cerro y la adaptación humana, profesional y cultural que debieron afrontar los profesionales de distintas nacionalidades que participan en el proyecto. Todo lo anterior ha sido superado a partir de agosto de 2010, un año después de iniciada la excavación con la TBM.



GENTILEZA ANGLO AMERICAN

En Italia se realizaron las pruebas de armado y funcionamiento del Back up o carros de apoyo. Éstos ingresaron prearmados al túnel.

AVANCE

Para el futuro no se esperan sorpresas importantes en cuando a la geología del macizo rocoso, esperándose se mantenga en andesitas y cuarzo monzonitas, que son rocas más competentes, ideales para ser excavadas con TBM. Operativamente se prevé la instalación de dos Booster adicionales (motores tensadores) para la cinta transportadora, lo que implicará la excavación de sendas estocadas (ensanches) en el túnel, que se deberán efectuar utilizando el método tradicional de Drill & Blast.

Según datos aportados por Dragados Be-

salco, "se ha alcanzado un rendimiento promedio de avance en los últimos meses, del orden de los 22 m por día, en que el récord fue de 36,9 m diarios (no obstante, el domingo 23 de enero pasado, se logró excavar 46,1 metros en el día) y, a la fecha se han completado 4.000 metros excavados de avance del túnel. Finalmente, el último desafío que se generará una vez que se concluya la construcción del Túnel Sur, será el desarme y retiro de la TBM, que habrá que realizar en el interior del túnel, en vista que éste no tiene salida al exterior", relata Miguel Bustamante. Previendo esta operación, el diseño de la tuneladora consideró que la cabeza de corte se conformara de dos partes, las cuales son "colapsables", lo que permitirá su retiro una vez que la máquina se desarme, faena que estará a cargo del fabricante. Un desarrollo innovador para la construcción de túneles en Chile, un gigante subterráneo. ■

www.angloamerican-chile.cl;
www.besalco.cl

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- "Estructura atraviesa Los Pirineos. El túnel de los sueños". Revista BIT N° 60, Mayo de 2008, pág. 60.
- "Línea 9 Metro Barcelona. Tierra adentro". Revista BIT N° 56, Septiembre de 2007, pág. 50.

■ EN SÍNTESIS

La construcción de un túnel de 8.125 metros de longitud, en base a la utilización de una "Máquina Tuneladora" o Tunnel Boring Machine, más conocida como TBM, destaca como la principal innovación de este proyecto minero ubicado en Los Bronces. Pero no sólo su aplicación, sino también su operación y los numerosos desafíos técnicos al interior del túnel, son los protagonistas de la historia.

Confianza y variedad en aceros

Más de 60 años de experiencia y constante innovación respaldan el reconocimiento a la calidad de nuestros productos y seriedad en el servicio.

- ✓ Confort Térmico.
- ✓ Optimiza el consumo energético.
- ✓ Mayor Resistencia Estructural.
- ✓ Solución Integral.
- ✓ Variedad de colores.



PROYECTO EXPANSIÓN LOS BRONCES

LA DIVISIÓN Los Bronces se encuentra ubicada en la Región Metropolitana, a 65 km de Santiago y a 3.500 m sobre el nivel del mar. Los Bronces es una mina de cobre y molibdeno que se explota a rajo abierto. El mineral que se extrae es molido y transportado por un minero ducto de 56 km a la planta de flotación Las Tórtolas, en la que se produce cobre y molibdeno contenido en concentrados. Actualmente, se encuentra implementando el proyecto desarrollo Los Bronces, cuyo objetivo es aumentar su capacidad productiva.



Venta al Detalle: Arturo Prat 1506 Santiago - Chile Tel: (56 2) 412 27 00 Fax: (56 2) 412 27 40	Venta Industrial: Aeropuerto 9510 Cerrillos, Santiago - Chile Tel: (56 2) 412 26 00 Fax: (56 2) 412 26 45
---	---

www.villalba.cl
ventas@villalba.cl



Aceptamos los desafíos.
Crecemos e innovamos en cada proyecto.

Ingeniería y Construcción

Agregando Valor a la Construcción y al Desarrollo Industrial

En Ingeniería y Construcción, la Unidad de Negocio con mayor trayectoria de SalfaCorp, aportamos un valor agregado a los proyectos de nuestros clientes, anticipándonos y respondiendo con óptimas soluciones y asesoría específica a cada uno de sus requerimientos, tanto de los rubros de retail, salud, hotelero, educacional, infraestructura, como la industria en general.

Nuestros Servicios:

Construcción de Obras Civiles - Infraestructura - Proyectos EPC - Construcción y Montaje Industrial
Mantenimiento Industrial - Desarrollo Minero - Construcción y Montaje de Obras Marítimas



Proyecto Costanera Center, RM.



Proyecto Ampliación Hospital de Temuco.



Construcción Puente Mecano sobre Río Biobío.



Hotel Park Lake, Villarrica.



Obras de Reparación Enlace Norte
de Puente Juan Pablo II, Concepción.



Estadio Chiquihue Puerto Montt.

Empresas Operativas:





TENSOCRET

SISTEMAS PREFABRICADOS EN HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO

EDIFICIOS
PREFABRICADOS
EN HORMIGÓN
AISLADOS
SISMICAMENTE



EN TERMINACIONES
Edificio Marina Paihue
Lago Villarrica
Pucón

Innovando en Construcción

LOSETA NERVADA TT*

- Eficaz diafragma rígido sísmico.
- Resistencia al fuego certificada.
- Óptima calidad de terminación.

RAPIDEZ DE CONSTRUCCIÓN

- Reduce en un 50% los tiempos de construcción.
- Permite la simultaneidad de faenas en obra.
- Ahorro en el costo total de la construcción.

AISLACIÓN SÍSMICA

- Resguarda y protege contenidos y enseres.
- Asegura continuidad de uso inmediato del edificio.
- Alto nivel de seguridad estructural.



PREMIO 2010
DESARROLLO
TECNOLÓGICO



PREMIO INNOVACIÓN TECNOLÓGICA 2010

El Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile, ha conferido su Premio anual 2010 en la categoría "Desarrollo Tecnológico" a la empresa TENSOCRET por su significativo aporte en innovación, llevado a cabo mediante el diseño y aplicación de aisladores sísmicos en estructuras prefabricadas de hormigón armado.



PANELES ARQUITECTÓNICOS DE HORMIGÓN

MONTAJE PRECISO

■ Los paneles arquitectónicos prefabricados de hormigón representan la solución constructiva más utilizada para realizar cerramientos de fachada en grandes áreas. Se instalan en edificaciones industriales, comerciales e institucionales. Existen paneles lisos, nervados y texturados. ■ Los puntos complejos del sistema se concentran en el montaje y en sus anclajes a la estructura resistente, aseguran los expertos. Sus ventajas, la resistencia y rapidez en la ejecución. Un montaje preciso.



PAULA CHAPPLE C.
y DANIELA HERNÁNDEZ R.
PERIODISTAS REVISTA BIT



LOS PANELES arquitectónicos prefabricados de hormigón se han transformado en la solución ideal como cerramientos para edificaciones industriales, comerciales e institucionales, así como elementos de terminación, posicionándose como una solución sencilla y rápida en obra.

Destaca por ser un sistema que permite abarcar grandes dimensiones, con una rápida ejecución en base a tecnología de montaje. Asimismo, es un elemento que tiene la ventaja de ser de terminación y al mismo tiempo de obra gruesa. Para ello existen variedades de paneles como macizos, huecos y nervados, que según sus características técnicas se utilizan como cerramiento o elemento de terminación. Otro beneficio. Se caracterizan por ser una obra más bien de montaje que de construcción in situ, lo que conlleva un incremento en la rapidez de ejecución del proyecto, ya que mientras el panel es fabricado en un ambiente controlado (fábrica), paralelamente, se está ejecutando la obra en terreno, lo que redunda en la productividad de la mano de obra.

Se trata de piezas horizontales o verticales cercanas a los 20 cm de espesor (puede variar según el proyecto) que van colocadas normalmente por fuera de las columnas y fijadas a las mismas. No van unidas entre sí, son elementos secundarios y no aportan capacidad estructural al esqueleto resistente del edificio. Su composición se distribuye en tres capas a modo de sándwich: la primera de hormigón, una segunda en base a un alma de poliestireno expandido de 10 cm o más, según nivel de aislación, que permite alivianar el panel (vital ya que el efecto sobre la estructura principal en los sismos pasa a ser relevante), y otra capa de hormigón. En el caso de paneles nervados de manera estándar se componen de una placa de 6 cm de espesor con nervaduras de 29 cm de espesor, con un ancho máximo de 3 m por unidad de panel y alturas variables hasta 15 metros.

También hay puntos complejos. Se trata de estructuras que pueden alcanzar grandes dimensiones, las que si bien varían de un pro-



GENTILEZA PREANISA



GENTILEZA TENSOCRET



Falla de fijación de paneles verticales. El inserto embebido en el panel no resistió el movimiento del sismo.



Desprendimiento de los herrajes de la estructura principal.



Corte en la sujeción de los pernos.



LOS ERRORES

Según los especialistas, las fallas de estos elementos se producen en dos etapas:

- 1. FABRICACIÓN:** Las empresas fabricantes tienen rigurosos controles de calidad que hacen improbable la aparición de una falla, pero si algo ocurre, el panel puede ser descartado inmediatamente. Lo importante es que se fabriquen en un ambiente controlado (fábrica).
- 2. INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO:** Puede ocurrir un error si se malinterpretan los planos elaborados por oficina técnica, y el panel se monta fuera de la posición exacta. Sin embargo, esta situación es factible de ser corregida pues el panel se puede desmontar. Otro factor importante son los sellos entre paneles, en base a la aplicación de productos certificados tales como poliuretanos, espumas bituminosas, entre otros, los que contribuyen a sellar el edificio del polvo, agua y otros agentes externos.

yecto a otro, en promedio pueden cubrir superficies entre los 1,5 a 2,5 m de ancho, por un largo de 6 a 14 m, medidas en las que el peso cumple un rol fundamental en el futuro montaje. Esta es, según los expertos, una de las complejidades del sistema. Complejidad que dejó en evidencia el terremoto del 27 de febrero de 2010, donde quedó demostrado que, dada la magnitud del movimiento y los niveles de deformación y aceleración, las fallas del sistema se materializaron en sus empotramientos y anclajes, que resultaron insuficientes para soportar la masa rígida del panel que se ancla a una edificación que es normalmente flexible (puede ser prefabricada o metálica). Entramos al montaje preciso.

EL MONTAJE

Construidos los paneles en fábrica, la logística y el transporte cumplen un rol fundamental debido a que estos elementos requieren de ciertos cuidados, desde que salen de producción hasta que llegan a obra para ser montados. El primer paso es el transporte de los paneles. Dependiendo de las dimensiones, se deberán tomar las precauciones necesarias al pasar por las restricciones normales de calles, carreteras o vías especiales. Por lo mismo, se despachan en camiones rampa de 12 metros, acostados y asegurados con elementos especiales. El segundo punto crítico es la descarga de los paneles del camión, faena que se realiza mediante grúas, maqui-

naria que posteriormente se utiliza para izar los paneles y posicionarlos dentro de la fachada. Si bien es factible apilarlos en terreno, en general pasan directo del camión a la fase de montaje, esto porque apilarlos suma un riesgo adicional, ya que generalmente en obra hay vehículos circulando, exponiéndolos a posibles golpes de estos elementos. La tercera complejidad es el montaje de los paneles, que en general son de peso relevante (desde las 3 toneladas), lo que exige contar con equipos de grúas adecuados para esta operación. En el cuarto paso, una vez el panel izado y dispuesto en la posición precisa, los montajistas proceden a fijar el panel a la estructura resistente. Aquí nos detenemos.

VENTAJAS DE LOS PREFABRICADOS

Solución de alta rigidez y resistencia a los golpes de máquinas o grúas de tamaño medio. Su uso en instituciones educativas se basa en esta cualidad.

Buena resistencia al fuego.

Rapidez en la instalación y en el proceso general del proyecto, debido a que la obra gruesa avanza mientras los paneles se fabrican.

Fabricados a la medida y dependiendo de las necesidades de la estructura.

Elementos de calidad certificada. Las empresas fabricantes tienen procesos de certificación de sus paneles.

Pueden cubrir grandes dimensiones, de forma vertical y horizontal.

En el proceso de montaje de estos elementos, son dos las grúas que toman el panel. Una se posiciona atrás del camión y otra en frente. Ambas toman el panel, lo levantan y empiezan a girar para dejarlo en la posición requerida. En paralelo se colocan los elementos de fijación a la estructura resistente, lo que se ejecuta en una etapa anterior cuando se está hormigonando. Si bien parece una faena sencilla, en la práctica no lo es. Es como armar un lego, pero uno muy delicado, ya que cada uno de estos elementos pueden llegar a pesos importantes, lo que determina que en su montaje nada puede fallar. Por lo tanto las medidas de seguridad son altas. Por ejemplo,

que las fijaciones sean certificadas, que las grúas correspondan al tonelaje de los paneles o que la logística involucre maniobras de izado precisas y al milímetro. Sumado a esto, el equipo de montaje se destina, en general, por frente de éste. El grupo se compone de cuatro personas, dos operarios arriba fijando el panel, y dos abajo instalándolo. A ello se suman los operadores de las dos grúas, los riggers de cada grúa y el capataz que está a cargo de la faena cuya función es ser el director de orquesta. Dos son las alternativas para fijar el panel a la estructura, una vertical y otra horizontal. La instalación puede ser empotrada al radier (hormigonado en segunda etapa) o

simplemente apoyada con un elemento de fijación. El montaje vertical comienza desde su base, en que el panel se empotra a unos 20 cm pudiendo ir encajado entre el radier y el pavimento exterior para posteriormente ser rellenado con grout o empotrado a la viga de fundación y rellenado con hormigón, o simplemente apoyado con fijaciones metálicas soldadas. En tanto, del panel sobresalen estribos (armadura en espera para amarrar al radier) que se conectan al radier interior. Luego el extremo superior se fija, ya sea a la viga principal o a un canalón (o viga secundaria), mediante anclajes metálicos que se asientan al panel y a la viga. En este montaje se utilizan

BIT 77 MARZO 2011 ■ 41



ESPECIALISTAS EN CLIMATIZACION



Respaldo • Calidad • Garantía

Completa Linea de Productos, Tecnología de Punta

Unidad exterior



ANWO GMV

Sistema de climatización con volumen de refrigerante variable. Para grandes proyectos.



unidades interiores

Con el respaldo de un LIDER

anwo.cl



1



3



4



6



2



5



7

PASO A PASO INSTALACIÓN

1. Los paneles llegan a obra en camiones rampa de 12 metros, acostados y asegurados en base a elementos especiales.
- 2 y 3. Una grúa se posiciona atrás del camión y otra en frente. Ambas aseguran el panel, lo izan y giran para dejarlo en la posición requerida.
4. Una vez izado y dispuesto en la posición precisa, los montajistas proceden a fijar el panel a la estructura resistente.
5. La fijación se hace mediante soldadura al pilar resistente o mediante anclajes apernados.
6. Fijación a la estructura metálica superior.
7. Obra terminada. Paneles fijados a la estructura resistente.

fijaciones del tipo panel a canalón, panel a viga, de dintel a viga de apoyo y dintel entre pilares laterales completos.

El montaje horizontal en tanto, va de pilar a pilar en base a uniones metálicas empotradas al pilar y al panel. En este proceso se pueden encontrar algunas variaciones en la técnica de fijación del prefabricado. Por ejemplo, la fijación por fuera de los pilares, la fijación entre pilares, la fijación a ménsula de hormigón (consola saliente en el pilar) y el montaje horizontal de panel sobre panel. Ya sea para el montaje vertical como horizontal, durante el proceso de fijación a la estructura (o a otros paneles) se utilizan dos tipos de anclaje: apernado y soldado. Las soluciones apernadas funcionan mediante el uso de insertos que se dejan embebidos durante el proceso de fabricación (hormigonado), tanto en los paneles como en las vigas o pilares a los que se fijará.

LOS ANCLAJES

El terremoto de febrero pasado develó ciertas fallencias en los anclajes de los cerramientos prefabricados, tanto verticales como horizontales. Hay análisis posteriores al terremoto. Por ejemplo, los paneles nervados de Tensocret, con más de 1.800.000 m² de naves industriales, centros comerciales, edificios de oficina, logística y edificios educacionales

construidos desde el año 1983 fue la siguiente: La totalidad de los anclajes tradicionales utilizados para la fijación de sus paneles nervados tuvo un adecuado comportamiento frente al terremoto del 27 febrero de 2010. Este anclaje está constituido por un perno galvanizado Ø 16 que permite fijar el panel a la viga puntal, completándose con un separador metálico entre viga puntal y panel, quedando a la vista el perno y su correspondiente golilla.

Los anclajes que presentaron altos niveles de falla fueron aquellos en que, por motivos estéticos y arquitectónicos, se buscó ocultar la fijación, explorando en sistemas de uniones no probados frente a sismos de alta intensidad. Por otra parte, un informe realizado por la empresa de prefabricados Preansa respecto del comportamiento de dichas estructuras en edificación durante el sismo, arrojó interesantes resultados. A la fecha de la redacción (mayo) del estudio (pre-

sentado en las Jornadas de Achisina 2010), se analizó un total de 85 obras que ocupan en planta una superficie de 707.300 m², lo que representa el 64,3% de un total de 1.100.000 m² en galpones y edificios fabricados y montados por la empresa desde el año 1997.

La conclusión a que llegó el estudio fue tajante. Tanto las costaneras de borde de soporte de paneles no estructurales como las fijaciones tuvieron un nivel de falla muy por encima del resto de la estructura. Las fijaciones trabajaron y llegaron a su estado de rotura o se deformaron tanto, que permitieron la caída de los paneles de fachada. Las vigas costaneras de borde presentaron fallas en uniones y en su resistencia interna. Las fijaciones de paneles horizontales a más de 5 m de altura fallaron, lo que derivó en el colapso de los paneles.

Según datos aportados por la empresa Pretensados S.A., y en un recorrido de sus obras post terremoto, las fallas más recurrentes fueron tres: un primer problema se debió al desprendimiento del inserto de la estructura; un segundo caso fue que el perno inserto en el muro se cortó; y el tercer caso es que el perno que va en la estructura se abrió. Los expertos consultados indican que se debe tener cuidado con estos elementos, debido a que no se pueden dejar de manera solidaria con la estructura resistente, ya que pueden entrar en resonancia con ésta. Ciertos elementos prefabricados están normados en la NCh 2369 of2003 de edificios industriales. La filosofía de esta normativa apunta a que los edificios se mantengan operativos durante un terremoto, hecho que en el pasado sismo no se cumplió. Los especialistas afirman que para el futuro, las fijaciones deberán incorporar un diseño más "inteligente", que les permita resistir los esfuerzos a los que se ven sometidas en un sismo. También se deberá verificar el desplazamiento de los paneles cuando se instalan en estructuras dúctiles. En próximas ediciones de Revista BiT, se analizarán los edificios industriales y su comportamiento durante el terremoto.

Otro desafío será considerar las nuevas modificaciones a la clasificación de suelos. En función de éste, se limita la altura y la longitud máxima de los paneles. Parámetros que se evalúan cuando se calcula la obra, pudiendo colocar vigas adicionales de manera de asegurar el panel. Por lo tanto, se requiere de reestudiar, muy bien, los elementos de anclaje, considerando cuál es la estructura (resistente) a la cual se

empotra, conocer la característica y flexibilidad o rigidez de esa estructura.

LA FABRICACIÓN

La etapa de fabricación del panel se inicia en la pista de fábrica, un molde continuo de longitud variable pero que puede alcanzar hasta los 150 m, que además consta de dos laterales fijos a 2,5 m (ancho promedio), lugar en que se adapta la pieza según el plano generado por oficina técnica. El proceso de replanteo consiste en colocar dos tajaderas (moldaje compuesto por topes transversales en la pista, que determinan la longitud exacta del panel).

Es interesante indicar que esta solución también permite incorporar rasgos para futuras puertas y ventanas de manera sencilla, con un moldaje especial y adicional dispuesto en las mesas de fabricación del elemento prefabricado. Posteriormente, se colocan las armaduras estructurales de 20 cm, dispuestas de manera perimetral al panel. Luego se vierten 5 cm de hormigón, se coloca poliestireno expandido de 10 cm, para finalmente hormigonar la cara interior del panel. Todo este proceso se realiza dentro de un ambiente certificado, control de calidad que disminuye los errores.

Resistencia, rapidez y calidad. Los paneles arquitectónicos prefabricados de hormigón son elementos hechos a la medida de cada proyecto. Un montaje preciso. ■

COLABORADORES

- Enrique Loeser, Gerente General de Desarrollos Constructivos Axis S.A.
- Diego Mellado, Gerente de Desarrollo Tensocret.
- Juan Pablo Schmidt, Gerente General de Pretensados S.A.
- Oliver Fernández, Gerente Comercial de Preansa.
- Claudio Cid, Gerente Técnico de Preansa.

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- "Puentes. Conectividad a prueba". Revista BiT N° 74, Septiembre de 2010, pág. 18.
- "Dovelas. Alta innovación". Revista BiT N° 38, Septiembre de 2004, pág. 22.

■ EN SÍNTESIS

La instalación de paneles prefabricados para cerramientos es un arte preciso, desde su fabricación, traslado y montaje. Tan preciso que se deben tomar ciertos resguardos para lograr una instalación sin fallas. No obstante, según los expertos consultados, el terremoto de febrero pasado develó algunas falencias en sus anclajes que habrá que reestudiar en la etapa de cálculo.

Energías renovables, el compromiso de Junkers con el planeta



Soluciones integrales en proyectos solares



- ▶ Amplia gama de productos.
- ▶ Evaluación de desarrollo de proyectos.
- ▶ Instalaciones mineras, industriales y comerciales.

 **JUNKERS**
Grupo Bosch

www.junkers.cl

e-mail: info@cl.bosch.com
Fono: (2) 782 0200 - Fax: (2) 782 0300



CAPACITACIÓN LABORAL EN OBRA CAMINO A LA PRODUCTIVIDAD

■ Identificar el perfil ideal de los trabajadores, ligarlo a una serie de alternativas formativas e iniciar una capacitación acorde a las necesidades de la compañía, interviniendo directamente en la obra y en horario laboral, es la génesis de un óptimo proceso productivo. ■ Capital humano: trabajadores capaces y eficientes, que se identifican con la organización, se acreditan y mejoran su empleabilidad, eso es lo que busca la formación por competencias. Gana la empresa y el empleado. Se aprende haciendo y se hace bien. Revista BiT profundizará este tema en futuros artículos.

ALEJANDRO PAVEZ V.
PERIODISTA REVISTA BIT



FOTOS: GENTILEZA CAPACITA CCHC

EL SECTOR de la construcción requiere de constantes acciones e innovaciones que impacten directamente en la competitividad del negocio. El exponencial crecimiento del mercado y la diversidad de la oferta, obligan a las empresas del rubro a buscar distintas estrategias que le otorguen valor a su servicio y aumenten su productividad y calidad. En esta línea, se ha comprendido que es fundamental contar con mano de obra competente, capaz de aportar eficazmente al desarrollo de la compañía. La capacitación, en este sentido, es trascendental. Pero no cualquiera, sino una que esté centrada en los intereses y competencias necesarias en la organización. El desarrollo del

capital humano es la base principal de una producción eficaz, y no hay que tomarlo a la ligera.

El primer error que puede cometer un empleador interesado en la formación de sus trabajadores es capacitarlos en herramientas que ya manejan o que no se condicen con el rubro de la compañía. Eso dicen los expertos. Más claro. “Muchas veces cuando una empresa hace detección de necesidades de capacitación, lo hace con encuestas a sus trabajadores. Ahí se puede terminar realizando cualquier curso y lo más probable es que éste no se vea reflejado en la productividad dentro de la organización. Muchas empresas lo utilizan para generar un clima motivacional”, explica Andreas Breit, gerente general de CA-

PACITA CChC, el centro de entrenamiento y de capacitación de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC).

En numerosas ocasiones a los trabajadores se les entregan módulos con información que ya conocen y fuera de la obra. Así además del impacto negativo en la productividad, existe una gran posibilidad que estos se desmotiven y no presten atención en las clases. Como resultado, baja su rendimiento, no se desarrolla y su compromiso con la institución disminuye. Lo primero que hay que hacer, plantea Breit, "es definir el tipo de trabajador que quiere la empresa y qué es lo que quiere llegar a hacer. La idea es no perder el tiempo en enseñar cosas que no le van a servir o que ya saben. La capacitación debe ser pertinente". Antes de actuar, hay que planear.

EL DIAGNÓSTICO

En términos básicos, la productividad la podemos definir como la relación que se establece entre los resultados y los recursos empleados para alcanzarlos, entre los que se

incluye tiempo, materiales y recursos financieros. En otras palabras, cuanto menos recursos y tiempo lleve obtener los resultados, más productivo es el sistema, y para eso es fundamental que los recursos humanos trabajen satisfactoriamente obteniendo productos óptimos. ¿La clave? El nivel de competencias del capital humano. Según Óscar Drouillas, gerente de Desarrollo de CAPACITA CChC, un modelo de capacitación por competencias, aparte de la obtención de nuevas herramientas, garantiza que el trabajador obtenga otras capacidades como "no perder o malgastar insumos, el cuidar su ambiente de trabajo y tener otra disposición. Entender quién es su cliente y su proveedor". Su relación con los insumos y la seguridad es mejor, y eso lo convierte en un buen trabaja-



Capacitación en el puesto de trabajo. Los instructores intervienen en la obra para enseñar en horario productivo. Se trabaja en el hacer del trabajador.

dor para su empresa.

Para lograr esto, antes, hay que identificar cuáles son las necesidades de cada compañía respecto a su campo productivo. Hay que establecer el perfil actual de su capital humano y construir el modelo ideal de trabajador en función de la labor que se espera realice en cada área de la organización, siempre ligándolo con sus objetivos productivos. En este sentido, CAPACITA CChC, ha generado un sistema de diagnóstico que evalúa el panorama

BIT 77 MARZO 2011 ■ 45



Cobertura Nacional

Respaldo

Flexibilidad



Experiencia



Metodología



Confianza



CONTRIBUYENDO A LA PRODUCTIVIDAD LABORAL

www.capacita.cl

CENTRO DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN LABORAL

SU CASO EN REVISTA BIT

Con el objetivo de mostrar casos concretos de la implementación de estas iniciativas, Revista BIT invita a las empresas a enviar información actualizada sobre sus procesos de capacitación ligados a la productividad. La idea de nuestra publicación, perteneciente a la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), apunta a mostrar con ejemplos prácticos de qué manera influyen estos programas en el óptimo proceso productivo.

Enviar información a editorial@cdt.cl



ma sobre la base de las competencias de cada trabajador. Y es que según Drouillas, “hay varios tipos de empresa en función del interés que tengan en la forma de desarrollar su capital humano. En general, todas quieren tener personas más adecuadas a sus requerimientos porque eso les permite ser más productivo, ser más rentable y tener mejores productos”.

De esta forma, se busca generar diversos caminos formativos para que los trabajadores se integren y se desarrollen dentro de la compañía. Para ello, es relevante saber el tipo de trabajadores que la empresa quiere, de acuerdo a su misión y visión del negocio, para ir definiendo sus diversos perfiles. “Así, vamos generando las unidades de competencia y los caminos formativos que tienen que seguir para llegar a ser el capital humano que la empresa necesita. Esa es la parte inicial, muy académica, que culmina al determinar la distancia que existe entre lo que tiene y quiere la empresa”, explica Breit. Un trabajo de intervención y observación en la compañía, permite diagnosticar y diseñar los diversos caminos formativos para los trabajadores.

FORMACIÓN POR COMPETENCIA

Una vez definido el perfil de cada trabajador, se establecen sus unidades de competencia, a partir de las cuales será formado. La metodología de CAPACITA CChC, establece trabajos diferenciados dependiendo de las habilidades que cada trabajador tenga. En esta línea, los cursos de capacitación, se hacen a partir de

las unidades que le faltan al trabajador. Recordemos que no se debe perder el tiempo en enseñar cosas que no sirvan o que ya se saben. Capacitación pertinente es lo que necesita el trabajador. La formación por competencia, implementada por CAPACITA CChC, busca lograr un cambio en la forma de trabajar de las personas. “Hacemos una capacitación centrada en el mejoramiento de su productividad y en un uso eficiente de la disponibilidad de los recursos de capacitación”, señala Drouillas.

Por años los trabajadores de la construcción desarrollaron sus competencias en la práctica. La obra fue su principal escuela. Este modelo vuelve a los orígenes fundiendo la obra con la sala de clases. Una capacitación en el puesto de trabajo, en horario productivo, permite entregar información y trabajar habilidades. Los instructores están junto a los obreros y les explican cada fortaleza o debilidad en su labor. Se trabaja en la habilidad, sobre el hacer de la persona, incorporando elementos de la actitud a cada unidad de competencia. “El aprender haciendo en su puesto de su trabajo, permite un nivel de transferencia de aprendizaje mu-

cho mayor. Se trabaja lo teórico, lo práctico y lo actitudinal, en una forma más personalizada con el trabajador, se puede intervenir en esas dimensiones”, ilustra Andreas Breit.

Esta formación resulta en una acreditación o certificación que se le entrega a cada trabajador y que lo acredita como especialista en un perfil. Esto, representa para el obrero una mayor movilidad social y un aumento de su empleabilidad. La empresa, a su vez, obtiene personal calificado y competitivo, consciente de los diversos procesos productivos y con una operación mucho más eficaz, listo para convertirse en el principal miembro de una organización. Ambos ganan. ■

www.capacita.cl

■ EN SÍNTESIS

Productividad y capacitación van de la mano. Para tener una empresa más productiva, es imperante tener un capital humano calificado y competitivo. Una formación por unidades de competencias hará los procesos productivos más eficaces, generará habilidades y actitudes en el trabajador.

CUBIERTA INSTAPANEL CON TECNOLOGÍA ANTICONDENSANTE

UNA SOLUCIÓN SIMPLE Y ECONÓMICA

El “efecto goteo”, producido por la humedad del aire al interior de un recinto, es un gran problema para las empresas dedicadas al bodegaje o manufactura, quienes ven como sus productos y equipos son dañados día a día por el agua.

Para evitar la condensación, en Chile se venían utilizando diferentes métodos, tales como el uso de paneles con aislación de poliuretano, planchas de fibrocemento, pinturas anti condensantes, e incluso disponer manualmente lana mineral bajo las cubiertas. Sin embargo, ninguna de estas alternativas resultaba efectiva en términos de costos y velocidad de instalación. Es así, como las cubiertas con tecnología anti condensante Instapanel, se proponen como una solución económica, rápida y con un excelente desempeño técnico.

Las cubiertas anti condensantes Instapanel, incorporan una membrana que se aplica a la cara interior de la cubierta y que tiene la capacidad de retener hasta un litro de agua por m², evitando así que ésta caiga en forma de gotas al interior del recinto. A diferencia de otras alternativas, esta solución no requiere de trabajos adicionales en obra, ya que la membrana se aplica a la cubierta durante el proceso de fabricación, entregándose lista para su uso.

Laureano López, Subgerente del Área Industrial de Cintac, nos comenta que esta solución se construye en base a las necesidades de un cliente, el cual busca constantemente contar con mejores soluciones constructivas para sus instalaciones. “Bodegas San Francisco, el mayor constructor de centros de almacenamiento a nivel nacional, nos planteó este desafío, ya que las soluciones que existían o bien, tenían problemas de efectividad o eran muy costosas y requerían de trabajos adicionales en obra”. De esta forma, implementamos esta tecnología en cubiertas PV4,



LAS CUBIERTAS ANTI CONDENSANTES SON IDEALES PARA:

- Bodegas
- Centros de distribución
- Proyectos industriales
- Instalaciones deportivas
- Hangares
- Criaderos de animales

Aplicable a las cubiertas PV4, PV6 y HI RIB.

VENTAJAS Y BENEFICIOS

- Elimina el “efecto goteo”.
- Incombustible.
- Protege contra la corrosión.
- Mejora la absorción acústica y reduce el ruido de la lluvia.
- No se quiebra ni se degrada.
- Su adherencia aumenta con el tiempo.
- No genera hongos.

las que fueron dispuestas durante un año en un piloto, con el objetivo de demostrar su facilidad de instalación y efectividad en diferentes condiciones climáticas. “Los resultados fueron óptimos, la cubierta se instaló sin necesidad de ningún trabajo adicional y, sobre todo, el recinto se mantuvo libre de goteo por condensación. Luego de esta prueba, la

solución fue adoptada como un estándar constructivo por parte de Bodegas San Francisco”.

Sergio Barros, Gerente General de Bodegas San Francisco, nos invitó a visitar las instalaciones construidas con cubiertas anti condensantes. Durante el recorrido, nos comentó que esta tecnología les ha resultado de gran utilidad para solucionar el problema de la condensación. “Nosotros no utilizábamos cubiertas de acero, de manera de evitar el goteo por condensación. Sin embargo, este producto ha solucionado eficientemente este problema, durante los dos inviernos que lo hemos utilizado. A su vez, hemos tenido una ganancia en cuanto a costos y tiempos de instalación, lo cual es muy relevante dado nuestro volumen de construcción”, concluyó el ejecutivo de San Francisco, empresa que se encuentra pronta a celebrar 1.000.000 de m² construidos de bodegas.

Este tipo de membranas en las cubiertas, se vienen utilizando desde hace años en Europa, en lugares donde las temperaturas extremas generan una gran cantidad de condensación. De esta forma, en Chile la solución Aquastop se convierte en una excelente alternativa para diversos tipos de recintos, ya que además permite aumentar la vida útil de la cubierta, al protegerla de la corrosión.

- Para que las mejoras de procesos aplicados en la ejecución de proyectos sean traspasables a otras obras de la empresa es fundamental realizar mediciones y monitoreos objetivos.
- Por ello, la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) brinda asesorías que incluyen la medición del uso de recursos humanos, técnicos y las causas que producen pérdidas a través de la herramienta de control en obra CALIBRE.

PRODUCTIVIDAD EN CONSTRUCCIÓN

MEDIR PARA MEJORAR

EQUIPO PERIODÍSTICO BIT

EL CONTROL y mejoramiento de los procesos en la construcción es una de las principales preocupaciones y anhelos de las diferentes empresas que participan en la ejecución de proyectos, ya sea a nivel de contratistas o mandantes, pues son ellos quienes requieren ver reflejados la mayor eficiencia posible en la ejecución y el desarrollo de proyectos para diferenciarse de sus competidores.

Como muchos de los procesos en la ejecución de una obra son repetitivos, existe la oportunidad clara de aplicar mejoramientos continuos en diferentes etapas del proceso y no enfocarse sólo en el resultado final del proyecto. Es aquí donde la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) juega un rol fundamental, pues a través de su área de asesorías CALIBRE permite evaluar el impacto de los mejoramientos aplicados y continuar las acciones que buscan la eficiencia de los procesos claves dentro de la obra.

Este servicio CDT ha asesorado desde el año 2003 a más de 250 proyectos de 50 empresas del sector construcción y minería, superando las 750 mil horas hombre (HH) y horas máquina (HM) controladas en diversos proyectos de edificación en altura y en extensión, obras civiles, obras industriales, hospita-



les y clínicas, centros comerciales, construcción de caminos, obras del Metro de Santiago, desarrollos mineros, plantas de procesamiento de mineral, y proyectos del área energética, entre otros, “traduciéndose en una de las bases de datos más importantes en esta materia a nivel mundial”, comenta Juan Carlos León, gerente general de la CDT.

LOS RESULTADOS

Los diversos análisis recopilados durante los más de siete años de mediciones en terreno, han arrojado resultados sumamente interesantes. Las mediciones realizadas reflejan claras diferencias en los niveles de actividad de los distintos tipos de proyectos, siendo hasta ahora los de edificación en altura los que mantienen un mejor aprovechamiento de las HH y HM en actividades que agregan valor. La Figu-

ra 1 muestra los resultados de medición de niveles de actividad, parámetro utilizado para el control del uso del tiempo, según una categorización preestablecida que en el caso del servicio CALIBRE es de cuatro grupos.

El análisis de la evolución de los tiempos que no agregan valor por sectores entrega información para la toma de decisiones que es relevante para los proyectos y permite tomar acciones concretas. El caso de edificación en altura (Figura 2), subgrupo que mantiene los mejores niveles de tiempos que agregan valor, muestra cómo estos últimos años se ha logrado sobrepasar el nivel promedio de tiempos que agregan valor. Esto puede asociarse a la aplicación de nuevas técnicas y herramientas de gestión, la certificación de procesos, y la incorporación de tecnologías de información, entre otros. No obstante, resulta

FIGURA 1
NIVELES DE ACTIVIDAD EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA 2003-2010

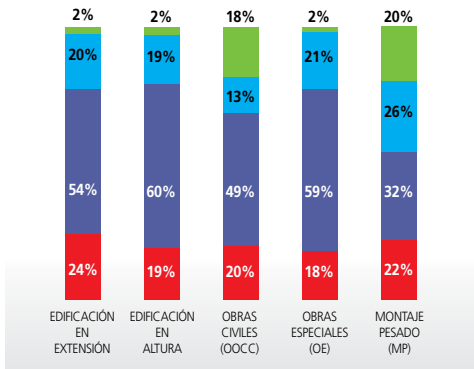
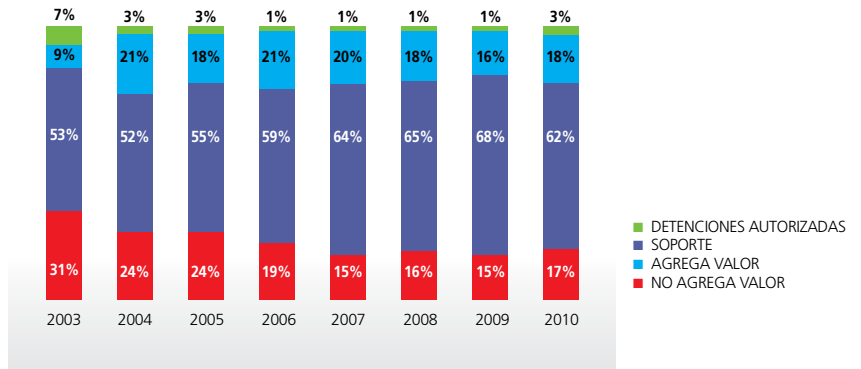


FIGURA 2
NIVELES DE ACTIVIDAD ANUAL EN EDIFICACIÓN EN ALTURA



preocupante que aún no sea posible reducir todavía más los tiempos que no agregan valor, pese a que se cuenta con información objetiva de las causas principales de éstos.

Como se mencionó, la medición directa en terreno de las causas de actividades que no agregan valor, arroja datos concretos para orientar certeras acciones de mejoramiento enfocadas a la solución de los problemas que generan las pérdidas, esto es posible aplicando mediciones y monitoreos en terreno que generan análisis y resultados casi inmediatos.

En la Figura 3 se puede apreciar el resultado consolidado de causas de pérdidas de los diferentes proyectos que se han medido con CALIBRE. Al analizar las causas, la mayoría se relaciona con problemas controlables dentro del alcance de la administración del proyecto que permite la implementación de soluciones que no requieren mayores recursos ni tecnología, sino planificar de mejor modo la operación de la actividad y las actividades de apoyo.

Pérdidas por esperas por método (19%), falencias por falta de cancha (10%), problemas por abastecimiento interno de materiales

(12%), falta de asignación de tareas (5%), frecuentes cambios de frente de trabajo (5%), pérdidas por grúa (4%), entre otros, disminuyen con la aplicación de una planificación operacional efectiva de los procesos que a su vez trae asociada una mejor coordinación de actividades. Por su parte, las causas por detención sin razón aparente (15%), ausencias de la zona de trabajo (6%), falta de asignación de tareas (5%), falencias por conformación de cuadrilla (2%), entre otras, suelen reducirse a través de una mejor supervisión y una apropiada asignación y control de actividades.


Analizando en forma global el carácter de las causas observadas en los proyectos del estudio, en la Figura 3, Juan Carlos León señala que "aproximadamente el 85% de los problemas corresponden a causas que tienen carácter controlable dentro del alcance de acciones de mejoramiento que pueden ser implementadas directamente en los procesos productivos por la administración de cada proyecto". Más del 50% de ellos pueden resolverse con mejoras en los sistemas de planificación utilizados, los que deben ser más

operacionales y centrados en la forma real de ejecución de las actividades.

Realizando el mismo análisis anterior pero esta vez con las causas de pérdidas de los proyectos de edificación en altura (Figura 4), se observan los mismos tipos de causas, pero con valores de ocurrencia menor, por lo que es posible deducir que a mayor nivel de planificación y control, mayor es la reducción de los tiempos que no agregan valor.

Por otra parte, el análisis de los rendimientos de actividades claves en los proyectos permite mejorar aún más la eficiencia de éstos, pero eso sólo es factible al evaluarlos de manera real y objetiva, considerando una evaluación completa con todas las actividades que no agregan valor asociado a dicho proceso, para luego evaluarlo con los mejoramientos aplicados.


Como ejemplo de la aplicación de tecnología en los proyectos, en la Figura 5 se muestra el análisis de los rendimientos promedios en faenas de hormigonado con diferentes técnicas o equipos de apoyo, los que claramente muestran un aumento de los rendimientos según la tecnología aplicada.



Ejecución y Asesoría en Fundaciones Especiales y Geotécnia

- Anclajes Postensados
- Micropilotes
- Shotcrete
- Soil Nailing
- Inyección de suelos
- Pernos Auto-Perforantes
- Pilotes de H.A. In situ

- Eficiencia y Precisión
- Confiabilidad y Respaldo



Av. Américo Vespucio 1387, Quilicura - Santiago - Chile
Teléfono: (56 2)431 22 00 / Fax: (56 2)431 22 01 / www.estratos-fundaciones.cl

FIGURA 3
CAUSAS DE PÉRDIDAS QUE NO AGREGAN VALOR EN PROYECTOS MONITOREADOS CON CALIBRE DESDE 2003 A 2010

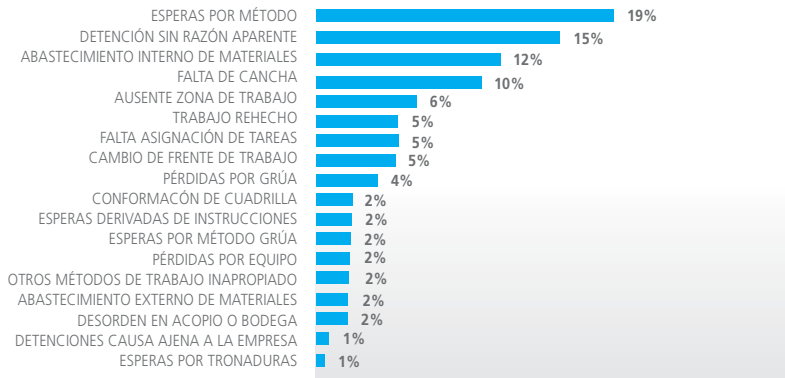


FIGURA 4
PORCENTAJE DE HH - HM QUE NO AGREGAN VALOR EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN EN ALTURA DESDE 2003 A 2010

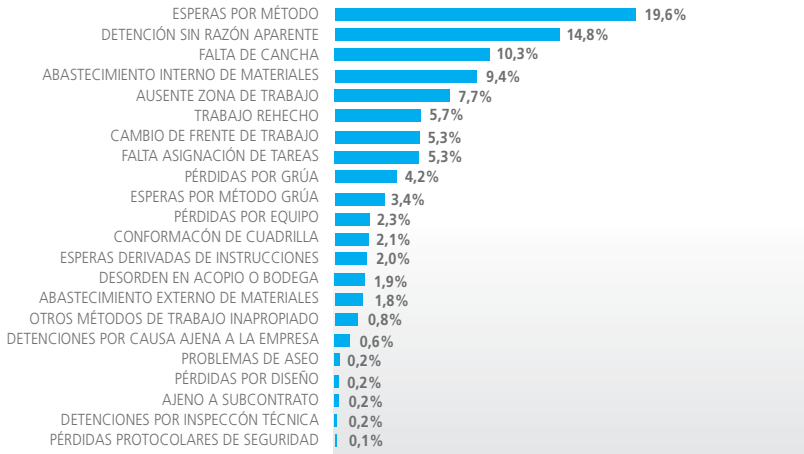
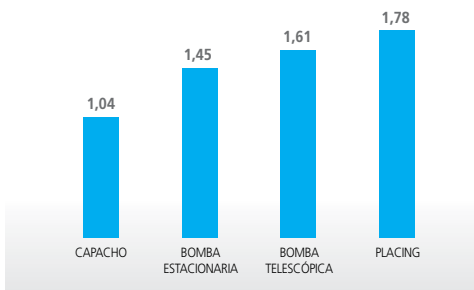


FIGURA 5
RENDIMIENTOS PROMEDIOS EN FAENAS DE HORMIGONADO



“Así también, en proyectos de Edificación en Altura, en faenas repetitivas como es el caso de enfierradura de losas, se han logrado mejoramientos en los rendimientos de un 48%, los que fueron evaluados con monitoreos en etapas sucesivas de construcción del proyecto”, dice Francisco Sepúlveda, subgerente de servicio CDT.

LOS DESAFÍOS

Los resultados presentados comprueban que la reducción de pérdidas y mejoramiento de los rendimientos es posible al aplicar acciones bien enfocadas, las que se logran con mediciones y datos concretos respecto a dónde y cuándo aplicarlas. “El impacto positivo que se puede lograr es importante, teniendo en



cuenta la magnitud de las pérdidas y considerando que los problemas en su mayoría son factibles de reducir o eliminar en el alcance de acciones de la administración de los proyectos, ya que en la mayoría de ellos las pérdidas son gestionables y solucionables con una adecuada planificación”, señala Francisco Sepúlveda.

La implementación de herramientas como el servicio CALIBRE de la CDT, puede potenciarse con la utilización de otras iniciativas de apoyo a la gestión de obra, como por ejemplo, mejoramientos en la planificación operacional de la obra, estudios de racionalización de cuadrillas de trabajo, evaluación de sistemas o tecnologías de construcción que fomenten la optimización de los procesos constructivos, entre otros procesos.

Es importante considerar que a través del uso de herramientas de medición las empresas pueden establecer una línea de partida controlando el desempeño de sus procesos antes y después de la implementación de mejoras, para cuantificar en forma concreta los resultados obtenidos con los esfuerzos desplegados. Para ello, es conveniente establecer planes de medición y control, que permitan monitorear diversos períodos en la vida del proyecto y/o diversos proyectos consecutivos, ya que permite evaluar el mejoramiento continuo de los procesos y tener una visión objetiva del beneficio obtenido. Para el gerente general de la CDT, esto se resume en que “si algo no se puede medir, entonces no se puede controlar. Y si no se puede controlar, entonces no se puede mejorar”. ■

www.calibre.cl; www.cdt.cl

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- “Productividad en obras civiles. Detenciones superan el 50%”. Revista BIT N° 72, Mayo de 2010, pág. 62.
- “Calibre. Mejoras productivas”. Revista BIT N° 54, Mayo de 2007, pág. 46.

Aislapol® S.A.

Alto desempeño, calidad inalterable en el tiempo

Aislapol S.A., el mayor transformador de Poliestireno Expandido del país, trabaja hace casi 40 años en avances tecnológicos y estándares de calidad en el manejo de la materia prima Styropor. Su inmejorable capacidad aislante ha convertido a nuestros productos en sinónimo y referente de aislación térmica en Chile y el extranjero.



APLICACIÓN DESTACADA Paneles Termo-Aislantes Aislapol®

Aislapol® el primer fabricante de paneles termo aislante para la construcción en Chile.

Los paneles Aislapol® están recubiertos con acero galvanizado prepintado al horno, lo que impide la corrosión tanto interior como exterior. Las láminas de acero del panel están premunidas de hendiduras en forma de canales que junto al núcleo de poliestireno expandido de 20 Kg/m³ de densidad confieren una excelente resistencia mecánica frente a esfuerzos de pandeo, flexión y cargas de viento.



aisla[®] pol

■ **BASF** Group

Los productos Aislapol® prácticamente no absorben humedad, calificando para ser utilizados en regiones y en recintos con altos porcentajes de ella.

Son dimensionalmente estables, es decir, no pierden espesor frente a sollicitaciones mecánicas producidas durante el transporte, la instalación o la mantención.

Son versátiles, lo cual posibilita resolver múltiples singularidades propias de la construcción.

Poseen gran resistencia físico mecánica, lo que posibilita utilizarlos como relleno estructural en obras civiles u otras aplicaciones similares.

APLICACIONES EN LA CONSTRUCCIÓN

- Aislamiento térmico de diversos elementos constructivos (envolvente, complejos de techumbre, muros y pisos)
- Aislación para losas radiantes
- Hormigones y rellenos livianos
- Aislación acústica de ruidos de impacto en estructuras de entrepiso (pisos flotantes sobre EPS elasticado).
- Absorción de vibraciones
- Paneles prefabricados diversos para su uso en viviendas y en la industria frigorífica u otro.
- Piezas y moldes para materializar formas y complementar obras de moldaje.
- Complemento de materiales para alivianar estructuras, como por ejemplo, bovedillas, encofrados perdidos y otros.
- En aplicaciones geotécnicas, soporte de carreteras y conformación de terraplenes livianos para la reducción de asentamientos y tensiones de empuje en los estribos de puentes, viaductos y obras afines.



EX ADUANA DE ARICA

FOTOS GENTILEZA IDEW

UNA JOYA DE EIFFEL

CATALINA CARO C.
PERIODISTA REVISTA BIT

■ El centenario edificio conocido actualmente como la Casa de la Cultura de Arica, tuvo un importante rol para la conformación de esta ciudad portuaria que nació gracias al comercio. La ex aduana fue construida cuando la ciudad era parte del territorio peruano, y fue escenario de batallas durante la Guerra del Pacífico, pasando a ser chilena al término del conflicto. ■ Actualmente se desarrolla un proyecto para restaurar este histórico edificio gestado en Francia, en los talleres de Eiffel.





EN EL EXTREMO NORTE del país se emplaza el ex complejo aduanero de Arica, edificio patrimonial cuya estructura fue una de las primeras construcciones metálicas prefabricadas que llegaron a lo que actualmente es territorio chileno. En este caso, traída directamente desde los talleres de Gustave Eiffel en Francia. Este monumento histórico próximamente será sometido a una restauración en el marco del programa de Puesta en Valor de Monumentos Nacionales, plan emprendido por el Ministerio de Obras Públicas (MOP), que cuenta con financiamiento de un crédito del Banco Interamericano del Desarrollo (BID). El diagnóstico y proyecto de restauración fue realizado por el Idiem, de la Universidad de Chile, y ya recibió la aprobación del Consejo de Monumentos Nacionales. Sólo falta que se inicien las

obras en este histórico edificio que actualmente funciona como Casa de la Cultura.

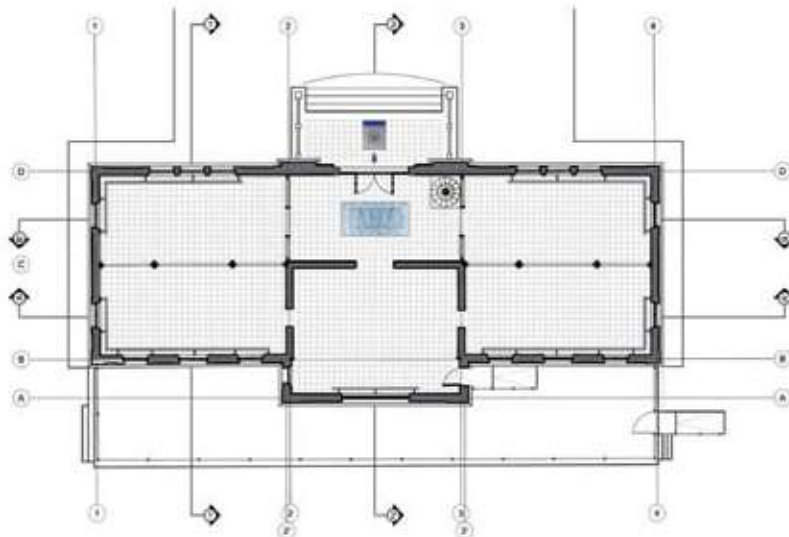
La ex aduana de Arica comenzó su historia en un período de reconstrucción, luego de que en 1868 un sismo y tsunami destruyera completamente la anterior aduana y causara estragos en la ciudad puerto, en ese momento de soberanía peruana. Para Arica, ciudad formada en torno al traspaso de mercancías, este edificio administrativo resultaba fundamental, principalmente para el comercio desde y hacia Potosí, ciudad boliviana donde se hallaba la que fuera la mina de plata más grande del mundo. Por ello, tras el desastre, el Coronel José Balta, jefe de gobierno del Perú, encargó a un grupo de ingenieros franceses, encabezados por Gustave Eiffel, la reconstrucción de la estructura que sería ubicada en el mismo lugar donde se hallaba la anterior.

FICHA TÉCNICA

EDIFICIO EX ADUANA DE ARICA

UBICACIÓN: Parque Baquedano, Arica, XV Región
ARQUITECTO: Gustave Eiffel
PERÍODO DE CONSTRUCCIÓN: 1871 a 1874
SUPERFICIE CONSTRUIDA: 630 m²
DECLARADO MONUMENTO NACIONAL: 1977
PRIMERA RESTAURACIÓN: 1991
CONSULTORA SEGUNDA RESTAURACIÓN: Idiem
MANDANTE: Ministerio de Obras Públicas
ARQUITECTOS: Alvaro Rojas Vío, Josefina Atria y Pablo González
INGENIERO CIVIL: Fernando Yáñez
CÁLCULO ESTRUCTURAL: David Selva y Víctor Águila
COSTO DE RESTAURACIÓN: \$320 millones

PLANTA DEL PRIMER PISO DE LA EX ADUANA



La Aduana resistió en pie, y sin mayores daños, el fuerte sismo y posterior tsunami de 1877.

ESTRUCTURA DE HIERRO

Este edificio llegado desde Francia se caracteriza por ser de estilo neoclásico y estar conformado por tres cuerpos, que tienen simetría tanto en planta como en fachada. El cuerpo central, de dos pisos, termina en un techo a dos aguas cubierto por tejas, mientras que los dos cuerpos laterales poseen terrazas en su parte superior. El acceso exterior al edificio está marcado por una marquesina, bajo la cual se ubica una mampara de madera y cristal, que permite ingresar al hall de recepción.

“El edificio está estructurado en base a un sistema mixto de muros de albañilería simple, enmarcados en machones de mampostería de piedra y fundaciones sobre bolones, además de pilares interiores y vigas de estructura metálica que dan soporte al envigado de entrepiso. El volumen del segundo nivel está conformado por tabiques arriostrados de es-

tructura metálica que sustentan la cubierta en base a cerchas reticuladas. La envolvente de muros de albañilería que presenta este cuerpo superior, constituye un relleno dependiente de la estructura metálica”, indica Alvaro Rojas Vío, arquitecto de Idiem, a cargo del proyecto de restauración.

La mampostería de los muros perimetrales se distribuye en seis hiladas de ladrillos de cal blancos y seis hiladas de ladrillos de arcilla roja, trabajados con mortero de cal y arena, los que van dando un diseño de franjas de distintas tonalidades a la fachada, que conforman parte importante de su imagen. Cada ladrillo lleva una cuña con la marca de Eiffel.

Una de las principales características del edificio es su estructura metálica prefabricada, traída desde Francia, siendo el tercer edificio de estas características que llegó a Chile (quinto considerando los puentes) convirtiéndose en un temprano ejemplo de la globali-

zación de la arquitectura. Este tipo de estructura metálica representa parte de los proyectos y tecnologías que se desarrollaron a raíz de la expansión del ferrocarril, lo que llevó a incorporar el hierro en los edificios. En una etapa inicial la utilización del hierro se hizo en la inclusión de pilares metálicos, como es el caso de la aduana. En este edificio, “los trabajos en metal, tanto en los elementos estructurales como en elementos decorativos, tales como la coronación, la marquesina, las escaleras de caracol, entre otros, otorgan un carácter único y un alto valor estético”, señala Rojas Vío.

La obra comenzó a ser construida el 10 de diciembre de 1871, siendo terminada dos años y medio más tarde, el 28 de julio de 1874, durante la presidencia de Manuel Pardo. Poco antes de que la Aduana cumpliera tres años desde su inauguración, el edificio debió enfrentar una fuerte prueba, el sismo y tsunami del 9 de mayo de 1877. Catástrofe que logró resistir sin mayores daños, pese a estar ubicada a pocos metros de la costa.

La historia continúa. En 1879 (cinco años después de la inauguración de la Aduana) comenzó la Guerra del Pacífico, en la que se enfrentaron Chile, Perú y Bolivia, por territorios ricos en salitre y guano. Durante la guerra, el edificio fue utilizado como cuartel inicialmente por el ejército peruano y luego por el ejército chileno en su avanzada hacia el norte. Una vez finalizado el conflicto, en 1884 la ciudad de Arica quedó bajo soberanía chilena, y con ello, la Aduana fue incorporada a una nueva institucionalidad.

En el año 1895 la estructura nuevamente debería soportar un terremoto y posterior maremoto, resultando por segunda vez casi sin daños.

La restauración de 1991 incluyó un refuerzo estructural en que se insertaron pilares de hormigón dentro de la albañilería (arriba) y se afianzaron las cornisas con cadena y diafragma con malla de acero (abajo).



MONUMENTO NACIONAL

La solicitud de declarar el inmueble como Monumento Nacional fue efectuada el 13 de Septiembre de 1977, por el entonces gobernador de Arica, el Coronel de Ejército Oscar Figueroa Márquez. Dos meses más tarde el edificio de la Aduana fue declarado Monumento Histórico, según Decreto Supremo del Ministerio de Educación N° 229, del 23 de Noviembre 1977.

Un año después, la Dirección de Arquitectura del MOP dio inicio a la restauración del edificio, la que se realizaría por etapas. Sin

embargo, las reformas más contundentes no se harían sino hasta después de ocurrido el sismo de 1987, el que dejó seriamente dañada la estructura del edificio, que reclamaba una urgente intervención.

Así, en 1991 comenzó una importante labor de restauración, en la que se realizaron importantes cambios al edificio, debido a que "estaba en muy mal estado, presentaba grietas horizontales y verticales, por lo que se insertaron pilares de hormigón dentro de la albañilería para reforzarla y darle más resistencia a los muros, de forma que todo el peso de las losas se apoyara sobre los pilares de hormigón y ya no sobre los muros de albañilería, aumentando la resistencia de la estructura", indica el arquitecto del Idiem. Agrega, que "para poner los pilares de hormigón se hicieron cortes a la albañilería para insertarlos dentro del muro, se trató de afianzarlos efectuando rebajes para que quedaran embutidos y colaboraran con la pared, sin embargo, posteriormente a causa de varios sismos se generaron grietas, por lo que la colaboración entre la albañilería y el hormigón no fue tan efectiva".

Dentro de las reparaciones, también se hi-

MECÁNICA SUELO + ARQUEOLOGÍA

LEVANTAMIENTO Y PROYECTO ESTRUCTURAL + ARQUITECTÓNICO

REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL / DISEÑO DE REFUERZOS

RESTAURACIÓN PATRIMONIAL*
GESTIÓN PARA LA APROBACIÓN DEL CONSEJO DE MONUMENTOS NACIONALES (CMN)

DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL + ARQUITECTÓNICO

SEGURIDAD CONTRA INCENDIO

Idiem
UN SIGLO DE CONFIANZA Y RESPALDO

idiem@idiem.cl / 978 4151 / 978 4186 www.idiem.cl

El proyecto de restauración de Idiem incluye la remoción del estuco aplicado a la base de la mampostería en piedra liparita y el reemplazo de las piezas que están dañadas.

cieron trabajos en las terrazas, donde se hizo una viga y se puso una cadena en todo el borde para poder amarrar los muros de albañilería que se estaban desaplomando. Se obtuvieron buenos resultados, pues hasta hoy los muros siguen aplomados y no existe deformación ni asentamiento en ellos. Además, se engarzó la losa con cadenas, generando un diafragma colaborante, haciendo que la estructura funcione como un todo más resistente.

Otro de los problemas que presentaba el edificio en 1991, fue que su contorno estaba construido en piedra liparita la que, al ser muy porosa, guardaba humedad que subía por la base de la piedra hasta tomar contacto con los flejes metálicos que engarzaban unas con otras por el interior, provocando que estos se oxidaran haciendo reventar la piedra, deteriorando así toda la base de la estructura. En la restauración las piedras dañadas fueron reemplazadas, sin embargo “al problema de humedad no se le dio solución, por lo que con los años este fenómeno siguió ocurriendo”, indica Rojas.

También se reconstruyó una escalera de caracol, fabricada en hierro, que comunicaba con el segundo piso y que estaba muy dañada, para ello se construyeron peldaños iguales a los originales para sustituir los que estaban estropeados. Los pisos fueron nivelados y se reemplazó la cerámica existente por una negra, dejando sólo una pequeña porción con la cerámica francesa original. En tanto, el cielo fue restituido pero se mantuvieron todas las vigas originales.

Otro de los cambios hechos al edificio fue pintar los ladrillos de fachada en rojo, en el caso de los de arcilla, y de blanco los de cal, con la intención de protegerlos, haciéndolos perder su tonalidad natural. Además, y luego de la restauración, se aplicó un estuco en la base de piedra, con el fin de protegerla, provocando un efecto contrario, al hacer que la humedad se mantuviera allí y subiera por los muros.

Para Alvaro Rojas, “esta restauración tuvo



cosas muy buenas, pero se hizo de forma rápida para que el edificio, que estaba en muy malas condiciones, no se siguiera deteriorando, lamentablemente en ese tiempo no había una metodología de rehabilitación generalizada y tan clara como hoy. La restauración de todas formas fue efectiva porque logró detener el proceso de deterioro del edificio. Sin embargo, algunos problemas se siguieron repitiendo”.

En 1992, se determinó que el uso que debía tener el edificio para su reutilización debía responder al programa de necesidades de la Casa de la Cultura de la Municipalidad de Arica, función que cumple hasta el día de hoy.

REFUERZO ESTRUCTURAL

En el marco del programa de Puesta en Valor de edificios declarados Monumento Nacional, iniciado por la Dirección de Arquitectura del MOP el año 2007, es que la ex Aduana de Arica será sometida a una segunda restauración, que incluyó todo un proceso de levantamiento histórico y un completo análi-

sis de las condiciones del edificio para luego dar paso al diseño y posterior ejecución del proyecto.

Para Fermín Mateo, inspector fiscal del MOP de Arica, “lo más importante de este proyecto es que hasta ahora no existía un expediente histórico del edificio, y ahora se hizo un levantamiento de cómo fue hecho originalmente”.

El proyecto realizado por Idiem pretende recuperar la capacidad estructural del inmueble, mejorar su apariencia y facilitar su conservación mediante un uso que lo revitalize, dando cuenta de su historia frente a la comunidad.

El criterio utilizado para el refuerzo estructural considera mejorar el comportamiento de la estructura frente a cargas sísmicas. Para esto se proyectan las siguientes intervenciones: se reforzarán las caras interiores de los muros perimetrales e interiores, además se reforzará la estructura metálica de techumbre y se mejorará la estabilidad de los tímpanos del edificio. “Lo principal de esta intervención es reforzar el edificio sin afectar la apariencia exterior del mismo, por ello se ha procurado que la intervención sea mínima y lo menos invasiva posible”, indica Rojas Vio.

Se estableció que el edificio no tiene problemas de rigidez, pero sí de resistencia, por lo que se propone realizar un refuerzo general a todos los muros del edificio, debido a la necesidad de controlar el daño existente (grietas) en toda la estructura y no solamente en algunos de sus elementos. Estos “refuerzos se ejecutarán mediante la instalación en cada muro de una malla electrosoldada, con conectores de diámetro de 6 mm, ubicando 3 conectores por m², sobre la cual se aplicará un mortero estructural estucado mediante hormigón proyectado (shotcrete) de 40 mm de espesor”, indica el arquitecto del Idiem.

Esta alternativa, si bien involucra todos los



Los muros agrietados serán reforzados por el interior con una malla electrosoldada, sobre la cual se aplicará hormigón proyectado (shotcrete).

de la diagonalización de la cubierta, de manera de garantizar un adecuado diafragma en el segundo piso. Esta última solución reemplazará las actuales diagonales que en su condición actual no aportan a la resistencia de la cubierta. El tercer sistema consiste en la incorporación de puntales y vigas en las elevaciones de los muros perpendiculares a los tímpanos. Los tres sistemas considerados son reversibles”, señala Alvaro Rojas Vio.

muros, es menos invasiva puesto que no requiere hacer insertos mayores en el interior de las paredes y cumple con el criterio de la reversibilidad. Los insertos que se instalarán en los muros van ubicados cada 50 cm, anclados mediante masilla epóxica en las juntas horizontales de la albañilería.

Este refuerzo se realizará por una sola cara entendiendo que el muro en fachada mantendrá su materialidad original, la albañilería sólo será limpiada, eliminando la pintura y dejando a la vista las líneas de ladrillos rojos y blancos en sus tonos originales. En tanto, en la mampostería de piedra de la parte inferior, serán removidos los estucos, puesto que no corresponden al edificio original, dejándola a la vista y protegida con recubrimientos hidropelentes que permitan el intercambio de aire, además se le aplicará una protección antigraffiti.

Los tímpanos serán reforzados a través de estructuras metálicas que denoten la materialidad original y garanticen la rigidez y estabilidad de éstos, frente a solicitaciones fuera de su plano (vaciamiento). “Para lograrlo se consideran tres sistemas de refuerzo: el primero consiste en la incorporación de cruces de San Andrés (arriostramientos en forma de letra X) que se ubicarán en el eje central superior de los tímpanos. El segundo compren-

Se considera el refuerzo interior de los tímpanos, mediante la inyección de un mortero epóxico de reparación en la grieta horizontal existente y un refuerzo con placas de fibra de carbono en su interior, además de dar una terminación exterior acorde a la arquitectura del edificio. También, se corregirá la posición de los tensores del techo, debido a que actualmente no están realizando el trabajo correspondiente en la estructura y una nueva disposición mejoraría sus resultados.

En tanto, los elementos metálicos serán tratados diferenciadamente si son originales o no, según su compromiso estructural y ubicación exterior o interior. Esto, debido a que hay elementos metálicos exteriores que están absolutamente corroídos, por lo que un método de limpieza como arenado haría mucho daño, pero de igual forma deben ser limpiados y protegidos de la corrosión por brisa marina. El edificio también se analizó desde el punto de vista de la ingeniería contra incendios, proponiéndose la aplicación de pintura intumescente en los elementos metálicos.

Las puertas y ventanas se restaurarán completamente, serán desmontadas y tratadas

especialmente según niveles de daño, siendo repuestas nuevamente en su ubicación.

Fermín Mateo, explica que “el proyecto de puesta en valor está en su etapa final, se hizo el estudio, el levantamiento crítico, se entregaron los informes y el proyecto de diseño ya fue aprobado por el Consejo de Monumentos Nacionales. Para iniciar las obras, sólo falta postular al presupuesto del año 2012, para lo cual hay plazo hasta el mes de abril de este año. Sin embargo, es posible que se pueda adelantar la entrega de recursos para la ejecución, debido a que el proyecto ya está terminado y aprobado, por lo que quizás a mediados de año se pueda comenzar con las obras de recuperación y conservación de este edificio patrimonial”. Una verdadera joya de Eiffel en Chile. ■

www.idiem.cl; www.mop.cl

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- “Artequín. Modelo para armar”. Revista BIT N° 62, Septiembre de 2008, pág.82.
- “Mercado Central de Santiago. La receta del hierro fundido”. Revista BIT N° 59, Marzo de 2008, pág. 82.
- “Centro Cultural. Los secretos de la Estación Mapocho”. Revista BIT N° 56, Septiembre de 2007, pág. 76.
- “Estación Central. El tren de la historia”. Revista BIT N° 52, Enero de 2007, pág. 68.

■ EN SÍNTESIS

Diseñado por Gustave Eiffel, la Ex Aduana se caracteriza por su estilo neoclásico francés, trabajado en una mixtura con una base de mampostería en piedra, muros de albañilería y pilares de hierro. La estructura ha resistido importantes sismos y maremotos, siendo restaurada por primera vez en 1991, a partir de lo cual comenzó a ser utilizada como Casa de la Cultura. Se espera que próximamente se inicien las obras de una segunda restauración.

BIT 77 MARZO 2011 ■ 57

**CERTIFICACIÓN
ISO CASCO 5
ISO 9001v2008**
Planta San Bernardo
Santiago

BOTTAI
SOLUCIONES EN CONCRETO

OTRAS LINEAS DE PRODUCTOS

- Vialidad
- Emisarios y Colectores
- Pavimentos Flexibles
- Vivienda y Urbanismo
- Proyectos Especiales y Estructurales

Muro Prefabricado de Contención para Carbón en Central Termoeléctrica Bocaminas de Coronel VIII Región

Región Metropolitana:
Las Acacias 91,
Km 16 Panamericana Sur,
San Bernardo
Fono: (56 2) 413 1200

COBERTURA NACIONAL ARICA, COPIAPO, SANTIAGO, CABRERO, CONCEPCION, PAILLACO, PUERTO MONTT



CONTROL ACÚSTICO EN RECINTOS EDUCACIONALES

A PRUEBA DE RUIDO

■ Existe una relación estrecha entre la calidad acústica de una sala y la comprensión del mensaje. ■ Se ha demostrado que el ruido dificulta el proceso de enseñanza en las aulas además de inducir a problemas en la salud, como las recurrentes disfonías de los profesores. A prueba de ruido.

PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT

LAS AULAS de colegios, institutos y universidades, son recintos donde la inteligibilidad de la palabra es esencial, de manera que los alumnos puedan aprovechar al máximo los conocimientos entregados. Si consideramos que cuando un mensaje no se entiende las personas pierden concentración, y por ende su capacidad de retención se minimiza, el acondicionamiento acústico de este tipo de recintos pasa a ser un requisito obligatorio.

La inteligibilidad de la palabra depende de dos factores esenciales, la relación señal-ruido y el tiempo de reverberación. Como la transmisión de los mensajes será a viva voz, sin amplificación, el nivel de la señal no es posible de controlar mayormente, sólo alzando la voz, lo que se traduce en desgaste y cansancio para el emisor. Así, el objetivo será minimizar la infiltración de ruido desde el exterior,

mejorando el aislamiento del recinto, respecto de ruidos como el tráfico vehicular y actividades externas. Hay que lograr recintos a prueba de ruido.

CONSIDERACIONES ACÚSTICAS

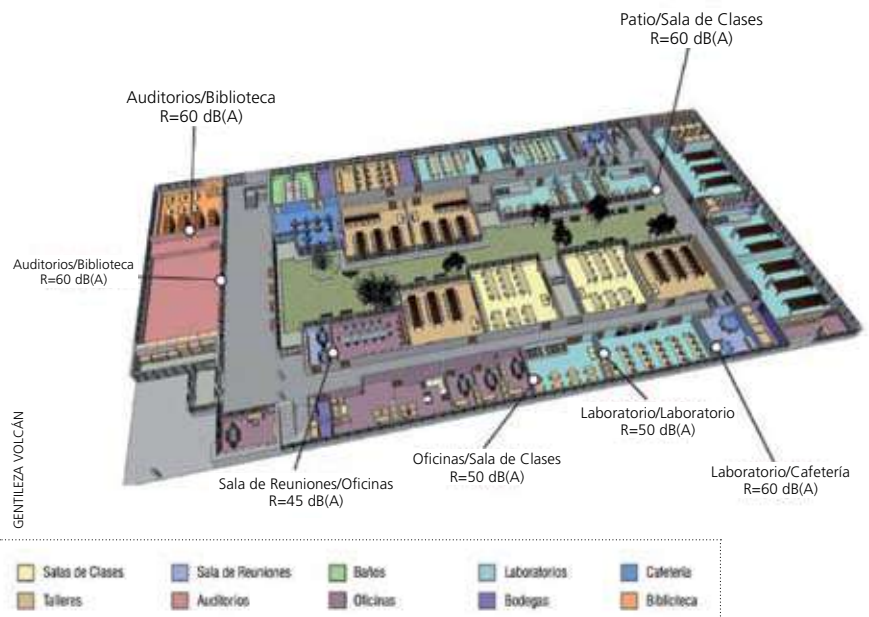
Para facilitar una comunicación clara y evitar interferencia con las actividades estudiantiles, las consideraciones acústicas deben ser un aspecto crítico en el diseño de este tipo de edificaciones. De este modo, "toda sala de clases o espacio dentro de un colegio o universidad debe ser diseñado y construido de forma que cuente con las condiciones de acondicionamiento y de aislamiento acústico", comenta Luis Carrasco, jefe área acústica de Volcán.

Por ello hay ciertos factores a tomar en cuenta. El primero. Para determinar el nivel de acondicionamiento acústico necesario en áreas relevantes del recinto, deben evaluarse

algunos requerimientos para las salas de clases: "El nivel de aislamiento acústico debe ser determinado por las actividades que se practican tanto al interior como en los alrededores del recinto, de manera que ambas se desarrollen sin interferencias. Adicionalmente, debe considerarse el control de reverberación al interior de la sala, para lograr un confort acústico adecuado", señala Carrasco.

Un segundo aspecto. En salas de clases es esencial la comprensión del mensaje entre profesor y alumno, ya que de esto depende que los conocimientos entregados sean recibidos. Al no entender el mensaje, el alumno se distrae y pierde concentración, afectando el proceso de aprendizaje. Así, la inteligibilidad de la palabra está asociada a dos parámetros: Tiempo de Reverberación y Relación Señal-Ruido. El primero es el tiempo que se mantiene un sonido en un recinto, una vez apagada la fuente. Si es mayor al recomendado (ver tabla), ello atenta a la comprensión del mensaje y a la definición del sonido, debido a que los sonidos se superponen. La reverberación está relacionada con la materialidad de las superficies que componen el recinto y el volumen de éste. Para controlar la reverberación se deben utilizar materiales absorbentes con un Coeficiente de Reducción de Ruido (NRC) superior a 0,75.

La relación señal-ruido en tanto, se refiere a la razón que existe entre el nivel sonoro con



Esquema que muestra las distintas áreas de un recinto educativo tipo. Desde salas de clases hasta laboratorios, oficinas, auditorios y bibliotecas.

que llega el mensaje en un punto y el nivel de ruido de fondo en el mismo punto. Como generalmente los profesores realizan sus clases a viva voz, sólo se puede controlar el nivel de ruido de fondo mediante el aislamiento acústico apropiado del recinto. Este nivel de aislamiento dependerá de las actividades que se realicen en los espacios contiguos al recinto a tratar y de la tolerancia al ruido que tenga la sala receptora, a través del muro medianero.

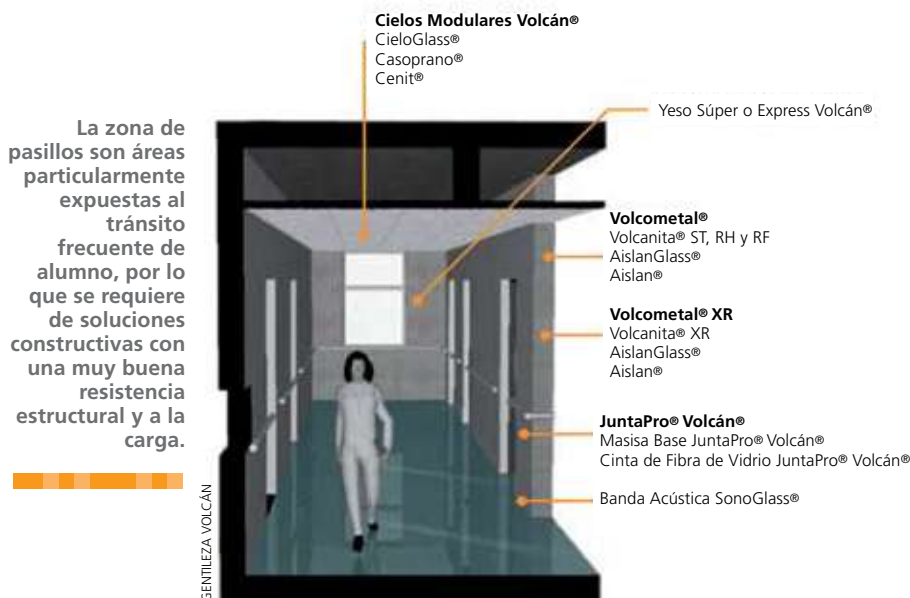
Un tercer dato. El emplazamiento de ciertas áreas (layout del proyecto) dentro del diseño arquitectónico es vital, lo ideal es que éste se considere desde el anteproyecto, de manera de prevenir las posibles interferencias probables de surgir a futuro. "En los colegios hay salas de clases, patios, gimnasios, bibliotecas, entre otros. Por ello que en estos recintos habrá que evitar en el diseño, por ejemplo, que el casino, los laboratorios y talleres queden próximos a las salas de clases o biblioteca, lugares donde se requiere tener una concentración mínima", expresa Esteban Ruedlinger, ingeniero acústico de IDIEM.

ÁREAS COMPLEJAS

En la etapa de diseño de un recinto educativo, se debe poner especial cuidado en ciertas áreas que son más susceptibles de producir o transmitir ruido. Algunas son:

PASILLOS: Son zonas particularmente expuestas al tránsito frecuente de alumnos, requiriendo soluciones constructivas con buena resistencia estructural, de carga de un cuerpo pesado y a golpes dinámicos con cargas puntuales. Adicionalmente, y en caso de encontrarse al interior de la edificación, deben contar con el confort térmico necesario debido a que son zonas de unión entre recintos internos. Además será de gran importancia presentar soluciones de cielos con alta reflectancia lumínica.

ESCALERAS: Donde hay tránsito frecuen-





Para el área de las cajas de escala es vital contar con tabiques probados, tanto muros técnicos de alta performance al fuego, como con capacidad para reducir ruidos.



te, como en las cajas escala, es necesario contar con tabiques probados y que cumplan con ambos requisitos. Muros técnicos de alta performance al fuego, junto con capacidad para reducir ruidos son indispensables en estos casos.

SALAS DE CLASES: Estos espacios deben asegurar un confort ambiental mínimo de 18°C a 22° celsius. Para evitar molestias derivadas del ruido de impacto de pisos superiores o de vibraciones transmitidas por las estructuras propias del edificio, es recomendable considerar la aplicación de sobrelosas flotantes de hormigón sobre un panel absorbente acústico. Los revestimientos de cielos pueden ser desmontables con características de acondicionamiento acústico (NRC > 0,75) y de alta reflectancia.

CASO CONCRETO

En la actual sede de la Scuola Italiana se aplicó un sistema acústico en el auditorio y en las salas de clases, en base a un proyecto de modelación 3D. Leonardo Parma & Asociados, Consultores Acústicos, realizó el diseño a través del software de simulación EASE (Enhanced Acoustic Simulator for Engineers), que calcula diversos parámetros acústicos. En el auditorio, con capacidad para 270 personas, los estudios se realizaron en el lugar donde se ubicarían los oyentes, el "área de audiencia". Se utilizó una fuente ubicada en el escenario simulando el nivel de referencia y direccionalidad de un orador de pie, con una altura promedio de 1,70 metros. Las áreas de audiencia están a una altura de 1,20 m desde el nivel del piso, considerando la altura de un espectador sentado.

Tras los resultados del estudio, se determinó la utilización de los siguientes materiales para mejorar el tiempo de reverberación del recinto: Revestimiento de madera perforada al 20% aproximadamente, con lana de vidrio de 5 cm de espesor en su interior. Piso de linóleo, cielo de losa de hormigón armado, revestimiento de madera sobre los muros de hormigón armado y butacas de baja absorción. Hay que destacar que el teatro posee muros de hormigón de 20 cm y losas del mis-

Los gimnasios y pasillos son zonas de ruido frecuente y de tráfico constante de la comunidad escolar. Lo ideal es diseñarlos alejados de las salas de clases y de estudio.



LAS DISTINTAS ÁREAS

El máximo Tiempo de Reverberación T_{mf}^1 , expresado en segundos, recomendado para los diversos espacios que forman un recinto educacional

TIPO DE RECINTO / ACTIVIDAD	T_{mf} (S)
Jardín infantil (salas de juegos)	≤ 0,6
Jardín infantil (salas de descanso)	≤ 0,6
Salas de clases educación básica	≤ 0,6
Salas de clases educación media o superior	≤ 0,8
Áreas educacionales planta abierta	≤ 0,8
Salas de música	≤ 1,0
Salas de ensayo música	0,6 - 1,2
Salas de lectura pequeñas (< 50 personas)	≤ 0,8
Salas de lectura grandes (> 50 personas)	≤ 1,0
Salas de estudio	≤ 0,8
Sala audiovisual	≤ 0,8
Laboratorio de idiomas	≤ 0,8
Bibliotecas	≤ 1,0
Gimnasio	≤ 1,2
Piscina	≤ 2,0
Comedores / casino	≤ 1,0

(1) Tiempo de Reverberación en frecuencias medias (500-1000 Hz), T_{mf} , considerado con la sala vacía y sin mobiliario.

Fuente:
Área Acústica Volcán.

mo material para una mejor barrera ante el ruido exterior.

Las salas de clases también presentan aplicaciones acústicas y térmicas. Para los tabiques entre salas se proyectó un doble montante intercalado y una gran cámara de aire. La configuración es la siguiente: Marco perimetral con soleras de 90 mm, con montantes de 60 cm distanciados a 30 cm entre sí, e intercalados. Estructura forrada por ambos lados con doble capa de yeso cartón de 15 mm de espesor y rellena con lana mineral de 80 mm de espesor de alta densidad.

Con el objetivo de mejorar la absorción acústica al interior de la sala, en algunos muros de hormigón se incluyó un refuerzo de placa yeso cartón con lana mineral, de forma de mejorar el aislamiento sonoro. Los cielos se componen de doble placa de yeso cartón de 15 mm, una capa de lana mineral de 4 cm, una entretela no tejida y un sistema de listones de pino fingerjoint de 4 cm y separados cada 1 cm, como absorbente resonador.

Cuidar el diseño acústico en recintos educacionales equivale a contratar un se-

guro de habitabilidad de la estructura. A prueba de ruido. ■

www.idiem.cl; www.volcan.cl

La diferencia entre dB y dBA, es que la A implica una ponderación que corrige la medición, de acuerdo a la percepción del oído humano. Los niveles de ruido y los niveles de aislamiento se presentan en dB(A) (por ejemplo, el tabique tiene un índice de reducción acústica de 45 dB(A), o, los niveles de ruido superan los 80 dB(A)), en tanto, la diferencia de niveles o aislación se presenta en dB (por ejemplo, el elemento provee una mejora de 5 dB al aislamiento).

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- Control de ruido en recintos hospitalarios. Silencio Hospital". Revista BiT N° 76, Enero de 2011, pág. 54.

■ EN SÍNTESIS

Una edificación educacional debe incorporar diseño, tecnología y construcción inteligentes, pero también elementos que mejoren los niveles de confort y seguridad de quienes la ocupan. Es el caso del aislamiento y acondicionamiento acústico, en particular en zonas como salas de clases, auditorios y bibliotecas, considerando su interacción con las actividades realizadas en los demás recintos.

SERVICIO ACÚSTICO VOLCÁN®:

SOLUCIONES PARA EL ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO, QUE FAVORECEN EL APRENDIZAJE.



Volcán® presenta su Área Acústica. El mejor servicio de asesorías y soporte acústico, con avanzados equipos y software de medición que sumados a productos innovadores, le facilitará la creación de espacios acústicos optimizados en sus proyectos de colegios, universidades, bibliotecas y otros edificios educacionales.



Consulte por nuestros productos y soluciones específicas para el acondicionamiento acústico de todo tipo de recintos en edificaciones educacionales.

Para mayor información sobre nuestros servicios y soluciones acústicas, escribanos a: serviciosacusticos@volcan.cl o visita:

www.volcan.cl/acustica

ÁREA ACÚSTICA



Exhiba y Projecte nuevos negocios para potenciar su oferta de soluciones para la Construcción



● Contacte Público Profesional y Especializado
● Dicte Charlas Comerciales y Demostraciones In Situ
● Participe en Ruedas de Negocios



CONTÁCTENOS Y CONFIRME SU STAND:
(56-2) 530 7238
CHILECONSTRUYE@FISA.CL

Y recuerde ya estamos preparando



Organizan:



Produce y Comercializa:



Patrocinan:



EL SAUCE FINALIZA UN GRAN AÑO 2010

Batió récord con 5 millones de HH sin accidentes

“Esta gran distinción que hoy recibimos es muy especial para nosotros porque es el resultado del trabajo de un grupo de personas que hemos entendido desde el comienzo que los temas de la economía hay que medirlos a escala humana”, indicó Sergio Contador durante la ceremonia en la que la Mutual de Seguridad y el Consejo Nacional de Seguridad, certificaron que El Sauce S.A. cumplió 5 millones de horas hombres trabajadas sin tiempo perdido.

A la ceremonia que se realizó a fines de 2010 asistieron los ex ministros Carlos Cruz y Ricardo Solari, además de gerentes de empresas, amigos y colaboradores.

Del mismo modo, el Gobierno, a través de la Ministra del Trabajo de entonces, Camila Merino, envió una carta en la que reconoció el trabajo de la Constructora, señalando que “ejemplos como este deben ser destacados e imitados por empresas y actividades que por la naturaleza de su función productiva, conllevan cierto grado de riesgo”.

Durante su intervención, Sergio Contador, Gerente General de la empresa indicó que el Sauce ha sido galardonado con múltiples distinciones que refrendan su privilegio por el resguardo de la seguridad laboral”.

En ese sentido, acotó que por segundo año consecutivo, en noviembre de 2010, la Cámara Chilena de la Construcción la distinguió con el premio “Mejor de los Mejores”; y en mayo fue reconocida por la Superintendencia de Seguridad Social con el premio Tucapel Jiménez, distinción que se entrega por responder de la mejor forma en todas las áreas vinculadas a la seguridad laboral.

Faena de Minera Escondida cumplió 3.333.390 Horas Hombre Sin Accidentes con Tiempo Perdido

En diciembre de 2010 en Antofagasta, la Faena de El Sauce en Minera Escondida cumplió 3.333.390 de Horas Hombres sin Accidentes con tiempo perdido.

El reconocimiento de este logro fue entregado por Marcelo Muñoz de la Mutual de Seguridad de la zona destacando que nuestra empresa se preocupa por la seguridad y el bienestar de los trabajadores y por llevar a cabo verdaderamente la filosofía del Cero Daño.

Otro avance importante es el proyecto liderado por la Gerencia de Administración y Finanzas en lo relacionado al despliegue de la estrategia organizacional y su metodología de medición y evaluación mediante BSC.



LÍDERES ABSOLUTOS EN SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

Durante los últimos años, la empresa ha sido distinguida en múltiples ocasiones por la seguridad en sus faenas y por el compromiso de resguardar la integridad de sus trabajadores.

- 5 Millones de horas hombre sin accidentes con tiempo perdido. Mutual de Seguridad (Noviembre de 2010).
- “El Mejor de los Mejores”, distinción entregada por la Cámara Chilena de la Construcción (Octubre de 2010).
- Empresa más segura de todo el País, distinción entregada por la Superintendencia de Seguridad Social (Mayo de 2010).
- 2 Millones 700 mil horas hombre efectivamente trabajadas sin accidente con tiempo perdido. Mutual de Seguridad (Noviembre de 2009).
- “El Mejor de Los Mejores”. Cámara Chilena de la Construcción (Octubre de 2009)

Además, El Sauce S.A. cuenta con la distinción de las 6 estrellas que otorga el Comité de Contratistas Generales de la Cámara Chilena de la Construcción.



Canaletas de techo VINILIT P25 UV COLOR



OTROS SISTEMAS
PVC

HOJALATA

Vinilit ha sido por más de 30 años el líder nacional en la fabricación y comercialización de tuberías y accesorios para las más variadas instalaciones sanitarias e hidráulicas.

Éste liderazgo se renueva permanentemente con la incorporación de nuevas líneas de producto que entregan a sus usuarios una calidad superior, eficientes aplicaciones y la garantía que sólo puede brindar Vinilit.

La empresa fue pionera en la introducción de Sistemas Plásticos para Techumbres, incorporando hace más de 10 años el sistema de canaletas de techo P25 que permitió a los especialistas encontrar soluciones modernas, eficientes y seguras.

Pero Vinilit no se detuvo ahí, trabajamos permanentemente para crear productos duraderos, funcionales, estéticos y de fácil instalación. Como es el caso de las nuevas canaletas de techo VINILIT P25 UV COLOR, fabricadas por proceso de coextrusión, que forma una película interior protectora que evita la dilatación por sobrecalentamiento de la superficie

expuesta al sol. La incorporación del aditivo UV Color, garantiza la excelente durabilidad del sistema de canaletas de PVC lo que se manifiesta en la perfecta coloración en la parte exterior de la canaleta. Variedad de colores, que permiten una mayor combinación para todo tipo de viviendas, se incorporan a los ya existentes blanco, arena y marrón los colores verde, terracota y negro.

Las canaletas de techo Vinilit P25 UVColor son sometidas a diversos controles de calidad en nuestra planta; ensayos de control visual y ensayos de control dimensional

que cumplan con los espesores definidos en la norma europea EN-607. Las canaletas se someten a cambios de temperatura y exposición a los rayos UV, los tintes y la resistencia a choques no deben sobrepasar lo establecido en la norma europea EN-607.

Las canaletas de techo VINILIT P25 UV COLOR garantizan una unión estanca y sin fugas al ser unidas con el tradicional adhesivo Vinilit. Esta es la solución más rápida y segura del mercado ya que no requiere de elementos de goma o caucho para generar el sello hidráulico.

Características técnicas

Uniones soldadas con adhesivo	✓✓✓		
Gran belleza y estética	✓✓✓	✓✓	✓
Aditivo UV color	✓✓✓		
Máxima duración	✓✓✓	✓	✓
No necesitan mantención ni pintura	✓✓✓	✓	
No gotean ni se corroen	✓✓✓	✓	
Accesorios universales	✓✓✓		
Sistema modular	✓✓✓	✓✓✓	
Soportan dilataciones y contracciones	✓✓✓	✓	
Resistencia contra golpes	✓✓✓	✓✓✓	
Evitan problemas de humedad	✓✓✓		

En Vinilit sabemos que nuestros clientes son expertos, por lo que junto con la garantía de estos productos, ofrecemos permanente capacitación y asistencia técnica.

NUEVOS COLORES, TECNOLOGÍA UV Y DURABILIDAD

- Mayor resistencia a los rayos UV.
- Producidas y garantizadas por Vinilit.
- Variedad de colores.



EXIGE NUESTROS PRODUCTOS VINILIT EN LOS MEJORES
DISTRIBUIDORES A LO LARGO DE TODO EL PAÍS.

Mail: canaletasp25uvcolor@vinilit.cl

www.vinilit.cl



■ Sistemas más autónomos, livianos y con mayor rendimiento, es el sello que diferencia a la industria de las herramientas eléctricas.

■ Para una mayor diferenciación, los proveedores apuntan a la innovación y los desarrollos tecnológicos. Son máquinas compactas y multifuncionales.

NICOLE SAFFIE G.
PERIODISTA REVISTA BIT



HERRAMIENTAS ELECTRICAS

COMPACTAS Y MULTIFUNCIONALES



SATISFACER A LOS PROFESIONALES independientes, que cada vez representan una proporción mayor del mercado, entre un 50 y 55% de las ventas, es la tendencia a la que está apuntando la industria de las herramientas eléctricas. Instaladores, carpinteros, eléctricos, arquitectos, constructores, entre otros, son el nuevo público objetivo. Y para captarlos, las compañías no han escatimado esfuerzos. La clave es la innovación: productos cada vez más pequeños, livianos, autónomos, multifuncionales, seguros, y que permitan realizar un trabajo en menos tiempo y con un mejor acabado.

Las herramientas eléctricas son esenciales para los trabajos que requieren una ejecución intensa. Se utilizan para labores tanto en metal como en madera y sus funciones son múltiples: cortan, perforan, muelen, pintan y pulen, entre otras. Ingrese a la tecnología, al reinado de las máquinas compactas y multifuncionales.

IÓN DE LITIO

El desarrollo que destaca en el sector son las baterías de ión de litio. Su elevada capacidad energética, ligereza y resistencia a la descarga, las hacen ganar cada vez más adeptos. También denominada Li-Ion, utiliza una sal de litio que procura los iones necesarios para producir una reacción electroquímica. Acumulan mayor carga por unidad de peso y volumen, y se presentan en placas rectangulares de menos de 5 mm de espesor, lo que les permite ser livianas. También tienen alto voltaje por célula, es decir, cada batería proporciona 3,7 voltios, el triple que una tradicional



La tecnología en base a ión de litio permite contar con herramientas más livianas, autónomas y sin efecto memoria.

(de Níquel-Hidruro Metálico, Ni-MH, o Níquel-Cadmio, Ni-Cd). Pueden proporcionar cerca de una hora de trabajo por veinte minutos de carga. Además, su tasa de autodescarga es muy baja. Un ejemplo: al guardar una batería, ésta se descarga progresivamente aunque no se use, el ión de litio en cambio permite conservar hasta un 80% de la carga tras seis meses de reposo.

La mayor ventaja del ión de litio es la ausencia de efecto memoria o su capacidad para operar con un elevado número de ciclos de regeneración. Como explica Jorge Cristinis, gerente de división de Herramientas Eléctricas de Bosch, "el efecto memoria es cuando no se usa toda la capacidad de la batería y el rango empieza a disminuir, comienza a memorizar sólo lo que se utiliza. Esto no su-



Comprometidos con la Protección,
Seguridad y Salud Ocupacional



Agregamos valor,
protegiendo a las personas

ISO 9001:2008
BUREAU VERITAS
Certification



Síguenos



Casa Matriz Av. Lib. Bernardo O'Higgins 194, Santiago - Chile - Tel. (56.2) 787 9000

www.mutual.cl

cede con el ión de litio, además la carga es más rápida que una batería tradicional”.

Esta tecnología ha permitido el diseño de productos livianos, de tamaño pequeño y variadas formas, con un alto rendimiento, adaptados para las aplicaciones de la industria electrónica de gran consumo. Desde su comercialización, a comienzos de los años '90, su uso se ha popularizado en diversos aparatos como teléfonos celulares, notebooks, lectores de música y automóviles, mientras que el uso en herramientas portátiles de baja potencia se está extendiendo cada vez más. En Europa y Estados Unidos cerca de la mitad de este tipo de herramientas ocupan esta tecnología. “En Latinoamérica todavía hay mucho que recorrer, porque es un 50% más caro. Pero a medida que el ión de litio vaya progresando, vamos a tener más herramientas con este desarrollo”, señala Cristinis.

Pero hay más, el ión de litio “permite cargar en apenas 15 minutos el 80% de la batería, pudiendo trabajar sin contratiempos. Tenemos



El desarrollo del ión de litio proporciona cerca de 1 hora de trabajo por 20 minutos de carga.

herramientas que utilizan este sistema que van desde los 3,6 volts con herramientas livianas, hasta martillos, sierras circulares y taladros más pesados de hasta 36 volts”, comenta Andrés Errázuriz, gerente de marketing División Herramientas Eléctricas de EMASA.

Destaca la nueva llave de impacto GDR

10,8-Li, que realiza 205 atornillados con una sola carga de batería, con apenas 137 mm y 0,96 kilos. Es apropiada para lugares angostos y largas jornadas de trabajo, velocidad de 2.600 rpm, indicador de carga y LED de 3 puntos de alta intensidad para una buena visualización. También están los taladros/ator-

BIT 77 MARZO 2011 ■ 69



**Programa de cálculo
Hilti PROFIS anclor 2.1**



300



Nsd



400

Diseño de anclajes en un click.

Hilti. Mejor desempeño. Máxima duración.

El nuevo PROFIS Anclor 2.1 hace del diseño de anclajes una tarea más rápida y sencilla. En pocos pasos es posible:

- Alcanzar una mayor productividad en un dinámico entorno 3D.
- Optimizar y ajustar geometrías en un click.
- Obtener informes de cálculo más completos.
- Disponer lo último en fichas técnicas, homologaciones o detalles CAD.

El software está disponible para su descarga gratuita en : www.hilti.cl



200

Hilti Chile | Av. Apoquindo 4775, Of 404, Las Condes | Santiago | T 600-655 3000 | F 655 3082 | www.hilti.cl

Detaca la línea GSR,
de taladros y atornilladores,
cuyo peso es inferior a 1 kilo
y tamaño compacto.



nilladores de la línea GSR, con un peso entre 0,8 y 0,95 k, siendo sumamente compactos, con 20 + 1 configuraciones de torque. Como explica Andrés Errázuriz, este sistema implica "diferentes tipos de fuerza, a medida que se incrementa el número, aumenta el torque. Con esto, el atornillador aplica más presión sobre el tornillo. Estas posiciones permiten trabajar con la medida justa, evitando pasarse en el atornillado o que falte potencia para dejarlo justo". También tiene dos velocidad

des, una perforación máxima de 19 mm en madera y 10 mm en acero, que se utilizan para las instalaciones y montaje de muebles.

En la misma línea, otro desarrollo de la empresa Hilti, es la nueva línea Cordless Power Care (CPC), sistema inalámbrico que utiliza baterías de iones de litio, que ofrece una serie de mecanismos de protección. Cada celda es monitoreada en forma individual, manteniendo un estatus diferente durante la carga y uso. Esto le permite ser mo-

nitoreada en forma individual para prevenir descargas, sobrecarga y calentamiento. También incluye LED de indicador de carga, para un trabajo seguro y confiable.

Los nuevos equipos que incorporan esta tecnología son los rotomartillos, como el TE 4-A22, destacando su relación peso/desempeño para aplicaciones ligeras; el TE 6-A36, con tecnología AVR o control activo de vibración, que logra un mayor número de perforaciones por carga de batería; y el TE 7A, que se caracteriza por su versatilidad, desempeño y vida útil.

HERRAMIENTAS A GAS

Otra novedad es la tecnología electrónica en base a inyección a gas. Entre sus ventajas están el aumento de la productividad, la reducción de riesgos y la protección del medioambiente. Destaca la empresa Hilti, con su sistema de fijación con gas de la serie GX. El GX 120 instala hasta 1.200 fijaciones por hora. Gracias a su carga de gas es posible fijar hasta 750 clavos sin necesidad de recar-

SEGURIDAD ES RENTABILIDAD

"Para nosotros la seguridad preventiva de nuestros colaboradores es vital y por eso confiamos en la calidad de los andamios Layher."

-Claudio Lewysohn, Administrador de
Obra / Profesión: Constructor Civil

ARMAS

www.layher.cl

Obra: Jardines de Infante, Nunoa - Constructora Armas

Layher

Siempre más. El sistema de andamios.

ga. Asimismo cuenta con un dispositivo LED que permite verificar la cantidad de carga con la que se cuenta. También tiene un programa de clavos para aplicaciones en hormigón y acero, desde los 14 mm hasta los 39 milímetros. Esta herramienta está diseñada para el acabado de interiores. Como afirma María del Mar Pacheco, branding & communication de Hilti, "el sistema ha sido probado por algunos de nuestros clientes y la experiencia ha sido satisfactoria, aumentando la productividad en un 400% respecto de su método actual y permitiendo reducir tiempos, controlar insumos y minimizar riesgos".



Aunque los primeros taladros utilizaban una batería de 7,2 voltios, el desarrollo tecnológico ha permitido aumentar su voltaje.

LÁSER

Una tecnología que se está introduciendo poco a poco en el mercado chileno es el láser, que en Europa y Estados Unidos ha logrado una penetración importante en el mercado. Permite contar con instrumentos de medición cada vez más precisos, ideales para nivelar objetos, medir distancias y ángulos, y detectar todo tipo de materiales y cables. De

hecho, la marca Skil cuenta con productos que lo utilizan, como medidores, niveladores de todo tipo y distintos alcances, tensores de presión y microfiltros, entre otros.

De acuerdo a María del Mar Pacheco, Hilti Chile lleva más de cuatro años introduciendo esta tecnología, y "este año trae los productos innovadores en el área láser: el PMC 46, que combina dos tipos de láser, de nivel y li-

neal, lo que permite mayor productividad en un sólo equipo". También destaca el PS 35, que permite encontrar el lugar más seguro para perforar, ahorrando tiempo y dinero.

En Bosch también poseen una línea que incluye teletros, inclinómetros, detectores de materiales, medidores de ángulo, láser para baldosines, rotativos y medidores de distancia. En total, en 2010 se lanzaron 16

¿Soldadura Fuerte para redes de GAS domiciliario?

DECRETO 66 (ART. 45 PUNTO 45.2.6) - SEC



Casa Matriz: Santa Corina 0198, La Cisterna / Tel. (56-2) 522 2222
Sucursal Zona Sur: H. Salas 419 / Tel. (56-41) 223 6230

Evite aleaciones de Soldadura Fuerte de procedencia y composición desconocida.

Con aleaciones certificadas de ARGENTA asegura el resultado de calidad esperado

Distribución en todo Chile y el mundo / Proceso Certificado ISO 9001:2008.

www.argenta.cl

La sierra circular permite cortar tableros completos con gran precisión. Un factor clave en su elección es el diámetro del disco.



productos nuevos que utilizan esta tecnología. Destacan los telémetros, que van desde los 40 m hasta 250 m; gracias a este aparato ya no es necesario utilizar la clásica huincha, sino que se puede medir la altura fácilmente con un cálculo digital. También está el autonivel a láser de puntos GPL 5 Professional, que otorga precisión milimétrica además de ser fácil de operar, liviano y compacto; su rango de trabajo es de 30 m, pesa tan sólo 0,25 kilos y las pilas duran aproximadamente 24 horas de uso continuo.

EL TALADRO

Una herramienta popular es el taladro. Los primeros fueron los de cable, pero los inalámbricos ganan terreno. Esto, gracias al ya mencionado ión de litio. Su principal ventaja es la autonomía, pero tienen menor potencia que los taladros convencionales. Aunque los primeros utilizaban una batería de 7,2 voltios, el desarrollo tecnológico ha permitido aumentar su voltaje progresivamente. Hay varias características que hay que tener en cuenta a la hora de adquirir un taladro:

Electrónico: La velocidad de giro se regula con el gatillo, siendo útil poder ajustarla al material que se esté taladrando y al diámetro de la broca para un rendimiento óptimo. La oferta va desde las 2.000 a 3.000 rpm y la mayoría de los modelos permiten ir aumentando la velocidad en la medida que se presiona el gatillo.

Reversible: Puede girar a derecha e izquierda. De este modo es factible de usar como destornillador para apretar y aflojar.

Percusión: Además del giro, la broca tiene un movimiento de vaivén. Es imprescindible para taladrar con comodidad, material de obra (ladrillos y baldosas, entre otros). En cuanto a los taladros inalámbricos, hay con y sin percusión, siendo estos últimos usados

principalmente como atornilladores.

Potencia media y de calidad general media-alta: A partir de los 500 W, la potencia del taladro es suficiente para cualquier uso. En el caso de los inalámbricos, varían entre los 9,6 y 36 voltios.

SIERRAS CIRCULARES

En herramientas para la madera destacan las sierras circulares, que permiten cortar tableros completos con gran precisión. Están dotadas de un disco de sierra y una guía lateral. El diámetro del disco es un factor clave en la elección de esta máquina, ya que determina la profundidad máxima de corte que se podrá realizar. Las más habituales van desde los 125 a 235 mm de diámetro de disco y de unos 35 a casi 90 mm de profundidad de corte, aunque se pueden encontrar medidas superiores en algunos modelos. Entre más grande sea el disco, más potente tendrá que ser el motor de la sierra; en general éste se encuentra en un rango entre 1.100 y 2.600 watts.

Skil posee una línea que va desde los 1400 w de potencia hasta 1.800 w; una rotación sin carga entre 5.000 y 5.700 rpm; una profundidad de corte entre 45 y 62 mm; un ajuste de ángulo de 0-45°, con un diámetro de sierra de 7 ¼ pulgadas. Entre sus cualidades destaca la eliminación del polvo, botón de seguridad, empuñadura auxiliar, guía de corte para mayor precisión y una placa base resistente que otorga estabilidad.

OTROS INFALTABLES

Los esmeriles también son herramientas muy demandadas. Compuestos por un disco abrasivo o disco de corte más delgado, permiten remover el exceso de material o simplemente cortar en pedazos. Hay discos para distintos tipos de materiales y trabajos, tales como discos de corte (hoja de diamante), discos rectificadores abrasivos, piedras demoleadoras (rectificadoras), discos lijadores, ruedas de cepillo de alambre y almohadillas para pulir. Se utilizan para trabajos metalúrgicos y de construcción. Los factores más importantes para escoger un esmeril son el tamaño del disco, la potencia del motor y las revoluciones por minuto (rpm).

Como cuenta Andrés Errázuriz, "tuvimos ocho lanzamientos de esmeriles en seis meses. Tenemos dos modelos de 720 w, con la empuñadura más pequeña del mundo; seguimos con 850 y 1.500 w, cumpliendo con todos los requisitos que pide la industria minera. Además de otros cuatro esmeriles de línea que van entre los 2.200 y 2.400 w, con arranque suave, control de vibraciones y gran seguridad para el usuario".



El sistema de herramientas rotatorias de Dremel permite realizar funciones como cortar, pulir, lijar y perforar.

EL COMPLEMENTO PERFECTO

LA VARIEDAD DE ACCESORIOS es amplia, sobre todo considerando que para las empresas del rubro este ítem representa más del 80% de sus ventas. La clave está en elegir los complementos adecuados para cada herramienta. Considerando que la herramienta más vendida en el mundo es el taladro, la broca se convierte en un accesorio vital. Hay de distintos materiales dependiendo de la aplicación: acero al carbono, acero rápido HSS, acero al cobalto, acero pulverizado y metal duro. También se le puede aplicar una capa de recubrimiento de óxido negro, titanio o níquel, cubriendo total o parcialmente la broca desde el punto de corte.

En Bosch destaca la nueva gama de lanas y discos abrasivos, orientados principalmente a la metalurgia, talleres de pintura automotriz y mueblería. "La gran ventaja de la tecnología que se ha incorporado en estos productos es la rápida reducción de material, su larga vida útil y un acabado más consistente", explica Johan Nickel, brand manager de Accesorios de Bosch.

También destaca la línea de martillos, con cuatro nuevos modelos que van entre los 3 y 5 kilos, y los 800 y 1.150 w de potencia. "Son más potentes y con el nuevo sistema vibrator control, inventado y patentado por Bosch, que reduce en un 40% las vibraciones, se refleja en menos fatiga para el usuario, y en más y mejor trabajo", prosigue Errázuriz.

Otro tipo de herramientas, dirigida para

terminaciones o trabajos domésticos, joyería, artesanía y mecánica dental, es la que ofrece Dremel con su sistema de herramientas rotatorias. La más básica viene con 10 accesorios que permiten funciones como cortar, pulir, lijar y perforar gran variedad de materiales. Como explica Sylvia Valenzuela, brand manager de Dremel, lo que ofrece esta marca "son productos versátiles, con displays educativos,

donde se muestra de manera didáctica para qué sirve cada accesorio. Una de las novedades es un soplete que permite soldar, calentar y soplar distintos tipos de materiales. Por último destaca el sistema EZ-Lock, que busca que el usuario pueda cambiar de accesorios fácilmente".

Innovación en herramientas eléctricas. Productos cada vez más compactos y multifuncionales, que permiten realizar un trabajo en menos tiempo y con un mejor acabado. ■

www.boschchile.cl; www.dremel.cl;
www.skil.cl; www.hilti.cl

■ EN SÍNTESIS

Frente a la gran variedad de herramientas y accesorios, la clave está en elegir aquellos desarrollos que ofrecen productos más compactos y livianos, pero también más eficientes y seguros. Ya no basta la potencia, ahora la multifuncionalidad de estas máquinas marca la diferencia.

BIT 77 MARZO 2011 ■ 73

**KRINGS
CHILE**

**RAPIDEZ
SEGURIDAD
EFECTIVIDAD**

Solución Integral en Entibaciones Metálicas

- Sistemas de cajones KS-100
- Sistemas con guías deslizantes:
 - Sistema corredera (4-6 Metros)
 - Sistema paralelo (5-8 Metros)
- Sistema esquinero para pozos, cámaras y plantas elevadoras

Casa Matriz
Flor de Azucenas 42 OF. 21 - Las Condes
Fono: 56-2 241 3000 - 624 3434

Guillermo Schrebler
gschrebler@krings.cl

www.krings.cl



CENTRO
DE MINERÍA PUC
**VETA
MINERA**

■ Como una grieta que invita a internarse en la tierra se planteó el nuevo edificio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica. ■ El proyecto destaca por su concepto arquitectónico en el que prácticamente todas las instalaciones son subterráneas, siendo coronadas en la superficie por un museo que se levantará como un gran tambor de cobre, que atraerá a alumnos y visitantes a internarse y explorar este centro diseñado a rajo abierto.

CATALINA CARO C.
PERIODISTA REVISTA BIT



IMÁGENES GENTILEZA ENRIQUE BROWNE Y ASOCIADOS

EXPLORAR UNA VETA DE SABER, para contribuir al desarrollo de la ingeniería en minas, fue la idea que dio inicio al proyecto que ampliará a más del doble el espacio físico que la Pontificia Universidad Católica (PUC) tiene para su Centro de Minería, ubicado actualmente en el segundo piso del edificio Hernán Briones, del Campus San Joaquín. Las nuevas instalaciones, que serán de construcción subterránea, se emplazarán en el mismo campus, ubicado en avenida Vicuña Mackenna, y su realización tendrá un costo de 2.400 millones de pesos. El proyecto se llevará a cabo gracias a una donación de la familia Luksic realizada a través de Minería Los Pelambres, equivalente a cerca del 50% de la inversión, para apoyar el crecimiento del centro. Es por esta razón, y por su aporte al mundo minero, que el edificio llevará el nombre de Andrónico Luksic Abaroa.

FICHA TÉCNICA

CENTRO DE MINERÍA PUC

MANDANTE: Escuela de Ingeniería PUC
UBICACIÓN: Vicuña Mackenna 4860,
Campus San Joaquín
SUPERFICIE: 2.800 m²
COSTO DEL PROYECTO: \$ 2.400 millones
ARQUITECTO: Enrique Browne
ARQUITECTO ASOCIADO: Tomás Swett
FECHA INICIO DE OBRAS: Febrero 2011
FECHA ENTREGA: Diciembre 2011



Una vez que el proyecto comenzó su desarrollo "se pensó que era una buena oportunidad para satisfacer otras dos necesidades de la Escuela de Ingeniería, tener un auditorio de gran capacidad para el campus y el poder contar con un espacio de reunión para los académicos, un *faculty club*", indica Juan Carlos Ferrer, director de desarrollo y financiamiento de la Escuela de Ingeniería de la

PUC. Finalmente, gracias al apoyo de la universidad, ambos espacios fueron incluidos en el proyecto, que contará con 2.800 m² de infraestructura, de los cuales 750 m² serán para las oficinas que requiere el programa de minería y el museo, mientras que el resto estará destinado al auditorio y al faculty club. En febrero comenzaron las excavaciones que darán vida a este innovador proyecto que se

interna bajo tierra, y que no estuvo exento de dificultades. Exploremos este yacimiento minero.

CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA

La historia de este Centro de Minería comenzó una vez que la universidad escogió al arquitecto Enrique Browne, premio nacional de arquitectura 2010, para que diseñara las ins-

MultiAceros FUERTE EN SERVICIO

Únicos en Chile con tecnología de revestimiento tricapa

- Cañerías acero carbono
- Cañerías acero inoxidable
- Fittings y flanges
- Planchas y bobinas de acero
- Perfiles y vigas estructurales
- Importaciones especiales para proyectos
- Servicios de corte y alisado de aceros planos

ISO 9001:2008

La Tecnología de Revestimiento Tricapa entrega una larga vida útil al ducto, 5 veces mayor que los revestimientos tradicionales.

www.multiaceros.cl

Sucursal Santiago: Panamericana Norte 21600 Lampa, Santiago. Tel. (56-2) 4983300 / Fax (56-2) 4983301.
Planta de Revestimiento: Cacique Colin 2301 Lampa, Santiago.
Sucursal Antofagasta: San Francisco 340 Barrio industrial. Tel: (55-299457).
Sucursal Concepción: Janequeo 1770. Tel. (56-41) 2522457. **E-mail:** ventas@multiaceros.cl

talaciones. Browne cuenta que “originalmente la idea era hacer un modesto edificio de seis pisos que daba a avenida Vicuña Mackenna, pero la construcción se veía muy pequeña en relación a la estación de Metro que está en altura y a los edificios anexos, entonces esa opción se desechó. Luego pensamos en una solución más paisajística que arquitectónica, en que se hará una grieta minera, como una entrada a la tierra, que rematará en un museo de la minería”. La idea de la grieta fue bien acogida por la universidad, pues mantiene las áreas verdes, espacios muy importantes para el campus.

Por los costados de esta especie de rajo minero se ubicarán las oficinas para las autoridades y los académicos del centro, además de salas de postgrado y una sala de computación, las que serán de sólo un piso y estarán ubicadas a 3,20 m de profundidad. El proyecto no contempla salas de pregrado, ya que los estudiantes seguirán utilizando las salas comunes del campus, sistema utilizado por la PUC.

Las losas y muros perimetrales de esta estructura ubicada en el subsuelo serán cons-



El museo de la minería tendrá una iluminación muy tenue en su interior para dar la sensación de estar internándose en la profundidad de la tierra.

truidas en hormigón armado, mientras que los muros de fachada (que dan hacia la grieta) y la tabiquería interior, serán trabajados en una mixtura de hormigón y vidrio para aprovechar la luz natural y otorgar una vista agradable hacia el exterior. “Pensamos en utilizar la cantidad de vidrio adecuada para tener iluminación natural, por ello la parte superior de los muros será vidriada, pero hacia abajo será de hormigón para evitar que

se vea hacia el exterior todo lo que se ubique en y bajo los escritorios”, indica Browne. Con este mismo fin, entre las oficinas que no tienen salida hacia la grieta existirán diversos patios de luz, así, los pasillos que son más cerrados, también recibirán iluminación natural a través de las oficinas.

La iluminación artificial de los espacios interiores se realizará a través de tubos fluorescentes de bajo consumo eléctrico que que-

BIT 77 MARZO 2011 ■ 77

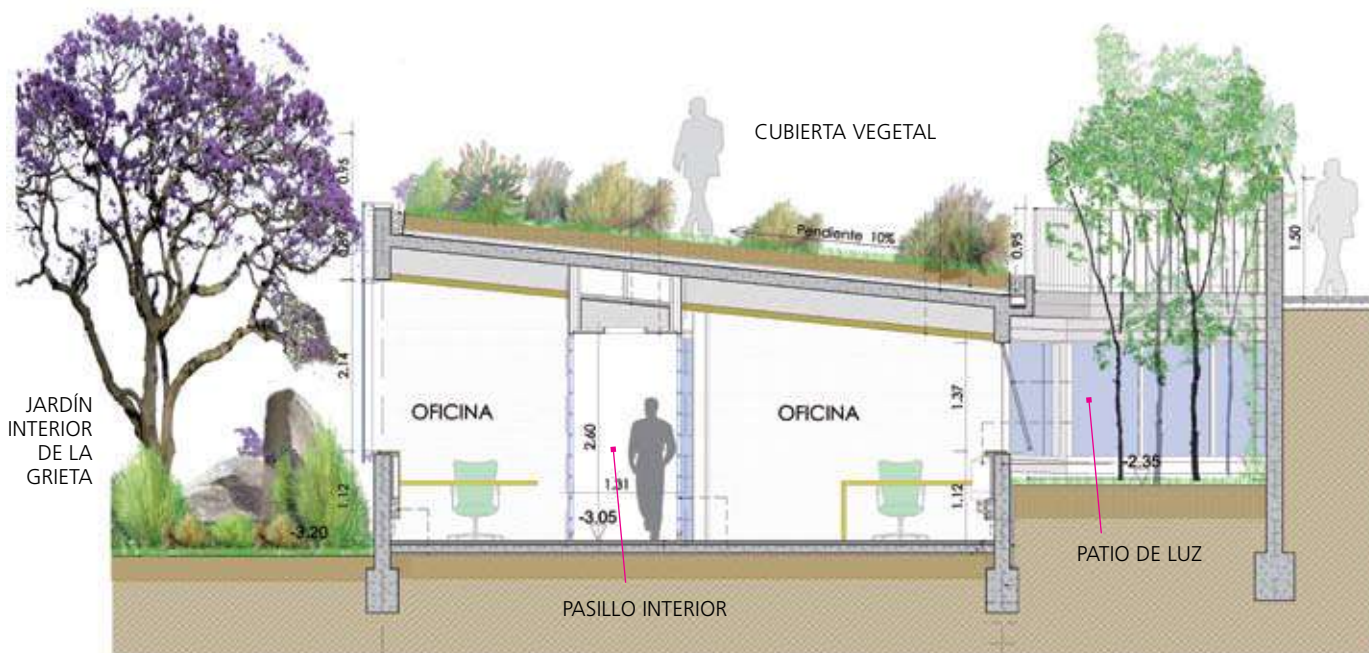


PERI – TRIO, MULTIPROP, TREPAS CB, PERI UP ROSETT
La solución más versátil, fácil y rápida para sus proyectos



**Encofrados
Andamios
Ingeniería**

www.peri.cl



CORTE CENTRO DE MINERÍA PUC

CUBIERTAS VEGETALES

LAS OFICINAS contarán con cubiertas vegetales que permitirán al campus no perder una gran zona de áreas verdes. Estos espacios tendrán la resistencia suficiente para permitir la circulación de personas sobre ellos, por lo que podrán ser utilizados por los alumnos como áreas recreacionales. Los techos verdes tendrán un 10% de pendiente para permitir un desagüe natural de las aguas lluvias y, también, permitirán retener el agua sobrante, para que sea esta misma la que consuma la vegetación en los días posteriores a las precipitaciones, haciendo más eficiente el uso del agua. Además, entre sus otros beneficios está el reducir las islas de calor y ser un aislante térmico natural.

darán ocultos con paneles que estarán bajo los cielos, otorgando iluminación general a los recintos, además, en las zonas en que se requiera, se incluirá luz puntual como refuerzo. Una de las dificultades que enfrenta el proyecto de iluminación es que no se puede hacer ningún tipo de instalación a través de las losas, pues debido a que el edificio está bajo tierra puede haber filtraciones, por ello, se utilizarán unas especies de cenefas que aparecerán por los bordes cubriendo las instalaciones.

Las fundaciones de esta estructura se ejecutarán en base a zapata corrida, debido a que se trata de una construcción baja.

En cuanto a los accesos y circulaciones, estudiantes y profesores tendrán accesos por separado, sin embargo, por el interior de la grieta "todo estará conectado para que los profesores desde sus oficinas puedan salir directamente a hacer las clases", explica Browne.

En superficie, la grieta será marcada por cristales que la recorrerán sobresaliendo por sobre la cota del terreno, estos elementos serán la continuación de los muros de fachada de las oficinas. Para lograrlo, el vidrio pasará sobre la viga de cubierta de estos recintos, y será apoyado en ella para fijarlo con el vidrio

de arriba, el que terminará en una baranda.

Para ello, se utilizarán dos tipos de cristales, "un termopanel donde sea necesario térmicamente, y en el resto de los espacios se instalará un vidrio de mayor espesor para igualar el color del termopanel con el fin de que la diferencia no sea percibida a la vista, de esta manera, en la fachada se verá un mismo tono pese a que habrá distintos cristales", señala Tomás Swett, arquitecto asociado de la oficina de Browne, que trabaja en el proyecto.

Según indican los arquitectos, térmicamente la grieta funciona muy bien al estar bajo la cota del terreno. Además, en su interior contará con vegetación y rocas decorativas, dando un ambiente agradable al espacio. En tanto, en su parte superior las oficinas contarán con cubiertas vegetales (ver recuadro).

Otro de los aspectos sustentables de este proyecto es el haber sido pensado para tener ventilación pasiva, por lo que no contempla el uso de aire acondicionado (excepto en el auditorio), con un ahorro estimado del 30% en energía eléctrica. Sin embargo, de todas formas en la estructura se dejarán los ductos por si en el futuro llegase a ser necesario utilizar sistemas de climatización.

TAMBOR DE COBRE

Para coronar y destacar la existencia de este centro subterráneo es que se incluyó en el proyecto un museo minero pensado como un gran "tambor de cobre", que se espera se convierta en un elemento icónico dentro del campus San Joaquín.

El ingreso a este museo será el único elemento del Centro de Minería que sobresaldrá al exterior. La estructura será edificada como un gran cilindro de hormigón, revestido con láminas de cobre por su parte exterior, mientras que en el interior el hormigón será trabajado con un moldaje de tabla bruta para otorgarle textura, y será pintado en tonalidades oscuras. "Esto se complementará con una iluminación natural muy tenue para dar la sensación de estar internándose en las profundidades de una mina, otorgando un ambiente muy dramático y distinto a los museos tradicionales, que por lo general son muy iluminados", indica Browne.

En la parte inferior de la estructura habrá rocas con cobre que aportarán al ambiente subterráneo, dando paso a la muestra del

museo también ubicada en el subsuelo. Mientras, que en la parte superior sólo habrá circulaciones, que serán rampas de hormigón diseñadas en espiral. Como solución al desplazamiento de los discapacitados, dentro del museo habrá un ascensor panorámico que permitirá recorrer y disfrutar visualmente todos los niveles. "Estas circulaciones estarán conectadas y darán acceso hacia la grieta, el auditorio y el faculty club, convirtiendo al museo, también, en un lugar de conexión y circulación hacia otros recintos, por lo que la muestra va a tener vida, no será un espacio estático ni cerrado", señala Swett.

CLASES MAGISTRALES

Uno de los elementos que la casa de estudios decidió sumar al centro minero fue la construcción de un auditorio (también subterráneo) con capacidad para 720 personas, espacio con el que hasta ahora el campus no contaba.

Inicialmente los arquitectos pensaron hacer un auditorio con forma de semicírculo, sin embargo, este diseño tuvo que ser des-

echado porque se enfrentaba la dificultad de que "toda la parte profunda del escenario quedaba emplazada muy cerca de un edificio contiguo, lo que obligaba a hacer en las fundaciones un complicado trabajo de socialzado, aumentando de forma importante los costos", indica Ferrer.

Por ello, fue modificado en su geometría, quedando con una forma más alargada (20 m), evitando así que la parte más baja quedara colindante con otra edificación. La estructura será realizada en hormigón y al interior, en un altillo, se pondrá una sala de sonido e iluminación y una cabina para traducción simultánea. El auditorio también contempla una exclusiva (espacio de amortiguación acústica) para filtrar los ruidos, que además dará la oportunidad de mover unas cortinas que otorgarán espacio a más espectadores (alrededor de 50), que podrán estar de pie en dicho lugar.

"La idea es que este espacio pueda ser utilizado como una gran sala de clases, por lo que tendrá butacas con un apoya libros que permitan tomar apuntes durante seminarios

BIT 77 MARZO 2011 ■ 79



Máxima tecnología para reparación, refuerzos y protección de estructuras

- ▶ Sikafloor® - Sikaguard®: Revestimientos y Pisos Industriales.
- ▶ Sika® Carbodur® - SikaWrap®: Sistemas de Refuerzo FRP.
- ▶ Sikaplan® - Sarnafil®: Membranas de PVC y TPO.
- ▶ Sikalastic®: Membranas de Poliuretano y Poliurea.



Innovation & since
Consistency 1910

PLANTA DEL CENTRO DE MINERÍA PUC

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| 1 Grieta | 11 Sala Doctorado |
| 2 Acceso | 12 Sala 1 Magister |
| 3 Bar | 13 Sala 2 Magister |
| 4 Restaurant | 14 Acceso 2 Minería |
| 5 Hall Faculty Club | 15 Sala PC |
| 6 Estar | 16 Auditorio |
| 7 Gimnasio | 17 Audio |
| 8 Acceso 1 Minería | 18 Galería |
| 9 Administración Minería | 19 Museo |
| 10 Oficinas | 20 Cocina |



o conferencias, por ello, su acústica será orientada a exposiciones y no a espectáculos musicales”, asegura Ferrer.

El escenario será bastante amplio y profundo, otorgando así la oportunidad de presentar espectáculos artísticos, aunque esa no sea su finalidad principal. En la parte trasera de éste habrá una bodega y camarines.

FACULTY CLUB

El proyecto también contempla un espacio que “servirá para mejorar la calidad de vida de los académicos y potenciar las relaciones entre ellos al otorgarles un lugar de encuentro. Este espacio será similar al que poseen diversas universidades en Estados Unidos e Inglaterra, pero adecuado a la realidad nacional”, indica Ferrer.

El faculty club contará con comedores que pueden ser utilizados para charlas, además de un bar, sala de estar, living, gimnasio, patios y una cocina fría, que será sólo para calentar alimentos. “La idea es que alguno de los concesionarios que ya trabaja en el cam-

pus pueda llevar comida caliente para vender en este recinto, pero la preparación no será allí, pues probablemente la demanda no sea la suficiente para tener un concesionario y porque el tener una cocina caliente complejiza mucho el proyecto por los permisos que requiere”, indica el director de desarrollo de la Escuela de Ingeniería.

Las excavaciones para comenzar la construcción de este Centro de Minería se iniciaron en febrero, y se espera que las obras civiles comiencen en este mes de marzo. Se proyecta que las obras sean finalizadas en un plazo de nueve meses, pues la intención de las autoridades de la PUC es comenzar el año académico 2012 en este nuevo yacimiento minero.

www.ing.puc.cl; www.ebrowne.cl

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- Chuquicamata Subterránea. Un nuevo gigante. Revista BIT N° 74, Septiembre de 2010, pág. 64.
- Viña Lapostolle. Cien por ciento gravedad. Revista BIT N° 74, Septiembre de 2010, pág. 102.

■ EN SÍNTESIS

El nuevo Centro de Minería de la PUC destaca por su innovador concepto arquitectónico, que emula una explotación minera a través de una grieta, alrededor de la cual se ubicarán oficinas subterráneas. Todo diseñado bajo un concepto de eficiencia energética que incluye cubiertas vegetales. El museo, única estructura del centro en superficie, también tendrá una fuerte conexión con la actividad minera, ya que estará totalmente revestido en cobre en su fachada y al interior simulará el ingreso a una mina al tener ambientes con luz muy tenue.

Vivir el progreso.

Las grúas sobre orugas universales de la serie HS.

- Aplicaciones universales y diversas
- Construcción de gran robustez para trabajos en condiciones extremas
- Técnica de accionamiento de gran rendimiento
- Dimensiones de transporte optimizadas



Liebherr Chile S.A.
Av. Nueva Tajamar 481, Of. 2103 y 2104
Edificio World Trade Center, Torre Sur
Las Condes, Santiago - Chile
Phone Office: +56-2-5800717
E-mail: lukas.burtscher@liebherr.com
www.liebherr.com

LIEBHERR

El Grupo

**OBRA
INTERNACIONAL**

**VIADUCTOS DE SNEEK,
HOLANDA**

DISEÑO EN MADERA

PAULA CHAPPLE C. y ALEJANDRO PAVEZ V.
PERIODISTAS REVISTA BIT



GENTILEZA FOTOS DAVID BONE

■ Dos puentes de madera cubren la principal carretera que cruza el ayuntamiento de Sneek, en Holanda. Cada uno pesa 360 toneladas y mide 32 metros de longitud. Pueden resistir cargas de hasta 60 t y su arquitectura pretende ser una de las postales más importantes de la nortina provincia holandesa. ■ Su madera acetilada es fruto de largas investigaciones y de una tecnología que les garantiza una vida útil de 80 años. Se les considera los puentes en madera más resistentes y grandes del mundo. Diseño puro.



E

N NOVIEMBRE del año pasado se inauguró el segundo puente que completa una de las etapas más importantes del proyecto "Rijksweg 7" (Ruta A7), plan urbanístico que busca remozar una de las principales arterias de la localidad de Sneek, al norte de Holanda. La obra, que espera ser entregada en los primeros meses de este año, ya está abierta al tránsito normal y sus dos joyas, los puentes Krúsrak y Duvelsrak, han respondido positivamente a las expectativas. Ubicados específicamente en la circunvalación sur de la mencionada autopista, ambos viaductos pretenden transformarse en importantes puntos de referencia y de atracción turística.

¿Por qué dos gigantes de madera? Simple. Todo radica en una decisión de la provincia de Frisia, el Rijkswaterstaat Noord Nederland (Servicio Estatal de vías y obras fluviales del Norte de Holanda) y el ayuntamiento de Sneek. Los tres, mandantes en común del proyecto, apostaron por la construcción en madera para desarrollar la identidad de la comarca. Claro, y es que su mate-

FICHA TÉCNICA

VIADUCTOS KRÚSRAK Y EL DUVELSRAK

UBICACIÓN: Sneek, Holanda

MANDANTES: Ayuntamiento de Sneek / Provincia de Frisia / Servicio Estatal de vías y obras fluviales del Norte de Holanda

ARQUITECTO: OAK Architecten (Architectuur Achterbosch / Onix Architects).

CONSTRUCTORA: Schaffitzel Holzindustrie

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2009 / 2010

MATERIALIDAD: Madera Accoya® (Accsys Technologies)

LONGITUD AMBOS PUENTES: 32,00 m

ANCHURA KRÚSRAK: 12 m

ANCHURA DUVELSRAK: 8,80 m

ALTURA: 15,00 m

ALTURA INTERIOR: 4,60 m

PRESUPUESTO APROXIMADO: US\$ 4.700.000 (por puente)

1. Una serie de barras de acero de 48 mm de diámetro son las que conectan cada una de las vigas de madera.



2. Para no tener problemas con el alto contenido de ácido de la madera, lo que se hizo fue realizar estas conexiones de acero con insertos de poliuretano.



3 y 4. Los puentes fueron hechos en partes y trasladados por tierra al lugar de su asentamiento. En la foto, el Krúsrak, a 1 km de su emplazamiento final, dispuesto a ser armado.

rialidad evoca las antiguas experiencias constructivas que aún afloran en la ciudad. Sus vigas de madera reflejan la industria de la construcción naval, importante sector de la producción local. El tema de la identidad no se quedó sólo en el concepto arquitectónico de los viaductos. La comunidad de Sneek ha participado activamente en el desarrollo del Krúsrak y el Duvelsrak. Es más, estos nombres fueron escogidos por los mismos vecinos y tienen que ver directamente con la historia de la ciudad. Duvelsrak, por ejemplo, nombra a un reconocido lugar de los bosques de Sneek. Así, estos puentes representan un símbolo para la ciudad ya que, por su elevación, longitud y resistencia, se les ha denominado como los puentes de madera de mayor altura y resistencia. Veamos por qué.

GEMELOS PESADOS

Una de las condiciones más relevantes del plan de remodelación de la autopista A7 de Sneek era la construcción de dos viaductos que sirvieran como puerta de entrada a la

ciudad y como principal vía de conexión con las zonas más periféricas del poblado. Ubicados en Akkerwinde y en Molenkrite, respectivamente, estos hermanos gemelos representan todo un hito para la ingeniería holandesa, así como para la construcción en madera. No faltaron los desafíos constructivos, sobre todo en su montaje.

“El proyecto consideró la construcción de dos puentes casi idénticos. El primero (el Krúsrak) fue inaugurado en abril del año 2009 y tiene una longitud de 32 metros y un ancho de 12 metros. El segundo puente (el Duvelsrak), abierto al público a finales del 2010, posee la misma longitud, pero su ancho bordea los 8,8 metros. Ambos alcanzan una altura aproximada de 15 m”, explica a Revista Bit Frank Miebach de Schaffitzel Holzindustrie, empresa alemana encargada de la construcción e instalación del proyecto.

El diseño de los puentes es obra de OAK Architecten, y se basa en la geometría del “Watergate” de Sneek, una histórica construcción gótica, símbolo de la ciudad, por cuyo arco central cruza el principal canal del poblado, el Waterpoort. Las vigas de madera, que se retuercen y se entrelazan para formar la curvatura de los puentes, rescatan la arquitectura de las antiguas embarcaciones

que transitaban por los canales de Sneek. Esta forma no es azarosa. Y es que las paredes del viaducto fueron acopladas en el centro creando un gran arco para garantizar la estabilidad del puente y un óptimo tránsito vehicular.

La estructura se conforma por dos clases de vigas. La primera, corresponde a unos listones que crean unos marcos triangulares que se unen en sección transversal para erigir el arco que permite el paso de los vehículos. La segunda, en cambio, corresponde a una serie de maderos que se cruzan diagonalmente entre los marcos para formar el tejido de la cubierta de los viaductos. Así, se crea esta especie de armadura arqueada. Una gran celosía, cuya altura exterior es de 15 metros. Dentro del viaducto, en cambio, la altura asciende a la los 4,60 metros. Para la construcción de estos gemelos, se utilizaron vigas de madera de 1.080 x 1.400 mm de sección maciza y las conexiones se realizaron con pernos y uniones pretensadas. Para conectar las piezas de los puentes, se utilizaron unas barras de acero de 48 mm de diámetro insertadas en las vigas. Para no tener problemas con el alto contenido de ácido de la madera, lo que se hizo fue realizar estas conexiones de acero con insertos de poliuretano

Paneles reforzados de hormigón celular hebel para revestimiento industrial

Gran resistencia al fuego



Aislación térmica



Aplicación en vertical y horizontal



Rapidez de instalación

Sistema constructivo permite ampliaciones, remodelaciones o vanos sin comprometer al resto del revestimiento.

TECNOLOGÍA

EL CONTROL NUMÉRICO por Computador (CNC) es un sistema de operaciones complejas, capaz de dirigir el posicionamiento de un órgano mecánico móvil mediante órdenes elaboradas automáticas a partir de informaciones numéricas en tiempo real. En otras palabras, aplicada a máquinas o herramientas, el sistema permite modelar diversos elementos y materialidades de manera de elevar la precisión dimensional de lo que se crea, aumentando, además, su producción en un proceso mucho más eficaz. En definitiva, un sistema que permite mejorar la calidad de los productos y es utilizado en la ebanistería, carpintería, entre otros.



EL MONTAJE

Uno de los desafíos constructivos más importantes de este proyecto fue el traslado y montaje de los viaductos. Los marcos celosía y el tablero fueron trasladados y montados en una zona ubicada a un kilómetro del emplazamiento original donde hoy descansan los puentes. Frank Miebach de Schaffitzel Holzindustrie, explica que para armar uno de los puentes "se utilizaron hasta seis grúas telescópicas al mismo tiempo, lo que representó una de las grandes dificultades técnicas en relación al montaje". Recordemos que el peso total de los marcos, más el tablero, es de 360 toneladas, por lo que el transporte no fue nada fácil. Desde el lugar de armado, el puente fue trasladado por tierra hasta la zona escogida. Toda esta operación se realizó de noche para no entorpecer el tránsito de la autopista y pese a las dificultades técnicas, duró poco más de tres horas. Muy eficaz. Una vez en el lugar, el puente fue elevado a la altura requerida gracias a un sistema hidráulico de elevación sincronizada proporcionado por la empresa Enerpac. Un procedimiento que, según el experto de Schaffitzel, "ahorró tiempo en comparación con la elevación manual con cuñas".

El sistema hidráulico de elevación consiste en una combinación de accionamiento, conmutación y control digital. Esta herramienta entrega una operación con mucha mayor precisión gracias a los comandos de un software que dirige la elevación y el descenso de la estructura soportada. La ventaja de este sistema es que es capaz de levantar cargas pesadas con una precisión controlada de 1 milímetro. Cuatro fueron los cilindros hidráulicos utilizados para elevar cada uno de los puentes. En conjunto, estos cilindros son capaces de elevar cerca de mil toneladas. El proceso consistió en instalar vigas de ma-

encubierto. Con todo, cada uno de los viaductos pesa cerca de 360 t y bordea los 690 m³ de madera. Unos verdaderos gemelos pesados.

"Cada uno de los puentes puede resistir cargas de hasta 60 toneladas", explica Miebach. El tablero de hierro, recubierto con hormigón armado también es soportado por vigas de madera y garantiza el tránsito adecuado para grandes camiones y otros vehículos de peso relevante. Un importante atributo que cataloga a estos viaductos de madera como los más grandes en su tipo y con mayor resistencia en el mundo. Esto según el Eurocódigo, norma de estandarización europea que, entre otras cosas, busca unificar criterios y normativas en las materias de diseño, cálculo y dimensionado de estructuras.

Entre las innovaciones que se aplicaron en la construcción del Krúsrak y Duvelsrak destaca la utilización de la tecnología CNC o Computer Numerical Control, (Control Numérico por Computador). "Uno de los hitos técnicos del proyecto fue la utilización de la tecnología CNC", comenta el experto de Schaffitzel Holzindustrie y es que este sistema les permitió el desarrollo preciso y eficaz de cada una de las piezas que conforman los viaductos (ver recuadro).



1



2



3



4

1. Los marcos celosía y el tablero fueron trasladados y montados en una zona ubicada a un kilómetro del emplazamiento original donde hoy descansan los puentes.
2. Se utilizaron seis grúas telescópicas al mismo tiempo para el montaje. El peso total de los marcos, más el tablero, es de 360 toneladas.
3. Los marcos de madera se unieron en el centro para formar el arco que permite el paso de los vehículos.
4. Una vez armado, el viaducto se trasladó hasta su lugar definido y con un sistema hidráulico se elevó para montarlo definitivamente sobre la ruta A7. La operación se hizo de noche para no interrumpir el tráfico.

dera noble (maderas nativas / tropicales) capa por capa, para ir elevando el puente hasta su posición final. Después de cada 10 cm de elevación, se instalaba una nueva capa de vigas. Así, el puente se elevaba a un ritmo promedio de 50 cm por hora, llegando a su posición final a unos cuantos metros de la superficie.

MADERAS RECARGADAS

Krúsrak y Duvelsrak están hechos de madera. Pero no cualquiera. Se trata de un tipo de madera químicamente intervenida para garantizar un buen comportamiento frente a las condiciones climáticas del lugar. Tecnología de punta. Y es que los diversos ríos y canales que cruzan la ciudad de Sneek, provocan elevados índices de humedad que obligan la utilización de un material que no se desgaste fácilmente. Un proceso de investigación y desarrollo que ha durado más de siete décadas, avala que la madera de estos puentes tenga una vida útil de aproximadamente 80 años.

Una acción necesaria. Claro. Porque las propiedades físicas de cualquier material es-

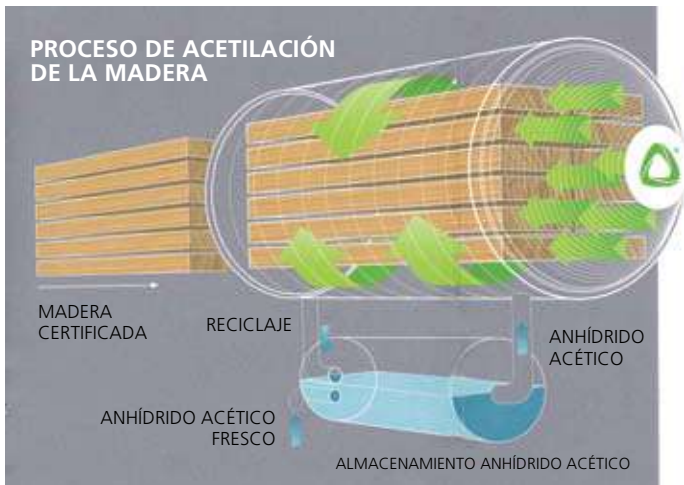
tán determinadas por su estructura química. La madera, en este caso, contiene una gran cantidad de grupos químicos llamados "hidroxilos libres", que son los encargados de absorber y liberar el agua de acuerdo a los cambios en las condiciones climáticas a las que la madera está expuesta. Esta es la razón principal del por qué la madera se dilata y se contrae. En una condición con mucha humedad, ésta absorbe mucha más agua de la que puede contener, por lo que sus propiedades se van perdiendo.

Accoya® es la marca de la madera que se utiliza en los puentes de Sneek. Un pino radiata, certificado por la Forest Stewardship Council (FSC), proveniente de los bosques de Nueva Zelanda, y que fabrica la empresa Accsys Technologies. Su principal atributo radica en la aplicación de un tratamiento de acetilación que hace que la madera absorba menos humedad y mejore su durabilidad. El proceso consiste en la modificación de la madera a través de la inyección de anhídrido acético, obtenido del ácido acético (vinagre común en su forma diluida), que transforma los hidroxilos libres de la madera en un gru-

po acetilo. Esto reduce considerablemente la absorción de agua de la madera haciéndola dimensionalmente más estable (ver esquema). Una gran ventaja. "La madera constantemente trabaja, se mueve. Se está abriendo y cerrando. Nuestro proceso elimina eso, no completamente, pero sí de manera muy considerable. Lo hace comparable con el concreto, el acero y el aluminio. Nuestra madera tiene un movimiento máximo de 1,5% de deformación", comenta David Bone, Business Development Manager de Accsys Technologies.

Este procedimiento de alteración celular hace que esta madera adquiera propiedades similares o incluso superiores al de las maderas nobles tropicales. Eso dicen sus creadores. Los grupos acetilo, compuestos simplemente por oxígeno, hidrógeno y carbono ya están presentes de forma natural en todas las especies de madera. Esto significa, según la empresa desarrolladora, que el proceso de fabricación no añade ninguna otra sustancia que no se haya producido naturalmente en el interior de la madera. El producto final, por tanto, no expone toxinas al medioambiente.

Estudios realizados por Accsys Technolo-



La madera ingresa a un contenedor donde es expuesta a grandes cantidades de anhídrido acético que reduce la absorción de agua de la madera.

gies han indicado que esta madera presenta una gran resistencia a las situaciones más hostiles. Ha sido expuesta a diversas condiciones atmosféricas, y testeada incluso con pruebas subterráneas y acuáticas. Las respuestas han sido positivas, afirman. En la misma línea, esta modificación permite que al cortar o ensamblar la madera, ninguna de las superficies expuestas queden sin acetilar. Esta ventaja suprime el uso de productos nocivos para el medio ambiente ya que no es necesario proteger dichas áreas.

Con esto, Sneek cuenta desde ahora con dos grandes gemelos. Dos viaductos que serán postales de la ciudad. Diseño en madera. ■

www.a7sneek.nl ; www.accoya.com ;
www.accsysplc.com ; www.achterboscharchitectuur.nl ; www.schaffitzel.de

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- "Puentes. Conectividad a prueba". Revista BIT No 74, Septiembre - Octubre de 2010, pág. 18.
- "Puente con tablero de madera tensada. Único en su especie". Revista BIT No 59, Marzo 2008, pág. 114.
- "Puentes en la mira de la madera". Revista BIT No 13, Julio 2003, pág. 62.

■ **EN SÍNTESIS**

Dos viaductos cruzan la autopista A7 de la localidad de Sneek en Holanda. Colosos de 360 toneladas cada uno, verdaderas celosías hechas completamente de madera, resisten cargas de 60 toneladas. Su madera acetilada, químicamente modificada, le otorga un mejor comportamiento frente a las condiciones climáticas y le garantiza una vida útil de 80 años. Diseño en madera del más alto nivel.

La Solución en Construcción Civil

Los revestimientos y cubiertas termo aislantes Dānica son ideales para edificios comerciales e industriales, shoppings, supermercados, escuelas, campamentos mineros, oficinas y otras soluciones en construcción civil. Los paneles prefabricados en acero prepintado con núcleo aislante en PUR, PIR e EPS resultan en un sistema constructivo de alta calidad y durabilidad con rapidez y flexibilidad en montaje y además ofrecen gran libertad para desarrollar proyectos arquitectónicos.

Dānica

La solución en termo aislantes.

56 2 784 6400 | ventas@danico.cl
www.danicacorporation.com

La imagen del Empire State Building® es marca registrada de ESBC y se utiliza con permiso.



Si funciona aquí, puede funcionar en cualquier lugar.

Gracias a la colaboración de Johnson Controls y otros expertos a nivel mundial, se está realizando el reacondicionamiento del Empire State Building para que aumente más de 38% en eficiencia en el consumo de energía. Cuando estas mejoras se completen en 2013, este ícono internacional estará en el 10% superior de edificios de oficinas de los Estados Unidos en términos de eficiencia en el consumo de energía.

Johnson Controls le proporciona al Empire State Building tecnologías innovadoras, mejoras en la infraestructura del edificio y servicios de monitoreo de sistemas que reducen los costos de energía y disminuyen las emisiones de carbono. Para 2011, se habrán implementado más del 50% de las mejoras. Esto creará espacios de trabajo para arrendamiento con un alto rendimiento y los mantendrá de esta forma.

Se espera que la obra genere un ahorro de US\$4,4 millones en costos anuales de energía y se financiará solo en poco más de tres años. El Empire State Building... uno de los edificios más admirados del mundo, evoluciona para ser uno de los más eficientes en el consumo de energía.

Es un edificio que funciona. Desde instituciones educativas y hospitales, hasta edificios de gobierno y de oficinas, Johnson Controls puede hacer que su edificio funcione de forma más eficiente, sustentable y rentable. Para obtener más información, visite MakeYourBuildingsWork.com.

Johnson Controls Chile

Av. Los Maitenes Oriente 1261, Pudahuel - Núcleo Empresarial ENEA - Santiago - Tel: 427-2100 / Fax: 444-9922

www.johnsoncontrols.com





Soinsa: Innovación y servicio

La empresa de Andamios y Encofrados Soinsa incorporó en 2010 la nueva línea de División Motorizados, con Plataformas Motorizadas (GP-40) para trabajos de fachada y elevación de carga y personas. Además, Soinsa sumó a su oferta grúas torres para proyectos especiales.

En primer lugar, las **plataformas motorizadas** permiten ejecutar trabajos en fachada, tanto en proyectos nuevos, como en rehabilitación de obras antiguas y de reconstrucción. Como monomástil, la plataforma de trabajo puede cubrir hasta 10 m horizontales de fachada y como bimástil alcanza hasta 32 metros, con capacidades superiores a 4.550 kgs. y llegando hasta 200 m de altura gracias a sus mástiles de sección cuadrada que proporcionan mayor resistencia a la torsión. Esta representa una importante ventaja al utilizar la máquina en un solo mástil.



Ambas estructuras son completamente galvanizadas y poseen un sistema de freno de emergencia centrífugo, lo que asegura mayor suavidad y estabilización de la carga. "Estas plataformas se pueden unir entre ellas para abarcar mayor superficie y solucionar distintos requerimientos. También, se adaptan al perímetro de fachadas, ya que cuentan con extensiones de acercamiento de hasta 2,50 m útil," señala Jaime Danus, gerente de la división.

Sus principales ventajas se observan en la velocidad de desplazamiento, trabajo en una plataforma continua, altos rendimientos y control de la producción. Además, se aprecian cualidades como una notoria calidad en cambios de piso, armado y desarmado en menos horas que el sistema de andamiaje, asegurando un montaje rápido y limpio.

La nueva línea de **plataformas** ha tenido una alta penetración en el mercado, atendiendo más de 70 obras a lo largo del país durante sus primeros 6 meses.

Por otra parte, la incorporación de **grúas torre** para proyectos especiales nos ha permitido solucionar necesidades específicas a nuestros clientes que no están disponibles en el mercado. Destaca la grúa de la obra Edificio Bicentenario de Constructora Sigro, por ser el equipo de mayor autonomía del país por superar los 74 m libre de arriostamiento con 50 m de pluma. Además, se pueden mencionar las 3 grúas que estamos incorporando para un proyecto industrial, las cuales cuentan con similar altura de autonomía antes descritas, pero con plumas que superan los 65 m de largo con capacidades máximas de carga de 12 toneladas.

Una de las principales características de los productos de esta línea radica en su alta calidad y en su certificación europea. Guillermo Schenone, subgerente general de Soinsa, señala que su meta para el 2011 consiste en consolidarse como la empresa N° 1 en Chile en la línea de plataformas motorizadas y consolidar la incorporación de grúa torre en nuestra línea de productos. "Soinsa es una empresa que se propone metas exigentes porque confía plenamente en sus productos y servicios. A lo largo de su trayectoria se ha esmerado en tener altos estándares de calidad para poder satisfacer de la mejor manera las altas exigencias del mercado. Tanto los andamios, encofrados y división motorizados cuentan con características únicas en el mercado y se destaca por ofrecer un servicio de ingeniería, asistencia técnica y montaje a lo largo de todo el país," afirma Guillermo Schenone.



■ En los próximos meses podría aprobarse una nueva norma de “Diseño estructural para edificaciones en zonas inundables por tsunami”, NTM 007 2010. ■ Esta reglamentación inédita en el país, y que ya terminó su proceso de consulta, indica que las estructuras deberán estar diseñadas y construidas de acuerdo a la norma sísmica vigente –cuyas modificaciones se abordan en la página 18–, y además ser aptas para enfrentar las solicitaciones por efecto de un maremoto. Una nueva normativa costera.

EDIFICACIONES EN ZONAS INUNDABLES

NORMATIVA COSTERA

CATALINA CARO C.
PERIODISTA REVISTA BIT

EL TSUNAMI del 27 de febrero de 2010, que afectó las zonas centro y sur del país, generará importantes cambios en el diseño de construcciones costeras. Tras la catástrofe, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) solicitó al Instituto de la Construcción que conformara un grupo de trabajo para que redactara la que será la primera norma técnica de edificación que contemple maremotos. El resultado es el proyecto de norma NTM 007 2010, de “Diseño estructural para edificaciones en zonas inundables por tsunami”, que el 29 de enero pasado terminó su período de consulta nacional e internacional y durante marzo deberá ser revisado y corregido por el comité técnico que lo redactó. Luego esta norma de emergencia tendrá que ser re estudiada por el MINVU, para posteriormente ser firmada por la ministra de

la cartera y finalmente promulgada y puesta en vigencia. De ser así, antes del término de 2011 nuestro país debiera tener una nueva regulación para construcciones costeras.

El proyecto sólo se refiere a las edificaciones nuevas, es decir, a aquellas que sean construidas luego de la puesta en vigencia del documento, y no aplicará en aquellas zonas inundables en que la autoridad prohíba la instalación de inmuebles. En ese sentido, “el proyecto entrega alternativas de edificación a lugares como Arica, en donde la zona inundable es de unos dos kilómetros hacia el interior, por lo que prohibir que se construya en toda esa área es muy difícil”, indica Rodolfo Saragoni, ingeniero civil y académico de la Universidad de Chile, quien presidió el comité técnico que redactó la normativa. El experto agrega que “las solicitaciones a las que hace referencia la norma están dadas en función

de la altura de la inundación sobre el terreno y la velocidad de escurrimiento del agua, de esta manera, mientras más alejada esté la construcción del borde costero las solicitaciones serán menores”. Cabe destacar, que el objetivo principal de esta norma es la protección de la vida de los usuarios, permitiendo daños materiales pero evitando el colapso de las estructuras.

TIPOLOGÍAS DE DISEÑO

Para enfrentar estas nuevas solicitaciones, el documento ofrece dos alternativas para el diseño de estructuras expuestas a riesgo de tsunami, “levantarse por sobre la cota de inundación o construir una edificación capaz de resistir el embate del agua”, indica Augusto Holmberg, gerente general del Instituto del Cemento y el Hormigón (ICH), y miembro del comité que trabajó en el proyecto de norma.

GENTILEZA DEPTO. DE GEOLOGÍA U. DE CHILE





Respecto de la primera opción, el documento señala que las edificaciones “destinadas a la habitación se deben proteger construyéndolas elevadas sobre estructuras de soporte o sobre un relleno protegido (...) de modo que la zona destinada a la habitación se ubique sobre la cota de inundación”. Se agrega que estas estructuras pueden estar apoyadas en elementos tipo columna, tales como pilares (o pilotes) y en algunos casos muros. Para ello pone como requisitos que:

■ **EL ESPACIO LIBRE** entre los elementos de soporte, medido en dirección perpendicular a la dirección general del flujo de inundación no podrá ser inferior a 2,40 m entre los puntos más cercanos.

■ **LOS PILARES** deben ser compactos y libres de apéndices innecesarios, que actúan como trampa o restringen el libre paso de los escombros durante la inundación. Se permi-

ten muros orientados con el lado más largo paralelo al sentido general del flujo de inundación. Las columnas y sus fundaciones deben resistir todas las cargas establecidas en esta norma técnica.

■ **LOS ARRIOSTRAMIENTOS** utilizados para proporcionar estabilidad lateral deben causar la menor obstrucción al flujo de inundación y reducir la posibilidad de atrapar los escombros que flotan, entre otras condiciones.

En relación a las construcciones sobre rellenos, el texto señala que “las edificaciones pueden ser construidas sobre material de relleno, excepto en las zonas donde esté específicamente prohibido por la autoridad competente como soporte estructural de las construcciones”. Según Saragoni “los rellenos con arena deben ser especialmente castigados porque no resisten el paso del agua”.

Como opción a la elevación, el documento

indica que las edificaciones no destinadas a la habitación o “cualquier edificación o parte de la misma con destino no habitacional (primeros pisos de edificios), y sin prohibición para ubicarse por debajo de la cota de inundación, deberá construirse considerando alguna de las siguientes opciones:

■ **Permitir el paso de agua** sin mayores obstáculos.

■ **Ser estructuras herméticas** con paredes impermeables al paso del agua y con componentes estructurales que tengan la capacidad de resistir cargas hidrostáticas e hidrodinámicas y los efectos de flotabilidad debido a la inundación.

■ **Tener tabiques colapsables** bajo cargas de tsunami que no pongan en riesgo la estructura principal de la edificación.

Para Holmberg esta última opción resulta muy razonable pues “permitirá tener esos es-



GENTILEZA DEPTO. DE GEOLOGIA U. DE CHILE

pacios en uso mientras no haya tsunami, que probablemente sea la mayor parte de la vida útil de la estructura. Sin embargo, la hermeticidad es algo muy difícil de conseguir salvo a través de una especie de bunker sin vidrios y con puertas impermeables, esa disposición es exagerada y debiera revisarse”.

La norma pone una excepción para también hacer habitables las zonas que quedarán por debajo la cota de inundación, señalando que las edificaciones “diseñadas de acuerdo a esta norma técnica y construidas bajo la cota de inundación, que dispongan de vías de evacuación a zonas seguras por maremoto o tsunami y/o medidas de mitigación diseñadas por un profesional especialista y aprobadas por la autoridad competente, podrán ser habitables”. Esta salvedad se incluyó debido a que “el último tsunami demostró que las personas que viven en la costa saben que deben evacuar ante riesgo de tsunami por lo que otorgarles buenas vías de evacuación puede ser una medida suficiente”, señala Saragoni.

NUEVAS SOLICITACIONES

El documento hace una diferencia entre los tsunamis de campo cercano (aquellos generados por sismos o terremotos con epicentro marítimo ubicado a menos de 200 km del borde costero), los tsunamis de campo lejano (aquellos generados por terremotos con epicentro marítimo ubicado a más de 200 km del borde costero) y los seiche, u onda estacionaria formada en un cuerpo de agua encerrado como un lago o embalse.

Si bien los tres casos se dan en Chile, “el más común es el tsunami de campo cercano, que se caracteriza por tener un fuerte sismo previo, que obliga a las estructuras a tener que tolerar primero el terremoto, para luego tener

SOCAVACIÓN MÍNIMA ESTIMADA

(expresada como un porcentaje de la profundidad de inundación en el lugar (h))

	HASTA UN 50% DE H	MAYOR AL 50% DE H
Arena suelta	80% h	60% h
Arena densa	50% h	35% h
Limo esponjado	50% h	25% h
Limo rígido	25% h	15% h
Arcilla suelta	25% h	15% h
Arcilla rígida	10% h	5% h

Fuente: Tabla 6.1, Proyecto Norma NTM 007 2010.

que además resistir el maremoto”, indica Saragoni. Para el experto ésta es la principal novedad de la norma, pues si bien el documento fue inspirado en la ordenanza de construcciones de Honolulu, Hawaii, dicha normativa no contempla un sismo previo, debido a que por lo general en ese lugar sufren tsunamis de campo lejano, es decir, generados en latitudes distantes, por lo que no sienten el sismo tsunamigénico. El 27/F esta situación se dio en el archipiélago de Juan Fernández.

Los tsunamis de campo cercano hacen que esta norma sea complementaria a la de diseño sísmico, NCh 433 of96 y Mod.2009 (en la página 18 un artículo con la modificación de esta norma), por lo que antes de calcular las cargas a causa de la inundación por maremoto “debe considerarse una degradación de rigidez en la estructura por el sismo tsunamigénico, justificada por el profesional responsable del diseño estructural, pero no menor a un 25%”, indica el proyecto. Saragoni afirma que “en el último maremoto se vieron casos de estructuras que estuvieron sometidas tanto al sismo como al tsunami y resistieron de

Las nuevas estructuras costeras deberán resistir diversos tipos de cargas, como la de impacto, causada por el choque de escombros arrastrados por el agua contra la estructura.

forma adecuada, por lo tanto es posible cumplir con la norma”.

Respecto de los requisitos estructurales, el documento señala que “todas las edificaciones y estructuras que se diseñen conforme a las disposiciones de esta norma deberán considerar un factor de seguridad mínimo de 1,2 por falla de deslizamiento o de vuelco”. Se agrega que en el caso de la flotación “se deberá considerar un factor de seguridad mínimo de 1,33”.

Además, los diseños expuestos a ser inundados por tsunami deberán considerar cargas hidrostáticas, hidrodinámicas, de impacto y de suelo, de tal manera que el efecto combinado de lugar a cargas y tensiones máximas sobre la estructura y sus elementos. Mientras que las fuerzas que deben ser consideradas en el diseño de las estructuras elevadas para resistir las inundaciones son: la fuerza boyante o de flotabilidad; la fuerza

del frente de la ola, causada por el choque del agua contra la estructura; la fuerza de arrastre, causada por la velocidad del flujo alrededor de la edificación; la fuerza de impacto, causada por el choque de los escombros arrastrados por el agua contra la estructura; la fuerza hidrostática causada por un desequilibrio de presión debido a una profundidad de agua diferencial en los lados opuesto de una edificación y; la fuerza de suelos, que son los empujes o presiones resultantes de los suelos inundados contra la estructura. Para todas estas fuerzas la norma entrega fórmulas de cálculo.

MECÁNICA DE SUELOS

Respecto de las presiones admisibles en el terreno, la norma señala que “bajo condiciones de tsunami la capacidad de soporte de los suelos sumergidos se ve afectada y reducida por el efecto boyante del agua sobre estos. Para las fundaciones de las edificaciones a que se refiere la norma técnica, la capacidad de soporte de los suelos deberá ser evaluada por un método reconocidamente aceptado. Los suelos expansivos deben ser analizados

con especial cuidado. Los suelos que pierden toda la capacidad de soporte cuando están saturados o se licúan no se deben usar como suelo de fundación”.

En tanto, “los niveles de socavación a considerar en el diseño alrededor de pilas individuales y pilotes deben ser los especificados en la tabla (ver tabla) a menos que se realice un estudio detallado de la profundidad de socavación. No se permite las fundaciones superficiales a menos que el suelo natural de soporte esté protegido en todos sus lados contra la socavación por una protección adecuada. Se permite fundaciones superficiales en zonas ubicadas a una cota más allá de un 50% de la cota de inundación, siempre y cuando se apoye en suelo natural y por lo menos medio metro por debajo de la profundidad especificada de socavación y la profundidad de socavación no supere un metro”, señala el texto. Holmberg, asegura que este es uno de los puntos más relevantes de la norma, pues “frente a un tsunami los principales problemas en las edificaciones son por socavación, más que por la resistencia propia de la estructura, por lo que lo

más importantes es proteger las fundaciones”.

Si bien estos cambios provocarán un aumento en los costos de las construcciones expuestas a inundación por maremoto, para los expertos esta alza es menor comparada con lo que se gana en seguridad.

DEBILIDADES

El principal problema que enfrenta el proyecto de norma es la poca información con la que se dispone como base para poner condiciones a los diseños expuestos a tsunamis, pues en “las ‘cartas de inundación’ en muchos casos no está clara la altura de inundación de un determinado lugar, por lo general se toma el run up (o punto más alto de la ola) y se le descuenta la cota del terreno, pero eso es una suposición que puede llevar a alturas de agua muy grandes en el borde costero, que probablemente no son realistas”, señala Holmberg. El experto agrega que “al conocer la cota de inundación y la velocidad del flujo se puede saber cómo diseñar y qué sollicitaciones se deberán enfrentar, el problema es que la información que tenemos hoy es bastante rudimentaria y no en-

trega esos datos”.

El gerente del ICH indica que “a raíz de esto, la norma debió incluir ciertas simplificaciones a los cálculos, principalmente para los casos en que no haya más información disponible, pero estamos haciendo suposiciones respecto a variables que son tremendamente relevantes para el diseño, esa es la mayor debilidad, no respecto de la norma sino respecto de los datos básicos de caracterización de tsunamis con que dispone el país”.

Pese a esto, los expertos afirman que lo importante es que por primera vez en Chile habrá una norma de diseño que considere las sollicitaciones de inundación por tsunami, que velará por la protección de vida de sus usuarios. Y si bien aún falta por avanzar, este es un primer esfuerzo y un gran paso hacia una nueva normativa costera. ■

www.minvu.cl

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- “Norma de edificación en zonas inundables por tsunami. Cerca del mar”. Revista Bit N° 76, Enero de 2011, pág. 47.

- “Estructuras tsunami-resistentes. A prueba de olas”. Revista Bit N° 74, Septiembre de 2010, pág. 38.

BIT 77 MARZO 2011 ■ 93



LE DAMOS BASE A TUS PROYECTOS

- PILOTES PRE-EXCAVADOS
- PILOTES HÉLICE CONTINUA (CFA)
- MUROS PANTALLA
- MICROPILOTES
- ANCLAJES
- INYECCIONES
- SOIL NAILING
- MURO BERLINÉS
- ENSAYOS DE CARGA

Av. Alonso de Córdova 5151 of. 1401
Las Condes, Santiago, Chile
www.terratest.cl




**PILOTES
TERRATEST**

Damos valor al subsuelo

Soluciones en Fundaciones y Obras Civiles

- Pilotes
- Micropilotes
- Inyecciones
- Jet Grouting
- Anclajes
- Drenajes
- Vibroflotación
- Pared Maldeada
- Túneles en Roca
- Cut & Cover
- Piques
- Escavaciones urbanas



UNA EMPRESA DE  SOLETANCHE FREYSSINET

Dir.: Av. Cerrillos 980, Cerrillos, Chile. Casilla 122 / Tel.: (56 2) 584 9000
E-mail: sbc@soletanche-bachy.cl / Url: www.soletanche-bachy.cl

Somos especialistas en mejoramiento de suelos y trabajos subterráneos. Proveemos soluciones integrales en proyectos de Construcción y Minería.

Obras Mineras Subterráneas



Fundaciones y Obras Civiles



Perforaciones y Sondajes



LOS BUENOS RESULTADOS NO SON CUESTIÓN DE SUERTE

GENERADORES

CARGADORES FRONTALES

GRÚAS

TORRES DE ILUMINACIÓN

COMPRESORES PORTÁTILES Y ESTACIONARIOS

La Experiencia Simma es sinónimo de seriedad y resultados. Proyectos y equipos para la Industria Forestal.

- Proveedor de Soluciones Integrales con una amplia gama de equipos, consumibles y repuestos.
- Más de 270 profesionales y técnicos especialistas en soluciones para su industria.
- Post Venta y servicio técnico en sucursal y terreno.
- Más de 35 marcas representadas y miles de equipos vendidos.
- Cobertura nacional, más cerca suyo.



www.simma.cl

SIMMA
Expertos en tu mundo

SUCURSALES: CALAMA • ANTOFAGASTA • COPIAPÓ • LA SERENA • SANTIAGO • CONCEPCIÓN • PUERTO MONTT
CONTACTOS ZONALES: VIÑA DEL MAR • RANCAGUA • TEMUCO • OSORNO • PUNTA ARENAS, ALIANZA SIMMA / BAFCO

ventasantiago@simma.cl



NUESTRA HUELLA

La única huella que queremos dejar es la de una empresa preocupada por la calidad de sus productos, el bienestar de la gente y el cuidado y preservación del medio ambiente.

Gerdau AZA produciendo acero reciclado a partir de la chatarra disminuye en un 71% las emanaciones a la atmósfera, ahorra un 52% de energía y un 40% de agua*.

Siga la huella Gerdau AZA.

Porque no da lo mismo,



prefiera acero reciclado para un mundo mejor.

www.gerdauaza.cl

 **GERDAU AZA**
Conciencia de acero.

*Fuente: World Steel Association

CENTRO CÍVICO DE LAS CONDES

CONCIERTO SUBTERRÁNEO

■ Una edificación particular. No sólo por la multiplicidad de funciones que alberga en su interior, sino por los desafíos técnicos que demandó su construcción. ■ Algunos de ellos, cinco niveles subterráneos y tres niveles en altura, la conservación de una antigua fachada y un teatro de última generación. Un concierto subterráneo.

CECILIA GÓMEZ V.
PERIODISTA REVISTA BIT





FICHA TÉCNICA

CENTRO CÍVICO DE LAS CONDES
MANDANTE: Municipalidad de Las Condes
UBICACIÓN: Avenida Apoquindo 3300,
Las Condes
ARQUITECTOS: San Martín y Pascal
CONSTRUCTORA: Besalco
SUPERFICIE CONSTRUIDA: 23.571,08 m²
OFICINAS Y EQUIPAMIENTO: 2.517,74 m²
TEATRO Y SERVICIOS: 5.560,25 m²
ESTACIONAMIENTOS: 15.493,09 m²
FECHA TÉRMINO CONSTRUCCIÓN:
Noviembre 2009

A

LOJADO EN LOS TERRENOS de la antigua Municipalidad de Las Condes, el nuevo Centro Cívico es una estructura pensada para insertarse en la urbanidad actual de la comuna. Estacionamientos subterráneos, juzgados de policía local, restaurante, sala de exposiciones y oficinas, son algunas de las dependencias que alberga esta caja de cristal, ubicada en Avenida Apoquindo 3300.

El primer paso del proyecto consistió en hacer una visión urbanística del emplazamiento. Se necesitaba proyectar un paseo peatonal que conectara –entre los edificios–, la calle La Pastora con Apoquindo a través de un paseo llamado “Avenida de las Esculturas”, que concluye con lo que hoy es la antigua plaza de la municipalidad. Otro elemento adicional. En paralelo a la nueva estructura, el municipio exigió la conservación de la fachada, construida en 1942. El gran desafío fue la construcción de cinco niveles subterráneos y tres niveles en altura. “Partimos por la demolición del antiguo edificio de la municipalidad, para luego dar paso a la excavación por medio de un sistema de entibación de pilotes preexcavados. Posteriormente vino la etapa de fundaciones, para seguir avanzando piso a piso”, afirma Oscar Luarte, administrador de obra de la constructora Besalco. Entremos a este concierto subterráneo.

La edificación de las oficinas se organizó en torno a un paseo central de triple altura (al centro de la imagen).

ESPACIO ABIERTO

El inmueble respeta la altura y el tamaño del antiguo edificio. Sin embargo, uno de los grandes retos fue desarrollar el teatro entre los niveles -5 al -3, espacio que a su vez se encuentra rodeado por cerca de 400 estacionamientos. "Finalizada la excavación, continuamos con la construcción de la estructura de hormigón armado, cuyo volumen de hormigón total fue de 10 mil m³. El hecho de que el teatro se emplazara en el centro del proyecto, con el área de estacionamientos alrededor, no permitió que la ejecución de la obra gruesa se hiciera en forma fluida, ya que el teatro por su singular geometría dificultaba el avance en forma rítmica del resto de la obra y del mismo teatro en sí", explica Luarte. Por ejemplo, la sala del teatro tiene una altura de piso a cielo



GENTILEZA I. MUNICIPALIDAD DE LAS CONDES

variable que va desde los 7 m hasta los 20 m, losa que se apoya en vigas de grandes dimensiones. La losa para las butacas es inclinada y escalonada en la parte superior, formando en su extremo inferior una superficie convexa, exigiendo una gran precisión en la instalación del moldaje, para asegurar el espesor de la losa proyectada.

Otro ingrediente adicional. Las gradas junto con la losa se ejecutaron en la misma etapa, por requerimientos del calculista. En la losa a nivel de calle, en todo su perímetro se construyó una bóveda abierta de hormigón armado destinada para áreas verdes. A

pesar de estas dificultades, "pudimos sortear la difícil etapa de la obra gruesa", prosigue Luarte.

Los niveles -1 y -2, son parte de las oficinas administrativas del teatro, acceso a boletería y al auditorio, entre otras áreas. La edificación de las oficinas se organizó en torno al paseo central, quedando como espacio de esparcimiento, en base a un gran hall central abierto de triple altura, por el cual se circula libremente. Por ambos extremos se accede a los pisos superiores, pasando por las escaleras verticales colocadas en los vértices de la construcción.

INGENIERÍA + MONTAJE + MANTENCIÓN

Av. Fresia 1921,
Renca, Santiago
Teléfono: 56 2 3934000

www.fleischmann.cl

www.mauricioamiraga.cl

Fleischmann... miembro del Green Building Council Chile



Montajes eléctricos
Mantenimiento
Cableado estructurado
Ingeniería - Asesorías
Seguridad
Eficiencia energética
Green building
Automatización
Control de iluminación
Domótica
Inspección
Climatización

años

participando en los proyectos más importantes del país

FLEISCHMANN

ELECTRICIDAD | CLIMATIZACIÓN | SEGURIDAD | CONTROL CENTRALIZADO | COMUNICACIONES

**Paseo peatonal
que conecta el nuevo edificio
con Avenida Apoquindo.**



Lo más importante de este proyecto a nivel de concepto arquitectónico es que “no quisimos que sólo fueran oficinas y nada más, sino también que no se perdiera el concepto de espacio de entretención, por eso instalamos café y restaurante entre los edificios, conectamos la vanguardia con la parte más tradicional de Las Condes por medio de la Avenida de Las Esculturas, dejando espacios para áreas verdes”, explica Pedro Pascal, arquitecto de San Martín y Pascal. El ritmo constructivo estuvo siempre determinado por el espacio del teatro, una estructura singular, por lo que se fue avanzando por sectores. Todas las losas se hicieron con sistema postensado, logrando así una mayor altura útil de piso a piso, incluso la gran losa de cubierta de cielo que sostiene los edificios que surgen de la cota cero y el paseo peatonal.

Una de las exigencias impuestas por la Municipalidad, era que el pórtico debía man-



tenerse. Si bien consiste en una reproducción que se construyó en hormigón armado y metal –planchas de acero soldadas por el interior–, esto porque dicha estructura, que forma parte de la memoria histórica del lugar, fue construida en ladrillo revestido, albañilería armada del año 1942, fecha en que la comuna se estaba recién constituyendo, no era lo suficientemente resistente para las dimensiones arquitectónicas del nuevo edificio. En primer lugar, se determinó la demolición de la columnata original, para después proyectar una de iguales características con ma-

teriales que fuesen más sencillos de trabajar, eso sí, 10 a 15 de metros más adelante de manera de no intervenir el desarrollo normal de la obra. Posteriormente, se construyeron los pilares logrando además que éstos no sólo fueran parte de la superficie, sino que llegaran hasta la fuente de agua ubicada en el piso -1.

Por fuera, la edificación consta de un revestimiento de cristal templado laminado incoloro, mediante planchas que miden 2x1 m, faena desarrollada por Bauglass, mediante el sistema Filmglass, en base a cortinas de cristal conformadas por termopaneles reforzados perpendicularmente al plano de la fachada, en base a costillas de cristal de 16 milímetros.

La fórmula, explica José Vergara, gerente de ingeniería de Bauglass, consistió en que “los cristales se montaban sobre perfiles verticales de aluminio dispuestos en el extremo superior e inferior de la losa a través de silicona estructural y sobre éstos se van ensamblando los termopaneles y posteriormente las costillas con los herrajes de acero inoxidable, quedando adosados a la losa en ambos extremos”.



ANDAMIOS
GIMBRAS / PUNTUALES / ACCESORIOS

 **scafom-rux**
Chile

Ojos del Salado 0791, Quilicura, Santiago Chile
Tel. [56-2] 580 9208 · Móvil 09-7338339
www.scafom-rux.com · chile@scafom-rux.cl

CONSTRUCCIÓN Y LOGÍSTICA

1. Construcción del teatro subterráneo, alrededor de la estructura se disponen los estacionamientos.
2. Aplicación del sistema de postensado.
3. Logística. Los camiones debían cumplir con el procedimiento de lavar las ruedas y con el horario de operación.

El cristal posee un filtro para los rayos UV, otorga luminosidad permanente a las oficinas de los juzgados, a la sala de exposiciones y a la mayoría de las dependencias del recinto. Asimismo, al ser termopaneles, aíslan térmicamente los espacios y producen un ahorro de energía para calefaccionar o enfriar.

EXCAVACIÓN Y LOGÍSTICA

Se excavaron cerca de 80 mil m³, lo que se optimizó gracias al sistema de pilotes pre-excavados, que se desarrollan en base a máquinas piloterías, utilizadas para evitar las pilas manuales que ponen en riesgo al trabajador.

Esta profundidad permitió confeccionar un pozo de infiltración de aguas lluvias de aproximadamente 85 metros. Sin embargo, la excavación hizo que quedara una caja absolutamente libre con el fin de que en ella se construyera el teatro, por eso se dejó el espacio, para no atrasar la secuencia constructiva. “No fueron taludes, si no muros verticales que quedaron con pilotes y a partir de ello se construyeron los muros de contención”, agrega Miguel Latapiat, arquitecto de la Municipalidad de Las Condes.

En el terreno se detectaron napas subterráneas y se trabajó con barbacanas (sistema de tuberías perforadas que quedan entre los paramentos de la excavación y el muro de hormigón armado perimetral) para bajar las aguas al foso de filtración. Una pequeña dificultad. Se trataba de un colector de aguas servidas de un 1 metro de diámetro que atravesaba el terreno y que data desde la llegada del metro El Golf. Para solucionarlo, se trabajó en conjunto –Besalco, Municipalidad de Las Condes y Aguas Andinas– logrando hacer un bypass con el colector para desplazarlo. “Hubo que interrumpir el tránsito peatonal de Apoquindo. Fue complejo porque atrasó la obra, pero pudimos acomodarnos a la secuencia constructiva y logramos mitigar

el impacto”, explica Óscar Luarte.

En los dos años que duró la construcción, fue necesario diseñar una programación logística para causar las mínimas interferencias posibles al barrio, para lo cual se cuidaron todos los detalles. Se determinó que el ingreso a la obra fuese por las calles Isidora Goyenechea y La Pastora, de manera de cercar el perímetro. Además, todos los camiones debían cumplir con el procedimiento de lavar las ruedas antes de salir y colocar mallas para evitar que la tierra se cayera en el trayecto, una vez que salían de la obra. “El proceso de construcción siempre es difícil, aquí tratamos de minimizar todos los impactos. Para lidiar con el tránsito, pusimos horarios de funcionamiento de los camiones y los cumplimos”, agrega Miguel Latapiat.

El gran flujo de camiones se concentró durante el proceso de excavación, pero la clave fue “trabajar en coordinación con la municipalidad para evitar el menor impacto a la comunidad y de esta forma nunca tuvimos reclamos”, señala Luarte.

TEATRO SUBTERRÁNEO

En una primera etapa, se realizó la obra gruesa, que consistió en dejar un teatro de hormigón armado, que posteriormente sería revestido de madera, que simulara una especie de violín. Esto porque la madera tiene distintas cualidades y una de éstas, son el reflejo y la absorción. El exterior del teatro y el sector del foyer están revestidos completa-



1



2



3

GENTILEZA: I. MUNICIPALIDAD DE LAS CONDES

mente de piedra traída desde Brasil. Pero no es cualquier teatro. Es uno de los más avanzados de Latinoamérica, con una capacidad para 800 personas y completamente equipado para minusválidos. El teatro fue un desafío arquitectónico, en particular por la organización del espacio, ya que además del teatro, el recinto debía desarrollarse para multiplicidad de otras funciones. Técnica-mente, la mayoría de los aspectos innovadores están en el sistema de sonido, iluminación y escenario, este último tiene la versatilidad que permite colocar una obra tras otra con rapidez, ya que parte del escenario puede bajar dos niveles, incluso permite cambiar de escenografía fácilmente, debido a que cuenta con un sistema de varas motorizadas que agilizan este proceso.

El escenario tiene un sistema de plataformas que suben y bajan de nivel, lo que se denomina Espiralift, en donde por medio de



**TEATRO
SUBTERRÁNEO**

1. Panorámica del teatro desde la cabina de control.

2. El escenario cuenta con un sistema de plataformas móviles llamado Espiralift.

unos espirales que funcionan eléctrica y mecánicamente, suben o bajan una plataforma de estructura metálica tradicional, capaz de soportar una orquesta, butacas, escenografía, entre otros. Dichos espirales, están compuestos por la unión de dos elementos metálicos cuya particularidad es la de separarse y guardarse independientemente en una plataforma circular, dentro de la cual el metal se enrolla como



una huincha de acero de unos 15 cm de alto y debajo de ese compartimento se enrolla un nervio de acero que tiene cavidades, de tal manera que cuando la estructura empieza a girar, las piezas comienzan a encajar, haciendo que la plataforma sea sustentable para la resistencia de grandes cargas. Respecto a la aislación acústica, se hizo un estudio en la sala y se determinó que ésta debía contar con un 20% de paneles con ranura sistema modular estándar de revestimiento acústico de madera fabricado por Hunter Douglas para evitar el rebote de sonido. Estos paneles van dispuestos en el cielo, facilitando la acústica del teatro. No hay alfombras que absorban el sonido, a excepción de los pasillos. El cielo negro está fabricado en base a tela compuesta por un material de PVC que a su vez posee una tela de revestimiento, lo que también minimiza el rebote del sonido. "La sala posee un sistema de regulación electrónica asistida, además está revestido con

placas de madera lisa, fuera de algunas partes que por necesidad de rebote de los sonidos bajos, permiten su existencia, porque estos sonidos son los que tienen más fuerza de onda", enfatiza Pedro Pascal. El sistema acústico del teatro permite variar el sonido de la sala por medio de los parlantes y micrófonos que están repartidos en todo el teatro. "El asesor acústico pidió las especificaciones de los

materiales que iban en la sala. Por medio de un software se hace una simulación de los requerimientos para ver si los materiales son capaces de cumplir con estas especificaciones y así fue", agrega Oscar Luarte.

En septiembre pasado se inauguró el Centro Cívico de las Condes, edificio que destaca por tener un teatro de última generación. Un concierto en subterráneo. ■

www.tmlascondes.cl

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- Centro Cívico y Teatro Municipal. Caja de cristal. Revista BIT N° 49, Julio de 2006, pág. 76.

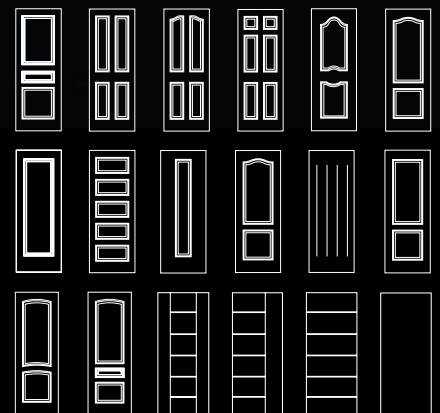
■ **EN SÍNTESIS**

El Centro Cívico de Las Condes, si bien es una estructura de hormigón armado, se le denomina "la caja de cristal" debido a la fina cobertura de cristales que lo revisten. A pesar de ello, el inmueble conservó una réplica de la fachada original.



Puertas Moldeadas

Descubre la belleza en los detalles



www.masonite.cl

Oficina Comercial: 56 (2) 7472012

Planta: 56 (43) 404 400

e-mail: puertas@masonite.cl

■ Es uno de los proyectos emblemáticos de la segunda fase de la Red de Estadios Bicentenario. Un coliseo atípico, cuya remodelación entrega una privilegiada vista al canal Tenglo y que apela a la identidad regional y a la arquitectura de sus embarcaciones. Diseñado con avanzada tecnología y revestido con una novedosa materialidad, los desafíos técnicos abundaron. ■ No obstante, su etapa final, aún sigue inconclusa. Estadio mar adentro.

ESTADIO MUNICIPAL CHINQUIHUE, EN PUERTO MONTT

MAR ADENTRO



ALEJANDRO PAVEZ V.
PERIODISTA REVISTA BIT

E **S CONSIDERADO** uno de los estadios de fútbol más australes del mundo. Enclavado en el corazón de Puerto Montt, frente al canal Tenglo, el Estadio Municipal Chinquihue tiene un nuevo rostro. Un proyecto que destaca por su particular diseño, novedosos revestimientos y calidad de gestión. Una perla en el mar.

La remodelación del coliseo es parte de la segunda fase de la Red de Estadios Bicentenario, programa promovido por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) y el Instituto Nacional del Deporte (IND), y que busca dotar a Chile con una serie de nuevos centros deportivos de calidad internacional.

La primera etapa de las obras fue licitada en cerca de \$4.600 millones y fue adjudicada a la constructora Salfacorp. El diseño pertenece al arquitecto Cristián Fernández y colaboradores (CFA). Ambas compañías, son coautoras y ejecutantes del proyecto desde su concepción. La segunda etapa se estima en \$3.200 millones, no obstante, estos recursos han sido congelados y redistribuidos a las labores de reconstrucción post terremoto. Aún se espera una nueva resolución del MOP y el IND para completar los fondos. En el papel, más de \$7.000 millones destinados al coliseo deportivo.



FICHA TÉCNICA

ESTADIO MUNICIPAL CHINQUIHUE

UBICACIÓN: Av. Vicuña Chiquihue S/N, Puerto Montt
MANDANTE: Ilustre Municipalidad de Puerto Montt, Ministerio de Obras Públicas
ARQUITECTO: Cristián Fernández Arquitectos
CONSTRUCTORA: Salfacorp
PRESUPUESTO 1ª ETAPA: \$4.599.767.287
PRESUPUESTO 2ª ETAPA: \$3.200.000.000. (Sin asignar)
PLAZO DE EJECUCIÓN: 240 días corridos
AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2009 (1ª Etapa)
CAPACIDAD ESTIMADA: 10.000 espectadores
CAPACIDAD ACTUAL: 5.150 espectadores



Primera Etapa terminada del estadio.

Cada cercha se montó en un apoyo con deslizamiento en sentido vertical, de manera de asentarlas sin amarrarla a otra. La cercha se "encajó" en la corona del pilar.



El proyecto posee un área de 3.500 m², sólo en edificio construido. Si a ello se suman sus respectivos espacios públicos, el número asciende a 5.200 m cuadrados. El estadio contará con una capacidad estimada de 10 mil butacas. Actualmente, la primera etapa de la obra, correspondiente a las gradas que miran hacia el canal Tenglo, contempla una capacidad de poco más de 5 mil simpatizantes. La etapa final promete completar las 10 mil ubicaciones con gradas que se instalarán tras los arcos. Hoy, la obra consta de un edificio que alberga el programa de jugadores, periodistas, sector VIP y el funcionamiento técnico y administrativo del coliseo. La segunda etapa abarcará espacios públicos, patios de comida, estacionamien-

tos, entre otras áreas.

"La etapa que falta es fundamental para poder entender el proyecto", comenta Carlos Ulloa, arquitecto de CFA. Sin embargo, el actual estado del coliseo representa un valor mucho más alto en comparación a lo que había antes. En esta línea, explica Jean Andre Herbage, Jefe de Proyectos EPC de Salfacorp, "la obra buscó dos importantes objetivos: una sustentabilidad económica para un país con un presupuesto deportivo acotado, y una referencia social". Entremos mar adentro.

EL LANCHÓN

Uno de los atributos más relevantes del cambio de rostro del Chiquihue, tiene que ver con la identidad que logra con su entorno. La ubicación del coliseo, a orillas del canal Tenglo, dota al estadio de una vista privilegiada que no pasa desapercibida. Esto explica, justamente, que mantener la panorámica del lugar fuese uno de los requisitos principales del concurso. De este modo, la propuesta ganadora se la jugó por un diseño elíptico que hace un interesante gesto






TRANSACO
SOLUCIONES INTEGRALES



LIDER MUNDIAL

innovación en sistemas constructivos



Sistemas Muros Exteriores-Interiores



Sistemas Muros Exteriores-Interiores



Tejas Asfálticas



Pavimentos Decorativos Estampados

Transaco, empresa líder en Sistema de Techumbre, desarrollador en el mercado de la más amplia oferta de Tejas Asfálticas y Complementos de Aislación, para hacer más confortable su vivienda, hoy incorpora nuevas líneas de productos.

INNOVACIONES TRANSACO 2011

Cielos USG
Cielos Rasos Registrables y Especiales
Sistemas de Muros Exteriores e Interiores USG
Placa DUROCK - Placa FIBEROCK - Placa SECUROCK

Lo invitamos a conocer estas nuevas líneas de productos, en nuestro Showroom o en nuestro sitio web

www.transaco.cl
Valenzuela Castillo 1078 - Providencia - Tel. 797 7700



de apertura hacia el paisaje fluvial del sector. Los aleros en el acceso frente a la calle, que cierran la figura, están a un nivel más bajo para que el ángulo de visión de las gradas permita una perspectiva despejada y enmarcada sobre el canal y su isla. Un verdadero mirador.

Desde la arquitectura se le quiso entregar un valor de identidad. Fue así como el diseño consideró una fuerte analogía entre el método constructivo del estadio y la construcción de botes. La cubierta, construida sobre la base de una serie de cerchas, y la envolvente,

fueron pensadas bajo la lógica constructiva de un bote, con sus costillas, cuadernas y planchaje. "El concepto que buscamos tiene una forma fluida finalmente. El estadio cuenta con una gran cubierta en la galería principal, frente al canal Tenglo y va bajando hasta llegar al suelo para generar la vista. Todo, por medio de figuras que están geométricamente relacionadas con la construcción en madera de los barcos", ilustra Carlos Ulloa. En definitiva, esta morfología dota a Puerto Montt de un edificio emblemático, representativo de la idiosincrasia de la comunidad.

La propuesta se la jugó por un diseño elíptico que hace un interesante gesto de apertura hacia el paisaje fluvial del sector. Vista desde la Isla Tenglo.

TECNOLOGÍA DE DISEÑO

La compleja geometría del coliseo puertomontino obligó a los arquitectos a proyectar cada uno de los planos en modelos 3D. Si bien esta tecnología no es nueva, se le entregó un nuevo atributo. El proyecto se diseñó desde el comienzo en tres dimensiones. Y es que las directrices del diseño, sus figuras sinuosas y el comportamiento de cálculo de cada una de las cerchas utilizadas para la cubierta, las particularidades topográficas del terreno, entre otras variables, hacían muy difícil la labor de proyectar la obra en planos 2D. "Ver esta geometría en un plano era complejo. Por eso, partimos modelándola en 3D, como una especie de cáscara que generalmente íbamos deformando para generar la cubierta que buscábamos. Cuando encontramos su forma, a partir de esta estructura trabajamos con cálculo para ver cuál era la mejor forma de entregar la información de la

BIT 77 MARZO 2011 ■ 105

¡Nuevos Flexibles! NIBSAFLEX^{Plus}

- Garantía: 10 Años
- Producto Certificado: Nch 3182
- Seguro: Responsabilidad Civil
- Fabricación: Italia

10
AÑOS
GARANTÍA



CALIDAD Y RESPALDO

ISO 9001

... seguridad total



PROD. CERTIFICADO
¡ANTI CORROSIÓN!

Tel.: 489 8100 - Fax: 489 8101 - ventas@nibsa.com
www.nibsa.com



Las características del tejido permiten el paso del viento que, en el lugar, alcanza una fuerza de 160 km/h. Atrás las instalaciones administrativas del estadio.



El Strip Weave se tejió entre las cerchas y sus elementos secundarios. Un trabajo que se realizó casi a la par con la instalación de cada estructura.



El galvanizado de las cerchas obligó a que todas las uniones fueran apernadas.



cubierta”, explica Ulloa. “Destinamos gran parte de nuestros esfuerzos y recursos a construir una imagen del Estadio. Una cubierta con la cual identificarse. De ahí que propusimos algo imponente, que permita darle una nueva imagen urbana a Puerto Montt. Los arquitectos buscaron un elemento natural de la zona, relacionado con su cultura y nosotros, como ingeniería, definimos las tareas”, comenta Herbage.

El Chiquihue está asentado en una pequeña pendiente, un cerro que fue utilizado por los constructores como apoyo de la gradería principal. “Nos propusimos no hacer una gran inversión en tremendas estructuras de marco, sino que preferimos asentarnos sobre lo que ya teníamos (el cerro) y todos esos recursos redirigirlos a la cubierta”, complementa Herbage.

La topografía del terreno representó un desafío para la obra. Su asimetría dificultaba la

labor de los calculistas. La tecnología nuevamente se vistió de salvavidas. El modelo 3D optimizó los procesos y los hizo más precisos. Entregó una información mucho más clara que una proyección en plano, pues modelaba condiciones más aproximadas a la realidad. “El tener el modelo 3D permite no tener que esperar hasta el final para darme cuenta cuál es el resultado. Lo voy monitoreando, nos permitía saber, en cada cota, cuánto era el movimiento de tierra que teníamos que hacer. Ese fue el gran éxito que tuvimos con este modelo que desarrolló la arquitectura”, explica el ejecutivo de Salfacorp. “Pocas veces nos había tocado trabajar en obras con formas complejas como ésta. Y la obra también, no estaba acostumbrada a trabajar con este tipo de formas”, acota Ulloa. Recordemos que normalmente se trabaja con modelos 3D en estructuras complejas. Sin embargo, siempre resultan de la proyección desde un plano. El caso del

Estadio Chiquihue fue al contrario. Desde su concepción se pensó en 3D, después vino el plano. He ahí su particularidad.

CUBIERTA

El modelo 3D también sirvió para diseñar, formar e instalar cada una de las estructuras metálicas que soportan la cubierta y que apelan a las costillas de los botes pesqueros. En total, 44 son las cerchas que contempla el proyecto en sus dos partes. Recordemos que sólo se ha construido la etapa que considera la galería principal y las instalaciones deportivas y administrativas del establecimiento.

Las particularidades climáticas de Puerto Montt y la ubicación del recinto deportivo, obligó a utilizar cerchas galvanizadas. Si bien esta propiedad entrega un mayor rendimiento y una mejor reacción a la humedad del lugar, representa un importante desafío para la obra. Y es que el tratamiento de galvanizado en caliente no permite cortar o soldar la estructura. Sin más, la solución pasó por llevar todas las piezas prearmadas desde Santiago. Un trabajo de logística que no fue nada fácil, si consideramos que cada una de las cerchas mide en promedio cerca de 15



La segunda etapa del Chiquihue contempla una remodelación del espacio urbano que lo rodea. Áreas verdes, estacionamientos y la conclusión de la fachada, son algunas de las obras que faltan.

GRAN PARAGUAS

POR REQUISITO DE LA LICITACIÓN y por las condiciones climáticas del lugar, las gradas del Chinquihue debían ser completamente techadas. Por tal razón, el diseño de la cubierta contempló la cantidad de agua y se definió su inclinación y su longitud en función de que en el sector llueve con viento, en forma diagonal. El volado de la cubierta es de 25 metros.



metros. Un error en el traslado o en el montaje de las cerchas, significaba volver nuevamente a la capital a galvanizar una nueva pieza. Una operación compleja.

En esta línea, cada una de las uniones de las cerchas fue apernada. Era la restricción del galvanizado. La lógica de montaje consistió en un sistema de ensamble parecido a los bloques de lego. "Necesitábamos un sistema que restringiera los movimientos y que entregara una restricción a nivel de modelo estructural", comenta Jean Andre Herbage. Hablamos de un promedio de cercha de 13 a 15 metros de largo por lo que se ensambló y posicionó como un sólo elemento en el pilar. "Ese fue un desafío constructivo. Cada 'poyo' (pilote) tenía una viabilidad, su geometría iba cambiando. Cada cercha iba mirando rítmicamente hacia la cancha, cada vez se iba transformando de cubierta en respaldo. Cada una era especial. Es un gran lego armado, un ensamble que se posicionó en forma rápida, y que permitía comenzar con las terminaciones casi en paralelo", explica Herbage.

Todas las cerchas son distintas, aunque tienen una misma lógica de diseño. Ésta radica en el arco que cada una escribe en su parte superior y que va rotando desde el punto inicial hasta invertirse completamente y lograr, de mitad a mitad, casi un

giro de 90° con un mismo radio. Diseño puro. Así la estructura va tomando la forma de manto que cae desde el cerro hasta el canal. "La cubierta parte como techo y a medida que va bajando el cerro se va transformando en el revestimiento, en la piel de fachada, a ese nivel de rotación. Esto, en la estructuración es complejo. La única forma de verlo fue en 3D", ilustra el ejecutivo de Salfacorp.

Al ir bajando este manto, la dimensión de las cerchas comienza a disminuir y por consiguiente a tomar las cargas que liberan los elementos más robustos. La ventaja de tener cerchas modulares, según la empresa constructora, es que entregan un cierto ritmo a la obra. Sin embargo, existe la desventaja que cualquier desviación se agudice en la parte de la terminación. Un desafío solucionado con el modelo 3D. Pese al cambio de tamaño de estos elementos, su volado es el mismo. "El área a cubrir, que tengo sobre la galería, es siempre estable. Sólo cambia cuando me salgo de las galerías y me voy hacia el canal", agrega Herbage. "El estadio es cien por ciento techado (ver recuadro). Fue exigencia de la licitación debido al clima de Puerto Montt", indica el arquitecto.

TEJIENDO REDES

El proyecto debía construirse en ocho meses. Un plazo apremiante que se debía cumplir y cuya gestión implicó eficiencia en la instalación de las estructuras modulares. Claro, y es que el detalle y la cantidad de las terminaciones obligaron a buscar un montaje de cercha que fuese simple. "La innovación fue buscar una unión, de forma que las cerchas se pudieran montar fácilmente y al colocar dos ellas se instalara inmediatamente el recubrimiento", explica Herbage. Esto se tra-



HTC SUPERFLOOR™ SIMPLEMENTE HORMIGÓN



Simplemente déle una oportunidad al hormigón y encontrará un suelo resistente y hermoso.

HTC Superfloor™ es un concepto revolucionario de desbaste y pulido, una buena opción para el medio ambiente.

Descubrirá un suelo brillante, de fácil mantenimiento y muy resistente.



SOLUCIONES PARA LA REPARACIÓN DE PISOS

SANTIAGO

San Martín de Porres 11.121
San Bernardo

Fono: 490 8100 - Fax: 490 8101

CONCEPCIÓN

Manuel Gutiérrez 1318, esquina Paicaví
Fono: (41) 273 0120

www.leis.cl



ILUMINACIÓN

LA ILUMINACIÓN TIENE CALIDAD internacional, dicen sus constructores. Más allá de cumplir las normas FIFA, se realizaron estudios con expertos para identificar los lugares ideales para instalar las luminarias, de tal manera de no atentar contra el diseño arquitectónico del estadio. Así, se llegó a la solución de aplicar un sistema mixto, con una serie de luminarias sobre el techo de la tribuna, en el extremo de las cerchas y dos postes de 18 m de altura ubicados donde no hay estructuras, para no interrumpir la visión. Por su parte, la transparencia del Strip Weave, permite que durante el día entre mucha luz por lo que los niveles de sombra que entrega en cancha son mínimos.

Focos sobre la marquesina, al borde de las cerchas. Iluminación como los estadios europeos.



dujo en que una cercha no podía demorar más de 10 minutos en estar preparada, posicionada y lista. Cada una de las estructuras se montó en un apoyo con deslizamiento en sentido vertical, de manera de asentar la cercha sin amarrarla a otra.

Una vez instaladas las primeras cerchas, se comenzó con el revestimiento. Para ello se utilizó un nuevo material llamado Strip Weave. Este producto trata de cintas o flejes metálicos que se van entramando entre los perfiles de soporte que, en el caso del Chiquihue, son de aluminio. La aplicación de este revestimiento logra una imagen final de un tejido, de una gran red que armoniza con el concepto arquitectónico de la fachada. Una de las libertades de aprovechar bien los recursos, comenta el ejecutivo de Salfacorp, "fue el haber escogido un material que nos aseguró algunas ventajas constructivas que fueron estructuralmente favorables".

"La instalación del Strip Weave es muy artesanal ya que es tejido por dos personas que van pasado un fleje a través de las cerchas. Es armar un verdadero canasto, un bote en el sitio. Esta es la primera vez que el producto se utiliza en superficies curvas, siempre se había utilizado para fachadas de edificios rectangu-

lares", agrega Herbage. La instalación de un apoyo deslizante vertical, permitió que el posicionamiento de la cercha durara aproximadamente 3 minutos. Así, con dos elementos instalados, ya se podía colocar la estructura secundaria, no para rigidizar la cercha ni para hacerla estructural, sino para que estos dos elementos permitieran tejer el producto que iba a construir las terminaciones. "Como montaje, escogimos la fórmula más rápida para poder dejar estos elementos y empezar a tejer el Strip Weave dentro del mismo día", dice Herbage. La eficiencia, llegó con un diseño de apoyo alusivo a un "macho y hembra", que permitió que estas cerchas encajaran y quedaran montadas como un gorro en la corona del pilar, quedando restringida de cualquier movimiento. Con eso, se logró que por gravedad esta cercha no tenga que hacer nada, sólo necesite los elementos secundarios en el respaldo.

Otra de las ventajas del Strip Weave tiene que ver con las perforaciones que se forman en su tejido. Un tema de cuidado puesto que en el lugar de emplazamiento del estadio, las ráfagas de viento alcanzan una velocidad de 160 km/hora. En este sentido, la característica particular de la cubierta del Chiquihue la

transformaba en una gran vela. La resistencia estructural estaba en jaque. Sin embargo, las características de este producto y del entramado que formó en la cubierta, permitieron el paso del viento y reducción de la presión. Para solucionarlo, se instaló una barra horizontal capaz de tomar la carga y traspasarla al elemento posterior y alivianar las tensiones en la unión. "Cuando el viento va de la cancha hacia el cerro, esas cargas de presión se transmiten al elemento posterior que en ese momento no está trabajando, porque la cubierta tiene la particularidad de que la cercha no es tan sólo un apoyo, sino que la espalda y tiene un elemento vertical", aclara Herbage. Lo que acá se hizo fue dividir esos esfuerzos en el elemento posterior que también es estructura metálica y transmitirla al hormigón.

Puerto Montt ya cuenta con un remozado estadio. Si bien sólo se ha desarrollado en una primera etapa, muestra un nuevo rostro al entorno. Un enorme lanchón con su mirada puesta mar adentro. ■

www.salfacorp.cl; www.cfa.cl

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- "Estadio Nacional. Cambio para el segundo tiempo". Revista BiT N° 68, Septiembre de 2009, pág. 62.
- "Estadios Mundialistas. Tiempo de descuento". Revista BiT N° 63, Noviembre de 2008, pág. 30.

■ EN SÍNTESIS

El Estadio Chiquihue tiene nuevo rostro. Un coliseo, el más austral del mundo, con una especial vista al mar. Destaca por su arquitectura, construcción modular y diseño en 3D. Nuevas tecnologías aplicadas en su revestimiento le otorgan otro valor a este complejo que, una vez finalizado, espera ser la joya de Puerto Montt.

Compendios Técnicos CDT

Principal fuente de información técnica para profesionales de la construcción



ENCUENTRE INFORMACIÓN DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS Y EMPRESAS DEL SECTOR EN NUESTROS COMPENDIOS TÉCNICOS

Más de 25.000 descargas durante 2010

Obtenga gratuitamente sus Compendios Técnicos en:

registrocdt.cl

Más información: registrocdt@cdt.cl / Teléfono (56 2) 7187500

Sitio web del teatro municipal de Las Condes. Cinco niveles subterráneos y tres en altura.
Un proyecto de última generación. En esta edición lea un reportaje en página 96.



ACERA TIENE NUEVO PRESIDENTE

Alfredo Solar Pinedo, Ingeniero Civil de la Universidad de Chile, asumió la presidencia de la Asociación Chilena de Energías Renovables A.G. (ACERA). El ejecutivo estará a cargo de liderar la institución gremial, poniendo énfasis en la consecución de un marco regulatorio que permita la penetración de energías renovables no convencionales (ERNC) en el país. Solar se desempeña actualmente como gerente general de Acciona Energía Chile S.A. y como presidente de Acciona Concesiones Chile S.A. Anteriormente, fue gerente de proyecto de la obra Autopista Concesionada Américo Vespucio Sur y se desempeñó como socio y gerente de empresas en los rubros de la construcción y consultoría.



FLEXIBLES PARA AGUA CERTIFICADOS

Ya están disponibles en el mercado nacional unos flexibles de conexión para agua certificados bajo la Norma Chilena 3182, que cuentan con 10 años de garantía y seguro de responsabilidad civil. Esta línea de flexibles es fabricada en Italia, por una empresa líder en Europa. Sus materiales de fabricación cumplen los más altos estándares de calidad nacionales e internacionales, al tener malla y casquillos de acero inoxidable (anticorrosión). Además, pueden soportar una presión máxima de 10 bar (presión recomendada 3,5 bar) y una temperatura máxima, 90°C. El producto es distribuido en Chile por Nibsa. Más Información en www.nibsa.com



◆ GUÍA SISTEMA SOLAR TÉRMICO II

Editado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT).
Año 2010: 228 pp.

El trabajo se desarrolló en conjunto con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNDU) y empresas asociadas. Su objetivo es contar con una guía para el diseño, montaje, operación y mantención de sistemas solares térmicos (SST) para el calentamiento de agua sanitaria. La finalidad de este documento, es colaborar con los profesionales para que puedan proyectar instalaciones solares de cualquier tamaño y especialmente los de gran envergadura.



EVENTOS NACIONALES

MARZO

SEMINARIO TÚNELES 22 DE MARZO

Seminario de Túneles: Innovación y grandes obras.

LUGAR: Auditorio CChC, Santiago.

CONTACTO: www.cdt.cl

ABRIL

TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN

06, 13 Y 20 DE ABRIL

XIII Seminario que muestra la innovación en materiales en la industria de la construcción.

LUGAR: Auditorio CChC, Santiago.

CONTACTO: <http://tecnologias.registrocdt.cl>

PRIMERA JORNADA DEL TRANSPORTE VERTICAL

07 DE ABRIL

Seminario que abordará la nueva legislación, interpretación y aplicación de casos.

LUGAR: Aula Magna de la Escuela de Derecho de la Universidad de Chile, Santiago.

CONTACTO: www.uchile.cl;
www.casan.cl

CLEANMINING

10 AL 12 DE ABRIL

Novena conferencia internacional sobre tecnologías limpias para la minería.

LUGAR: Santiago.

CONTACTO: www.clean-mining.com

MAYO

SEMANA DE LA CONSTRUCCIÓN

09 AL 14 DE MAYO

IX versión del evento más importante del sector construcción.

LUGAR: Espacio Riesco, Santiago.

CONTACTO: www.cchc.cl;
www.semanadelaconstruccion.cl

SN POWER CHILE CAMBIA EJECUTIVO

La empresa de energías renovables de capitales noruegos SN Power Chile, informó la designación del ingeniero civil de industrias Rodrigo Andrés Guerrero como nuevo subgerente de Desarrollo. Guerrero se desempeñaba como Subgerente de Proyectos en AES GENER y anteriormente trabajó en Túnel El Melón, donde desempeñó el rol de Gerente Técnico. También formó parte del Área Corporativa de Negocios de Enersis y en Endesa trabajó como Ingeniero de Desarrollo Internacional y como Analista de Estudios y Estrategias Comerciales. Actualmente SN Power opera en nuestro país el Parque Eólico Totoral (Región de Coquimbo, 46 MW), y en las centrales hidroeléctricas la Higuera y la Confluencia (Región del Libertador Bernardo O'Higgins, 310 MW en total).



SIKA CHILE OBTIENE PREMIO CONDUCTA RESPONSABLE 2010

El programa mundial "Conducta Responsbale", liderado en Chile por Asiquim, premió a la multinacional Sika en reconocimiento de las buenas prácticas de sus procesos productivos por 3 años, destacando especialmente su responsabilidad social y medioambiental. Esta es la tercera vez que la compañía suiza con filial en nuestro país, recibe este galardón. Sika Chile fue la primera compañía relacionada a la industria química en recibir la certificación ISO 14.001 y la primera en obtener la validación ISO 9.001, acciones que se suman a la suscripción voluntaria al programa mundial "Conducta Responsable", cuyo principal objetivo es unificar esfuerzos para perfeccionar los procesos de las industrias del rubro. La ceremonia de premiación de Conducta Responsable 2010, contó con la presencia de Mabel Oyarzún y Pamela Santibáñez de la Seremi de Salud de la Región Metropolitana.



productivos por 3 años, destacando especialmente su responsabilidad social y medioambiental. Esta es la tercera vez que la compañía suiza con filial en nuestro país, recibe este galardón. Sika Chile fue la primera compañía relacionada a la industria química en recibir la certificación ISO 14.001 y la primera en obtener la validación ISO 9.001, acciones que se suman a la suscripción voluntaria al programa mundial "Conducta Responsable", cuyo principal objetivo es unificar esfuerzos para perfeccionar los procesos de las industrias del rubro.



◆ MATERIALES

Hegger, Hanfred; Drexler, Hans y Zeumer, Martin.
Editorial Gustavo Pili. *En Español: 87 pp.*

Los materiales tienen una importancia fundamental no sólo en cuanto a materia prima del proceso constructivo, sino también por su función entre el edificio y quienes lo habitan. Este volumen presenta, de forma sintética, los materiales de construcción disponibles en el mercado, sus propiedades básicas y posibilidades de puesta en obra.



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE OBRAS CIVILES

19·20·21

OCTUBRE

2011

Organiza



Convocatoria 1er llamado:

Presentación de resúmenes:

18 de marzo 2011

Notificación de aceptación de resúmenes:

01 de abril 2011

Recepción final de los trabajos:

29 de julio 2011

CHILENAS DE HORMIGÓN

XVIII JORNADAS



CASA CENTRAL VALPARAISO
jornadashormigon@usm.cl
fono: 032-2654185
www.jornadashormigon.usm.cl

En esta edición lea sobre la aplicación de una máquina tuneladora para construir un túnel de 8.125 m de longitud, en División Los Bronces de Anglo American. Reportaje en página 28.



NUEVO GERENTE DE MINERÍA Y METALES PARA SUDAMÉRICA DE SKM

Sinclair Knight Merz (SKM), empresa multinacional de ingeniería y ejecución nombró a Claudio Lesch como nuevo gerente de Minería y Metales para sus negocios en Sudamérica. Ingeniero de la Universidad de Buenos Aires y MBA de la Universidad de Toronto, Lesch trabajó en Techint como gerente comercial y posteriormente como gerente regional de Chile. Ahora, como gerente de minería y metales para Sudamérica, Claudio Lesch estará asentado en Santiago de Chile y desde allí estará encargado de dirigir el proceso de consolidación de la compañía en Perú, Brasil y Colombia. Además, deberá fortalecer la capacidad de realizar proyectos EPCM de gran envergadura en Chile para clientes como Codelco, Anglo American, Antofagasta Minerals y Collahuasi, entre otros.



SOINSA FIRMA ACUERDO CON MUTUAL DE SEGURIDAD



Soinsa Ltda., se adscribió al Programa Empresa Competitiva PEC-GESTION en conjunto con la Mutual de Seguridad de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC). Consciente de la importancia de velar por la seguridad de sus trabajadores y como parte de su política de mejoramiento continua, la compañía de andamiajes se sumó a esta herramienta de gestión que le permitirá agilizar los procesos y facilitar el cumplimiento de la legislación vigente de SSO y el control de los riesgos no tolerables presentes en la organización.

SEGURIDAD EN CARRETERAS

Fabricadas bajo los estándares de calidad del Ministerio de Obras Públicas, las barreras de seguridad vial, "New Jersey" de prefabricados de hormigón Grau conforman un interesante sistema rígido de protección. Ante un impacto de gran envergadura, el sistema no pierde su forma y resiste mucho más que una barrera metálica tradicional. Su función principal es la de redireccionar al vehículo hacia la calzada aprovechando su diseño geométrico y la energía propia del impacto. Una interesante alternativa para resistir impactos de vehículos de mayor peso, volumen y velocidad.



EVENTOS NACIONALES

MAYO

FERIA CHILE CONSTRUYE 11 AL 14 DE MAYO

En el marco de la Semana de la Construcción, la feria mostrará innovaciones tecnológicas.

LUGAR: Espacio Riesco, Santiago.

CONTACTO:

www.feriachileconstruye.cl

VI ENCUENTRO CONSTRUCCIÓN UNIVERSIDAD 13 DE MAYO

En el marco de la Semana de la Construcción, se analizará la integración entre el mundo académico y profesional.

LUGAR: Espacio Riesco, Santiago.

CONTACTO: www.construccion-universidad.cl

JUNIO

EXPONOR

13 AL 17 DE JUNIO

XIV Exposición Internacional para la Minería Latinoamericana, dirigida a empresas mineras y proveedores industriales.

LUGAR: Antofagasta, II Región.

CONTACTO: www.exponor.cl

SEPTIEMBRE

VII ENCUENTRO PROFESIONALES DE OBRA: PRO-OBRA

FECHA POR CONFIRMAR

Evento orientado al perfeccionamiento de los profesionales de obra.

LUGAR: Por confirmar.

CONTACTO: www.pro-obra.cl

OCTUBRE

XVIII JORNADAS CHILENAS DEL HORMIGÓN

19 AL 21 DE OCTUBRE

Evento organizado por el Departamento de Obras Civiles de la Universidad Técnica Federico Santa María (UFST), junto al Centro Tecnológico del Hormigón.

LUGAR: Casa Central UFST, Valparaíso.

CONTACTO:

www.jornadashormigon.usm.cl



www.cdt.cl

250 votos obtuvo la encuesta del sitio CDT sobre las ventajas de los sistemas solares térmicos. La más votada fue: "reducen dependencia energética". Vea los resultados completos en la web.

CÉDRIC BABEC NUEVO DIRECTOR DE LIEBHERR CHILE

A partir del primero de noviembre de 2010, Cédric Babec se desempeña como el nuevo director de Finanzas y Administración de Liebherr Chile. Babec comenzó su carrera en Liebherr France SAS (Colmar, Francia) en septiembre de 2001. Participó en la creación de Liebherr-Argentina S.A. asumiendo el puesto del gerente general durante 5 años. El 1° de enero de 2010 se incorpora como director de Liebherr Chile y Liebherr Argentina. Por otra parte, en la exposición Conexpo 2011 realizada en Las Vegas, Liebherr mostró 23 objetos que representan la última tecnología de la amplia gama de programas del grupo de equipos de construcción. El stand de Liebherr G 370 en el área Gold fue de unos 4.600 metros cuadrados.



CORPORACIÓN CULTURAL DE LA CCHC APOYA IMPORTANTE FESTIVAL



Más de 1.800 personas asistieron al XV Festival de Música Rosita Renard de Pirque. Un evento organizado por la Corporación Cultural de la Cámara Chilena de la Construcción, la Ilustre Municipalidad de Pirque y la Corporación Cultural Rosita Renard. El evento se realizó en el Centro Recreacional El Cruceal de Caja Los Andes, de la red social de la CChC. El certamen fue patrocinado por Caja Los Andes, Banco BCI y Jeria y Cía. Este año el Festival de Música Rosita Renard contó con las actuaciones de Magdalena Matthey, el grupo Congreso, el grupo Ensemble Bartok Chile, del Coro de la Universidad Alberto Hurtado, la Camerata de la Fundación Beethoven, entre otros.

men fue patrocinado por Caja Los Andes, Banco BCI y Jeria y Cía. Este año el Festival de Música Rosita Renard contó con las actuaciones de Magdalena Matthey, el grupo Congreso, el grupo Ensemble Bartok Chile, del Coro de la Universidad Alberto Hurtado, la Camerata de la Fundación Beethoven, entre otros.



CASAS DE DISEÑO PREFABRICADO

Krauel, Jacobo.

Editorial Links (Océano). Año 2010: 299 pp.

En esta obra se redefine el concepto tradicional de las viviendas prefabricadas. Las páginas de este libro muestran soluciones creativas y vanguardistas realizadas por arquitectos destacados en este campo. Más de cuarenta proyectos que dan cuenta de su diseño y funcionalidad,

cada uno de ellos ilustrado con fotografías, planos y textos explicativos de este sistema modular.

13 años presente en el mercado de los encofrados

Solución integral en arriendo e instalación de moldajes



Central Hidroeléctrica La Confluencia



VISÍTENOS EN
www.planetamoldajes.cl



ESPECIALISTAS EN:

- OBRAS CIVILES
- INDUSTRIALES
- HOSPITALARIAS
- HIDRÁULICA
- CONCESIONES
- OBRAS MINERAS

HUÉRFANOS 1160 - OF 612
SANTIAGO CENTRO
FONO: 657 1860

EMAIL: mfuentes@planetamoldajes.cl



Látex Acrílico Antihongos

**Excelente poder cubriente,
nivelación, transferencia,
rendimiento y de fácil
aplicación.**

**La película tiene una alta
resistencia a la formación
de hongos, con una
excelente protección
microbiológica**



TAJAMAR



PREMIAN A FINNING CHILE POR BUENAS PRÁCTICAS EN SEGURIDAD

Finning Chile recibió, de manos de uno de sus principales clientes mineros, el primer premio en la categoría Seguridad de los Anglo American Supplier Awards 2010, nominación propuesta por la División Mantos Blancos de la compañía minera. La firma, que cumplió 5 millones de horas de trabajo seguro, destaca por su gestión y promoción de una cultura preventiva, entendida como un valor fundamental en sus operaciones.



La firma, que cumplió 5 millones de horas de trabajo seguro, destaca por su gestión y promoción de una cultura preventiva, entendida como un valor fundamental en sus operaciones.

GEOBLOQUES APLICADOS EN INGENIERÍA VIAL

Geofoam, de Aislapol S.A., es una tecnología vial con más de 35 años en el mercado mundial que utiliza geobloques de poliestireno expandido de alta densidad como relleno liviano para terraplenes, muros de contención y otros. Una solución cuando las condiciones del subsuelo impiden la utilización de los métodos tradicionales de construcción. Sus ventajas radican en la facilidad y rapidez de instalación, aún en condiciones climáticas adversas, posibilidad de eliminar pilotes, sobrecargas y precargas, entre otras; reducción de presiones laterales sobre los estribos y muros de contención, durabilidad y menos contaminación ambiental. Esta tecnología se ha utilizado en el puente Cayumapu en Valdivia, la intersección de Alameda con General Velásquez y en el Puente de Llo Lleo.



◆ ALBAÑILERÍA

Kummer, Nils

Editorial Gustavo Gili *En Español*: 69 pp.

La albañilería no es un material de construcción, sino una combinación de dos materiales: ladrillo y mortero. La variedad que permite esta técnica, exige respetar una serie de reglas estrictas para poder lograr el efecto deseado. Este volumen describe con detalle los componentes básicos de esta combinación de materiales, y explica sus leyes para conformar muros.

www.a7sneek.nl
 Dos puentes de madera cubren la principal carretera que cruza el ayuntamiento de Sneek, en Holanda. Más detalles en la página 82.



MANITOWOC CRAN CARE AMÉRICA CAMBIA VICEPRESIDENTE

Keckler Scott fue nombrado como el nuevo vicepresidente de Manitowoc Crane Care América. En este papel, Scott proporcionará la planificación estratégica, dirección y gestión para todos los equipos de América Crane Care. El ejecutivo se unió a Manitowoc Cranes en 1988. A lo



largo de su carrera con la compañía, ha ocupado variados cargos, incluyendo asistente de entrenamiento, partes y publicaciones del gobierno, escritor técnico, supervisor de la publicación técnica, supervisor de la administración de las partes, y más recientemente director de atención al cliente.

EVENTOS INTERNACIONALES

MARZO



CEBIT

01 AL 05 DE MARZO

Feria internacional de tecnología e innovación.

LUGAR: Hannover, Alemania.

CONTACTO: www.cebit.de



SAMOTER

02 AL 06 DE MARZO

Vigésima octava feria de máquinas para movimiento de tierras, obras y construcción.

LUGAR: Verona, Italia.

CONTACTO: www.samoter.com



FEICON BATIMAT

15 AL 19 DE MARZO

Décimo novena feria internacional de la industria de la construcción.

LUGAR: São Paulo, Brasil.

CONTACTO: www.feicon.com.br



EXPO REVESTIR

22 al 25 de marzo

La mayor feria de revestimientos de América Latina.

LUGAR: Transamérica Expo Center, São Paulo, Brasil.

CONTACTO: www.exporevestir.com.br



◆ LA NUEVA CASA FUNCIONAL

Bell, Jonathan y Stathaki, Ellie.
 Editorial Blume. *En Español: 240 pp.*

La nueva casa funcional analiza de forma exhaustiva una moda arquitectónica emergente donde prima la sustancia sobre el estilo, combinando un diseño funcional y procesos sostenibles.

Detrás de una ventana...
 Hay una gran solución
 en herrajes...



GU

GRETSCH-UNITAS

Mecanismos de Apertura de
 Alta Prestación para:



Ventanas Oscilobatientes,
 Projectantes y de Abatir.

Correderas y
 Elevadoras

Sistemas Plegables y
 Puertas en General



Visite y conozca nuestros productos en:
www.herrajes.cl



Manillas y
 Cerraduras para Hotel

Puertas
 Automáticas

Barras Antipánico

Cilindros
 y Cerraduras

Cierrapuertas
 Quilicos hidráulicos

G-U Herrajes Sud América Ltda.
 Patricia Viñuela 335-A
 Lampa - Santiago - Chile
 Teléfono (56 2) 797 1700



RÁPIDO Y FLUIDO

**PAREX CHILE PRESENTA
EL **NUEVO** FRAGÜE FLUIDO CADINA.
EL ÚNICO DEL MERCADO **100% FLUIDO.****

Fragüe Fluido Cadina. Alta performance, Impermeable y Antihongos, desarrollado para realizar el llenado de juntas en pisos y muros de revestimientos cerámicos de todo tipo. Recomendado para juntas de 1 a 15 mm.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

- Fluido.
- Excelente trabajabilidad.
- Impermeable.
- Antihongos, lo que reduce el deterioro estético a largo plazo.
- Producto no tóxico.

VENTAJAS DE UTILIZAR FRAGÜE FLUIDO CADINA

- Máxima penetración.
- Aplicación más rápida.
- Endurecimiento más rápido que un fragüe normal con la misma consistencia.
- Disminución en tiempos de ejecución.
- Fácil preparación.
- Excelentes resistencias.
- Fácil de limpiar.
- Excelente terminación.(texturas y colores homogéneos)

PAREX
CHILE



FRAGÜE

FLUIDO

ALTA PERFORMANCE



• EXCELENTE

• APLICACIÓN

• FÁCIL

PAREX
CHILE



FRAGÜE

FLUIDO

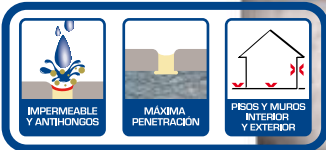
ALTA PERFORMANCE



• EXCELENTE TERMINACIÓN

• APLICACIÓN MÁS RÁPIDA

• FÁCIL DE TRABAJAR



PAREX
CHILE



LLEVANDO A CHILE A LO MAS ALTO



Las barras para hormigón CAP, son garantía de resistencia y confianza, siendo especialmente apropiadas para grandes proyectos en altura.



CAP