

Bit

CORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO
CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

LA CULTURA DEL

click

MAPOCHO
URBANO LIMPIO

BEIJING:
ESTADIOS OLÍMPICOS

PLANTA GNL
MEJILLONES

Nueva

Madera Seca **IMPREGNADA**



MSD

Impregnado

- Madera Seca en Cámara
- Estable y Homogénea
- Resistente a la acción de hongos e insectos
- Impregnación Certificada
- Especial para tabiques y estructuras

SECO
EN CÁMARA



www.msd.cl



ARAUCO.



Grupo Polpaico
 Construyendo Confianza



Seguridad y Salud Ocupacional (OH&S) Porque nos importa nuestra gente.

En Grupo Polpaico desarrollamos y cultivamos hábitos de comportamiento laborales que minimizan los riesgos para alcanzar altos estándares de seguridad, y lograr con ello nuestro objetivo de "Cero Daño". Porque sabemos que detrás de cada trabajador hay una familia, queremos transmitir estas buenas prácticas no sólo al trabajo sino también a sus hogares y a nuestros clientes.

Cemento Polpaico: premio a la mejor gestión de seguridad y salud ocupacional de las empresas socias en el rubro de **Suministros de la Construcción**, de la Cámara Chilena de la Construcción. 13ª Jornada de Prevención de Riesgos, Comité de Contratistas Generales CCHC, 7 de Octubre de 2008.



Fortaleza. Desempeño. Pasión.

Excelencia en ambientes, calidad con sustento **KNAUF**



Placas de yeso



Perfiles



Masillas y Cintas



Herramientas



- ❖ **Calidad alemana y mejora constante en laboratorios de todos sus productos y sistemas**
- ❖ **76 años en el mundo y 6 en Chile**
- ❖ **Marca líder en Europa**
- ❖ **Asesoría en Obra**
- ❖ **Calidad Certificada**

Knauf de Chile Ltda.
San Ignacio 0181 Loteo Portezuelo, Quilicura, Santiago de Chile.
Tel: (56-2) 584 9400
Fax: (56-2) 584 9450

Visítanos en www.knauf.cl

DESARROLLAMOS

mucho más que materias primas:
una vida llena de energía.



Innovación | Seguridad | Desarrollo de Personas | Sustentabilidad

Anticipándonos a las necesidades de nuestros clientes con nuevos productos y las mejores soluciones para la construcción del futuro:

Lafarge Cementos

WWW.LAFARGE.CL

 **LAFARGE**

damos *vida* a los materiales™



Facilidad de
puesta en obra

Disminución de
puntos de descarga

Relleno perfecto de cualquier
elemento a hormigonar

Sin
vibración

Supresión
de ruidos

Mayor rapidez
de ejecución

Perfecta planimetría
en losas y radieres

La diversidad del
Autocompactante

Obras Civiles | Pilotes | Vertical | Sobrelosas

Agilia® es un hormigón autocompactante creado para dar soluciones a las actuales exigencias que se presentan en la construcción.

 **Agilia**
HORMIGON EN MOVIMIENTO

Contacto **Cristián Romo** Product Manager

Fono (56 2) 367 8627 _Móvil (56 9) 9 888 2980 _E_mail: cristian.romo@lafarge.cl

WWW.LAFARGE.CL

 **LAFARGE**

damos *vida* a los materiales™



vinilit®

En Construcción
Canalizamos lo esencial de tu negocio



SUMARIO / N°64

ENERO 2009

18 / ARTÍCULO CENTRAL

PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN DE OBRAS CON TI

HAGA CLICK AQUÍ

La oferta de Tecnologías de la Información es variada. Aplicaciones para simular proyectos hasta en nueve dimensiones, escritorios virtuales y plataformas que integran especialidades, son sólo algunas de las soluciones que se aplican en planificación.

Empresas que ya han experimentado con estas herramientas relatan los desafíos y los reales beneficios.



10 / FLASH NOTICIAS

Noticias nacionales e internacionales sobre innovaciones y soluciones constructivas.

26 / HITO TECNOLÓGICO

MAPOCHO URBANO

Olor a limpio

El río Mapocho estará libre de aguas contaminadas en el 2009. Bajo tierra y mediante túneles se construye un colector interceptor de 28,5 km de longitud.

34 / ANÁLISIS

AISLACIÓN TÉRMICA

El clima y la construcción habitacional II

Se entregan recomendaciones prácticas para la construcción de viviendas en las distintas zonas climáticas del país.

38 / PROYECTOS DEL FUTURO

REMODELACIÓN PLAZA SOTOMAYOR, VALPARAÍSO

Con vista al mar

El proyecto de arquitectura remodela la plaza, restringiendo la circulación vehicular.

44 / ANÁLISIS

RECONSTRUCCIÓN A UN AÑO DEL TERREMOTO

Tocopilla se levanta

Las familias damnificadas ya escogen sus nuevas viviendas. Casas industrializadas que cumplen rigurosos estándares sísmicos, acústicos y térmicos.

48 / OBRAS INTERNACIONALES

EL ACERO EN EL MUNDO

Metal precioso

Grandes proyectos internacionales de impactante diseño se muestran en una reciente publicación del Instituto Chileno del Acero (ICHA).

52 / ANÁLISIS

PREVENCIÓN DE INCENDIOS

Protección de estructuras de acero

Conclusiones del ensayo de estructuras de acero a tamaño real.



56 / ANÁLISIS

TENDENCIAS EN NORMALIZACIÓN

Edificios inteligentes y sostenibles

Artículo sobre las normas técnicas para el diseño y ejecución de edificios sustentables.



60 / OBRAS INTERNACIONALES

ESTADIOS OLÍMPICOS, BEIJING

El equilibrio de la innovación

Análisis del Nido de Pájaros y Cubo de Agua

66 / ANÁLISIS

PREVENCIÓN DE RIESGOS EN EXCAVACIONES

Seguridad sin derrumbes

Las excavaciones exigen múltiples factores para no provocar accidentes.

70 / SCANNER TECNOLÓGICO

TENDENCIAS EN ASFALTO

Aumenta la velocidad

Hoy se observan variedades con color y drenantes.

76 / HITO HISTÓRICO

CASA SANTA ROSA DE APOQUINDO

Viaje en el tiempo

Esta casona cobró nueva vida gracias a un minucioso trabajo de recuperación.

82 / SOLUCIONES ENERGÉTICAS

AEROPUERTO DE SANTIAGO Y CLÍNICA AVANSALUD

Protector solar

Las edificaciones instalaron quiebravistas para aminorar las altas temperaturas.

86 / OBRAS INTERNACIONALES

OFICINA KPF

Diseño sin fronteras

De visita en nuestro país el arquitecto Luis Eduardo Carmona mostró algunos de los proyectos más emblemáticos de la prestigiosa oficina.

90 / ARQUITECTURA CONSTRUCCIÓN

EDIFICIO ENAP EN PUNTA ARENAS

Cofre de cristal

Una obra transparente creada para enfrentar el rigor del clima.

96 / REGIONES

TERMINAL GNL MEJILLONES

La energía del norte

En la II Región se construye la segunda planta de gas natural de Chile. Revista BIT fue testigo del hincado de los pilotes aguas adentro y de las obras civiles terrestres.

102 / SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

MEMBRANAS ESTRUCTURALES

Tensión creativa

Especialistas entregan sus recomendaciones para aplicaciones impecables.

108 / EVENTOS

111 / PUBLICACIONES Y WEB

NUESTROS AVISADORES

	Página
Aerolite S.A.	57
Aminfo Ltda.	21
Arauco Distribución	T2
Asfaltos Chilenos S.A.	69
Bitumix	73
CAP	T4
CDT	43
Cementos Búfalo	112
Cementos Búfalo	T3
Cemetos Bío Bío	65
Construmat	107
Duratec Vinillit	5
Emin Sistemas Geotécnicos	93
Estratos	95
Francisco Petricio S.A.	23
Grau S.A.	35
Henkel Chile Ltda.	81
Inchalam S.A.	55
Instapanel S.A.	33
Inversiones Hünnebeck Ltda.	55
Knauf	2
Klima Ltda.	71
Krings Chile	11
Lafarge Chile	3
Lafarge Hormigón	4
Lafarge Mortero	47
Leis Ltda.	79
Massonite Chile S.A.	85
Metecno S.A.	53
Nibsa S.A.	54
Peri Chile Ltda.	101
Pilotes Terratest	51
Plan Ok	17
Polpaico	1
Productos Cave S.A.	31
Química Latinoamericana S.A.	15
Química Latinoamericana S.A.	75
Romeral	41
Sherwin Williams	88
Sherwin Williams	89
Sergatex S.A.	105
Sika	47
Soinsa	99
Vidrios Dell Orto S.A.	9
Volcán	59
Xella Chile	37

COMITÉ EDITORIAL

PRESIDENTE

JUAN CARLOS LABBÉ R.

ANDRÉS BECA F.
BERNARDO ECHEVERRÍA V.
JUAN CARLOS LEÓN F.
HERNÁN LEVY A.
ENRIQUE LOESER B.
HORACIO PAVEZ A.
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.
DANIELA MALDONADO P.
NICOLE SAFFIE G.
PATRICIA SÁNCHEZ R.
GERALDINE ORMAZÁBAL N.

CONTROL DE GESTIÓN

PAULINA TORRES A.

EJECUTIVAS COMERCIALES

MARÍA VALENZUELA V.
MONTSERRAT JOHNSON M.
PAULINA GARCÉS T.

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 PUERTO MADERO

E-MAIL

BIT@CDT.CL

WWW.REVISTABIT.CL

NUEVAS OPORTUNIDADES

En la editorial del número anterior planteamos el rol importante que puede cumplir la innovación en un escenario económico complejo. El tema no pierde vigencia porque los vaivenes financieros mantienen un marcado protagonismo, tanto en el quehacer cotidiano como al momento de tomar grandes decisiones. Es cierto, pero también es cierto que las oportunidades se multiplican. De hecho, cuando comenzamos a investigar el artículo central de esta edición sobre las Tecnologías de la Información (TI) en la coordinación y planificación de obras, los especialistas subrayaban que las crisis económicas representan una instancia ideal para invertir en estas modernas herramientas. ¿Cómo? Sí, tal cual. Estudios muestran que la aplicación adecuada de sistemas TI en la ejecución de proyectos optimiza la planificación, genera ahorros de costos y mejora la productividad. La conclusión se refleja en las palabras de una experta de una de las principales constructoras del país, quien no titubió en señalar en un reciente encuentro que: "Es un momento para madurar, para preocuparse por los procesos internos y para invertir pensando en el futuro". Y las TI revolucionan los procesos internos pero también apuestan a "cambiar el chip" de los profesionales más conservadores del sector, los que se aferran a los formularios impresos y a las tablas básicas de cálculo. Una oportunidad que no piensan desaprovechar algunas constructoras: "Estamos en un momento perfecto para invertir en tecnologías de la información. Habrá más tiempo y una mejor receptividad por parte de los trabajadores". Pero no sólo la innovación asume un rol clave, la capacitación también será una herramienta valiosa para enfrentar tiempos difíciles. Por ejemplo, la Cámara Chilena de la Construcción prepara un programa intensivo de perfeccionamiento para trabajadores del sector. Así, cuando la demanda crezca, la industria tendrá profesionales y obreros más preparados para enfrentar los nuevos desafíos.

Y hablando de oportunidades, la Revista BIT formó parte de una reciente misión tecnológica a China. Estuvo en los estadios olímpicos de Beijing, y observó en terreno la construcción de viviendas sociales y condominios de lujo. En Shangai, una ciudad que abruma con alrededor de 20 millones de habitantes, subió a uno de sus varios rascacielos, recorrió el puente de 32 km que une el continente con el nuevo puerto y recorrió las obras del renovado Aeropuerto de Hongqiao. La sensación tras el viaje se puede resumir en una frase del Director Comercial de ProChile en Shangai, Ernesto Lagos: "En cinco o diez años China estará a la vanguardia mundial en innovación y desarrollo". Entonces, habrá que seguir de cerca el proceso y detectar allí también nuevas oportunidades.

El Editor



DIRECTORIO CDT PRESIDENTE Claudio Nitsche M. | **DIRECTORES** Juan Carlos Labbé R., Manuel José Navarro V., Italo Ozzano C., Daniel Salinas D., Javier Hurtado C. y René Lagos C. | **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.



DELLORTO



Prefiere la Calidad y Protección de los Vidrios
Laminados Templados con Filtro UV DELLORTO

ANTI IMPACTO, ANTI BALAS, ANTI RUIDO

• TEL.: 562 - 751 1800 • WWW.DELLORTO.CL

Una empresa





REVESTIMIENTO DE POLIURETANO PARA PISOS

Un revestimiento durable y resistente, con alto contenido de resina, de color uniforme, que se basa en la tecnología de poliuretano/cemento disperso en agua adecuado para pisos sometidos a importantes cargas, alta abrasión y exposiciones químicas, se encuentra a disposición en el mercado.

Se utiliza en lugares donde existen condiciones extremas y donde el piso debe ser antideslizante en estado húmedo. Este revestimiento se utiliza principalmente para proteger los sustratos de hormigón, pero también en la mayoría de las superficies de acero que cuentan con una correcta base y preparación.

Entre sus ventajas destacan su rápido secado, su consistencia fluida, por lo que requiere menos trabajo de instalación que los revestimientos convencionales y no necesita imprimación del hormigón o capa protectora de sellado.

+ Información: Sikafloor®-20 N PurCem, www.sika.cl



GENTILEZA AEROPUERTO DE HEATHROW

MODERNO AEROPUERTO DE HEATHROW

Uno de los edificios más avanzados en diseño, tecnología e ingeniería en el mundo de los viajes aéreos y merecedor en 2008 del Premio que otorga el Royal Institute of British Architects (RIBA), es el que alberga la Terminal 5 (T5) ubicada dentro del complejo aeroportuario de Heathrow, en Londres, inaugurada a fines de marzo de 2008 para uso exclusivo de la línea aérea British Airways. Se trata de la construcción de una quinta terminal dentro de uno de los aeropuertos más concurridos de Europa. El proyecto ganador proyecta una capacidad de 30 millones de pasajeros al año. La oficina de arquitectura Richard Rogers Partnership (ahora RSHP) ganó el concurso para diseñar la T5.

El edificio tiene múltiples niveles. En sí mismo es ligero, espacioso (cabrían 50 canchas de fútbol dentro de los cinco pisos que lo conforman) y moderno; más de 30.000 m² de vidrio fueron utilizados para cubrir los 40 m de altura y 396 m de longitud de la fachada. Hoy el aeropuerto inglés se sigue ampliando, y contempla un plan de acción hasta el año 2012 con nuevas áreas de circulación para los pasajeros.

+ Información: www.heathrowairport.com

MICROTURBINAS MODULARES

Nuevos equipos que producen energía eléctrica y con mínimo mantenimiento, se encuentran disponibles para el sector. Se trata de Microturbinas que son sistemas de generación eléctrica concebidos para energía distribuida y cogeneración.

Funcionan con diversos combustibles: Gas Natural, Gas licuado (GLP) - Propano, Gas de pozos de petróleo o Plataformas Offshore, Diesel/Gas Oil, Diesel, Biogás. Entre las potencias disponibles están: Módulos de 30 Kw, 65 Kw, 200 Kw y 1.000 Kw. Modularmente se alcanzan potencias de hasta 4.000 Kw.

+ Información: Microturbinas Capstone, www.klima.cl



DISTINCIÓN A CENTROS COMERCIALES

Dos distinciones internacionales recibió la cadena de centros urbanos del país, Mall Plaza, de parte de la agrupación mundial de centros comerciales, la International Council of Shopping Centers (ICSC), por dos de sus proyectos: Mall Plaza Antofagasta y Aires de Mall Plaza Trébol.

El primero fue distinguido con medalla de oro, debido a la recuperación del borde costero de Antofagasta, a través del desarrollo de Mall Plaza Antofagasta (más información en Revista BIT N° 58, enero 2008, www.revistabit.cl), destacando su arquitectura, áreas verdes y espacios para parques y una completa oferta de productos y servicios para los habitantes de la Región. La segunda distinción recayó en el proyecto Aires de Mall Plaza Trébol en Concepción, que recibió medalla de plata. Este nuevo espacio fue premiado por su innovadora propuesta donde se ofrece al público las últimas tendencias en moda, diseño y tecnología.

+ Información: www.mallplaza.cl



K
KRINGS
CHILE

RAPIDEZ
SEGURIDAD
EFFECTIVIDAD

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

Av. Americo Vespucio Sur 80 Of. 32 - Las Condes
Fono: (56-2) 241 3000

Guillermo Schrebler
gschrebler@krings.cl

WWW.KRINGS.CL

BICENTENARIO PREMIA OBRAS DEL SIGLO XX

Tras un año de trabajo seleccionando las mejores obras construidas en Chile entre 1910 y 1960, la Comisión Bicentenario junto a la Cámara Chilena de la Construcción (CChC); el Colegio de Ingenieros; el Colegio de Arquitectos y la Asociación de Oficinas de Arquitectura (AOA), establecieron el listado de obras distinguidas el pasado 11 de diciembre.



Los 18 nominados son: Edificio Santander ex Anglo Sudamericano (RM); Edificio Consejo Nacional de la Cultura y las Artes ex Correo de Valparaíso; Acueducto Laguna Negra (RM); Complejo de Agua Potable Las Vizcachas (RM); Molo de Abrigo Puerto de Valparaíso; Estadio Nacional (RM); Escuela de Derecho, Universidad de Chile (RM); Hotel Cap Ducal de Viña del Mar; Club Hípico de Santiago; Instituto de Biología Marina de la Universidad de Valparaíso; Santuario Nacional de Nuestra Señora del Carmen de Maipú (RM, en la foto); Campus Universidad Técnica Federico Santa María (Región de Valparaíso);

Plaza Sotomayor de Valparaíso; Campamento Minero Sewell (Región del Libertador Bernardo O'Higgins); Campamento Petrolero Cerro Sombrero (Región de Magallanes y Antártica Chilena); Conjunto Barrio Cívico de Santiago (RM); Eje Nueva York-La Bolsa (Región Metropolitana); Eje Cívico Campus Universidad de Concepción (Región del Bío-Bío).

+ Información: www.chilebicentenario.cl

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE RILES

Proteger las reservas de agua es prioridad en la protección del medio ambiente, más aún en vista de un desarrollo sostenible. Por lo mismo, resulta trascendental transformar el tratamiento de los Residuos Industriales Líquidos (RILES) en un proceso más simple y rentable. La propuesta de una empresa nacional consiste en un sistema de tratamiento de riles que optimiza el proceso de la cadena de tratamiento del agua. El invento ayuda a reciclar el agua de desecho, sin utilizar químicos en el proceso de purificación y extracción de contaminantes, sean estos residuos líquidos industriales o producto de actividades humanas.

+ Información: **Electroril®, Inversiones Oro Azul Ltda., empresa incubada en el Instituto 3IE, www.3ie.cl**

REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA EVAPORADA

DICTUC y DuPont Chile premiaron el proyecto "Save Aqua Tech", en el marco del concurso "Negocios de Innovación Tecnológica DUPONT - DICTUC 2008". El equipo ganador, compuesto por Cristián García, Ingeniero Industrial Mecánico de la Universidad Católica de Chile y Gonzalo Tomasello, Ingeniero Químico de la Universidad Católica de Valparaíso, inventó un producto flotante (con características similares a la espuma de mar), que cubre los cuerpos de agua (estanques, embalses y lagunas) creando una membrana que separa el agua del aire, reflejando la radiación solar y limitando así la evaporación natural. Se espera que el invento sea de gran utilidad para las industrias que utilizan el agua en sus procesos, como por ejemplo la minería.

+ Información: www.dictuc.cl

PROYECTOS CHILENOS SUSTENTABLES

En México se celebró la premiación de la versión Latinoamericana del concurso Holcim Awards, representado en Chile por el Grupo Polpaico, donde por primera vez fueron distinguidos proyectos desarrollados por profesionales chilenos, entre 570 iniciativas presentadas en toda la región.

El arquitecto Alberto Fernández y la diseñadora industrial Susana Ortega, obtuvieron el primer lugar en la categoría "Next Generation" con su concepto de "Torre de niebla para desarrollo agrícola", que busca recoger la camanchaca y utilizarla en la zona del Huasco para los cultivos agrícolas, respondiendo así a una necesidad de la zona.



En tanto, el arquitecto René Mancilla Campuzano fue reconocido con el Holcim Award Acknowledgement, en la categoría principal por su proyecto "Reconstrucción post terremoto: San Lorenzo de Tarapacá".

+ Información: www.holcim.com/cl



EDIFICIO DUOC ANTONIO VARAS

El edificio corporativo de DuocUC levantado en la sede Antonio Varas, triunfó en el World Architecture Festival de Barcelona, España, certamen donde obtuvo el primer lugar en la categoría oficinas, gracias a su concepto arquitectónico, desarrollado por la oficina de Arquitectura Sabagh Arquitectos.

Ubicado en Avenida Eliodoro Yañez 1595, el proyecto cuenta con 12.800 m² distribuidos en 15 pisos y dos subterráneos, construido de una estructura de hormigón armado, con una doble piel vidriada. Contempla espacios destinados a casino, biblioteca, laboratorios y talleres informáticos, salas de conferencia y multiuso, oficinas, y un Centro de Vinculación Empresarial que integra a importantes empresas. Revista BIT, en su edición de marzo de 2009, publicará un reportaje sobre los desafíos técnicos que encerró el diseño y construcción del edificio.

+ Información: www.duoc.cl; www.worldarchitecturefestival.com

PAVIMENTO ARQUITECTÓNICO

Este pavimento aprovecha y potencia las características de los áridos y las emplea para entregar una amplia variedad de texturas, terminaciones y colores que sin duda serán un gran aporte para cualquier proyecto. Cuenta con múltiples características entre las que destacan su homogeneidad de terminación y la flexibilidad que permite para desarrollar diseños de formas irregulares. Asimismo, entrega opciones de paños de pavimentos de mayor tamaño en comparación con elementos prefabricados, lo que potencia su característica estética. Diversas son las áreas de su aplicación, como plazas, veredas, exteriores de edificios, pavimentos decorativos, ciclovías, estacionamientos y parques.



+ Información: Artevia Piedra Vista, www.lafarge.cl

LEY DE ASCENSORES

Cerca de veinte mil ascensores, que componen el sistema de transporte vertical en Chile, quedarán resguardados con el nuevo marco legal que incorpora exigencias para la instalación y mantención de estos medios de transporte. La Ley 20.296, publicada en el Diario Oficial el 23 de octubre pasado, precisa que los ascensores, tanto verticales como inclinados o funiculares, montacargas y escaleras o rampas mecánicas, que se ubiquen en edificios privados o públicos, deberán ser instalados y mantenidos de acuerdo a las especificaciones técnicas de sus fabricantes y a las disposiciones de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Según estimaciones de expertos, un 40% de los ascensores son de alto tráfico, es decir, corresponden a edificios públicos, hospitales, clínicas y edificios corporativos, los que pueden llegar a hacer unos 1.800 viajes en sólo un día.



+ Información: www.minvu.cl, www.iconstruccion.cl

APOYO DE PROYECTOS SUSTENTABLES

El Centro de Estudios de Recursos Energéticos y la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Magallanes, están desarrollando y apoyando numerosos proyectos en esta línea de investigación. Uno de ellos es el "Desarrollo de Estación de Campo para Investigaciones Socio-Ecológicas de Largo Plazo", en Puerto Williams, XII Región.

El requerimiento del cliente, la Fundación OMORA, era un edificio con condiciones especiales, dada su intensiva y continua actividad de investigación desarrollada en la zona de la Reserva Mundial de la Biósfera "Cabo de Hornos". El proyecto involucra cerca de 200 m² interiores construidos con módulos de oficinas, laboratorios y otras dependencias. El diseño responde al intento de disminuir el uso de leña en calefacción. Lo anterior, se logra incorporando criterios climáticos al diseño de la edificación, tales como la orientación eficiente y el uso de materiales de alta inercia térmica.

+ Información: www.umag.cl, www.omora.org



ESTUCOS DE DISEÑO Y PROTECCIÓN

Son revestimientos continuos que cumplen una doble función: protección y estética de muros y cielos. Antiguamente hechos de polvo de mármol y hoy de polímeros acrílicos, están elaborados con cargas minerales, pigmentos orgánicos e inorgánicos y aditivos químicos que aseguran la estabilidad y conservación del producto.

Es un material de alta resistencia y aplicable tanto en interiores como en exteriores. Es ignífugo, antiestático y libre de plomo. Posee un alto grado de elasticidad, que contribuye a resistir los movimientos del soporte sin que se altere el revestimiento.

Entre sus múltiples tipologías, se logran terminaciones opacas, semibrillantes y brillantes, según el estilo de la decoración, con efectos marmolizados, cristalizados, envejecidos, veteados, texturizados, entre otros. Se aplica sobre estucos, vinilo, concreto, revoque, yeso, madera, fibrocemento, prefabricados y sobre todo pinturas en base agua y sintéticos.

+ Información: www.ruzo.cl; www.estucovenecianochile.blogspot.com



TERCER ENCUENTRO MANDANTE CONTRATISTA

Las principales debilidades y vacíos en contratos de construcción fueron analizadas por prestigiosos expertos en la tercera versión del Encuentro Mandante Contratista, realizado el 2 de diciembre con la organización de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC).



Karin Helmlinger, directora ejecutiva del Centro de Arbitraje y Mediación (CAM) Santiago, mostró cifras que reflejan lo que ocurre en el sector en el ámbito de los conflictos contractuales. A continuación y mostrando la reali-

dad inglesa en este ámbito, Germán Millán, Associate Director Turner & Townsend, destacó que el marco contractual no garantiza el éxito de un proyecto. Por su parte Andrés Navarro, de la gerencia de proyectos de POCH Ingenieros, aclaró que entre mandantes, contratistas y trabajadores hay una relación de desconfianza en los contratos, lo que hace indispensable convenir los riesgos que asumirá cada parte.

El encuentro concluyó con un panel moderado por el comunicador Nicolás Vergara (foto). La conclusión fue compartida: Cuando se entra en un conflicto, ambas partes salen perdiendo. La buena fe y una relación de confianza facilitarán contratos apropiados para la realidad.

+ Información: www.mandante-contratista.cl

PROMOCIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

La Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la CChC, resultó beneficiada con el proyecto Nodo Tecnológico: "Fortalecimiento de redes tecnológicas y capacidades del sector solar térmico, como respuesta a las necesidades energéticas de Chile", en el marco del concurso Fortalecimiento de la Capacidad de Difusión y Transferencia Tecnológica de Innova Chile y del plan de promoción de la energía solar térmica del Gobierno y que involucra subsidios y créditos blandos.

La iniciativa permitirá a la CDT apoyar el mejoramiento de las capacidades de las empresas del sector solar térmico, respondiendo de mejor manera a las necesidades energéticas actuales de nuestro país.

+ Información: sustentable@cdt.cl, solar@cdt.cl



CERCHA VIBRADORA PARA PAVIMENTOS

Una nueva cercha vibradora de acero se aplica en la fabricación de pavimentos de hormigón, cuando se exige cumplir con índices específicos de alta tolerancia (números F). Este equipo presenta dos opciones de huinches para el avance de la cercha. La opción manual y la opción hidráulica, esta última de gran rendimiento y que acciona la regla con suavidad sobre el vertido para obtener un acabado uniforme y controlado. Para las reglas existen varias opciones de motor y para cualquier operación de acabado de pavimentos. Presentan un sistema de desconexión rápido y cojinetes engrasables reemplazables.



Hay de diversas longitudes, dependiendo de las necesidades de la obra. Para alcanzar el largo requerido se van uniendo las secciones, que vienen en distintas medidas y pesos.

+ Información: Cercha Vibradora de Acero ALLEN, www.leis.cl



RESTAURAN MONUMENTOS PORTEÑOS

Entre agosto y noviembre, las primeras "Patrullas Patrimoniales" restauraron emblemáticos monumentos de Valparaíso, iniciativa liderada por DuocUC, el Municipio de Valparaíso y la empresa Ultraport. Esta "patrulla" estuvo formada por 70 estudiantes de 12 colegios municipales de la ciudad, quienes fueron guiados por alumnos y docentes de la carrera de Técnico en Restauración de DuocUC Sede Valparaíso.

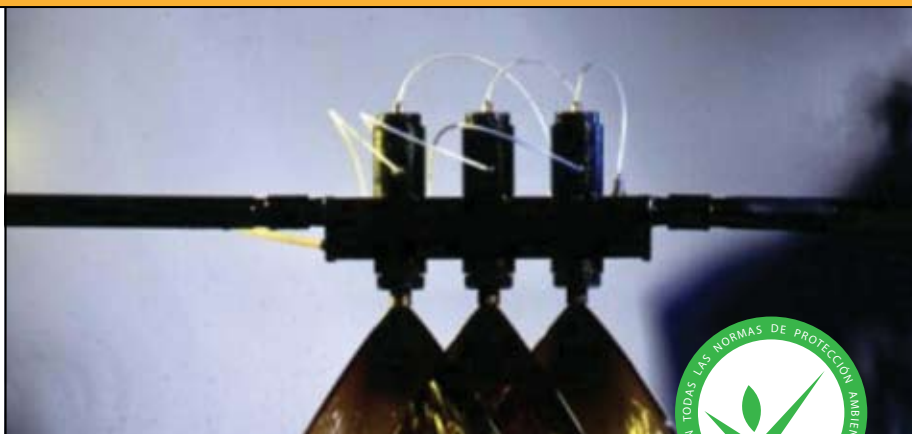
Dos monumentos fueron restaurados: el Arco Británico (en la foto) y Mártires del Cuerpo de Bomberos. La iniciativa busca también formar a los jóvenes para que valoren y protejan el patrimonio de su ciudad.

+ Información: www.duoc.cl

QL - PRIME

LA EMULSIÓN IMPRIMANTE DE QLSA

Química Latinoamericana S.A. después de un exhaustivo proceso de investigación y desarrollo, siempre comprometido con el medio ambiente y la innovación tecnológica ha desarrollado la emulsión imprimante QL-PRIME. Las características de nuestro producto garantizan un óptimo funcionamiento en la imprimación de bases estabilizadas, y cumplen con todos los requerimientos técnicos nacionales e internacionales, incluyendo además todas las virtudes de ahorro energético y cuidado del medio ambiente.





CONCURSO CAP DE ARQUITECTURA

En la XXII versión del Concurso CAP para Estudiantes de Arquitectura, el anteproyecto ganador recayó en un grupo de estudiantes de 5º año de arquitectura de la Universidad de Santiago (USACH), con su proyecto "Centro Ferial Internacional de Santiago".

Este año se recibieron 37 anteproyectos de más de 25 universidades, donde el tema a desarrollar era el de un "Centro Ferial". Fue así como la propuesta ganadora combinó los conceptos de espacios públicos y privados, entregando a la ciudad un lugar donde se desarrollen múltiples actividades, como realizar negocios, exposiciones, etc.

El segundo lugar recayó en la Universidad Mayor, con su proyecto "Ruta 68-Pudahuel" y el tercer lugar en tanto fue para la Universidad de Valparaíso, con el anteproyecto "Parque Las Cenizas entre Valparaíso y Viña del Mar".

+ Información: www.cap.cl

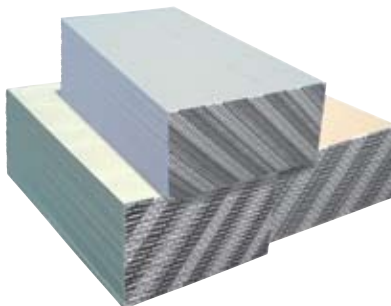
NUEVA PLACA DE YESO-CARTÓN

En respuesta a las exigencias del mercado, una empresa presenta una nueva placa de yeso- cartón, de gran resistencia a golpes, fuego y humedad.

Existen dos variedades, una conformada por un núcleo especial de yeso que logra un mejor comportamiento al impacto, característica que la hace ideal para ser especificada en los recintos que quedan expuestos a golpes o flujo constante de personas.

Adicionalmente, ayuda a obtener la misma resistencia al fuego de un sistema constructivo a base de placa de yeso- cartón, con menor espesor. Así también otorga una mayor aislación acústica, aumentando los dB de aislación entre recintos.

La segunda placa posee las mismas características que la anterior, pero además es resistente a la humedad. Estas características hacen que sea ideal para usarla en hospitales, colegios, centros comerciales, entre otros.



+ Información: Duragyp ST y Duragyp Hidro, www.romeral.cl

EMPRESA CHILENA CERTIFICADA

Tras un proceso de certificación durante tres años, en conjunto con Asimet, las Autoridades de Salud del Ambiente y el Consejo Nacional de la Producción Limpia, se le entregó a la empresa Nibsa S.A., el Certificado de Producción Limpia.

Nibsa, es la primera y única empresa chilena con fundición de bronce, del rubro, en obtener esta certificación. Sus instalaciones fueron visitadas por las autoridades antes mencionadas y auditadas bajo normas ambientales Nch 2796, Nch 2797, Nch 2807 y Nch 2825. Esta certificación garantiza que como empresa fabricante da cumplimiento a las metas y acciones de Residuos Industriales Sólidos, establecidas en el Acuerdo de Producción Limpia de Fundiciones Sector Metalúrgico.

+ Información: www.nibsa.com



NUEVO CONCEPTO INMOBILIARIO

Marbella se expandirá en el 2009 con una nueva tipología arquitectónica, organizada en baja altura, mínima densidad y con un paisajismo sin precedentes en la costa central.

Se trata de un proyecto de 14 "Town Houses", cuya arquitectura está a cargo de la oficina Blanco Andrade Arquitectos, y que estará inserta en 22 mil m² de jardines. Son casas de dos pisos que gozan de todas las ventajas de vivir en una comunidad de departamentos. Tendrán entre 177 y 212 m² de superficie y sus valores irán entre 8 mil a 12 mil UF. Esta nueva etapa se empezará a construir el primer trimestre de 2009 y se entregará el 2010. Involucra 7.000 m² y una inversión de US\$ 11 millones.

+ Información: www.marbella.cl

¿Se siente identificado con estos problemas?

PVI solución **web** de planOk para administrar la postventa inmobiliaria.



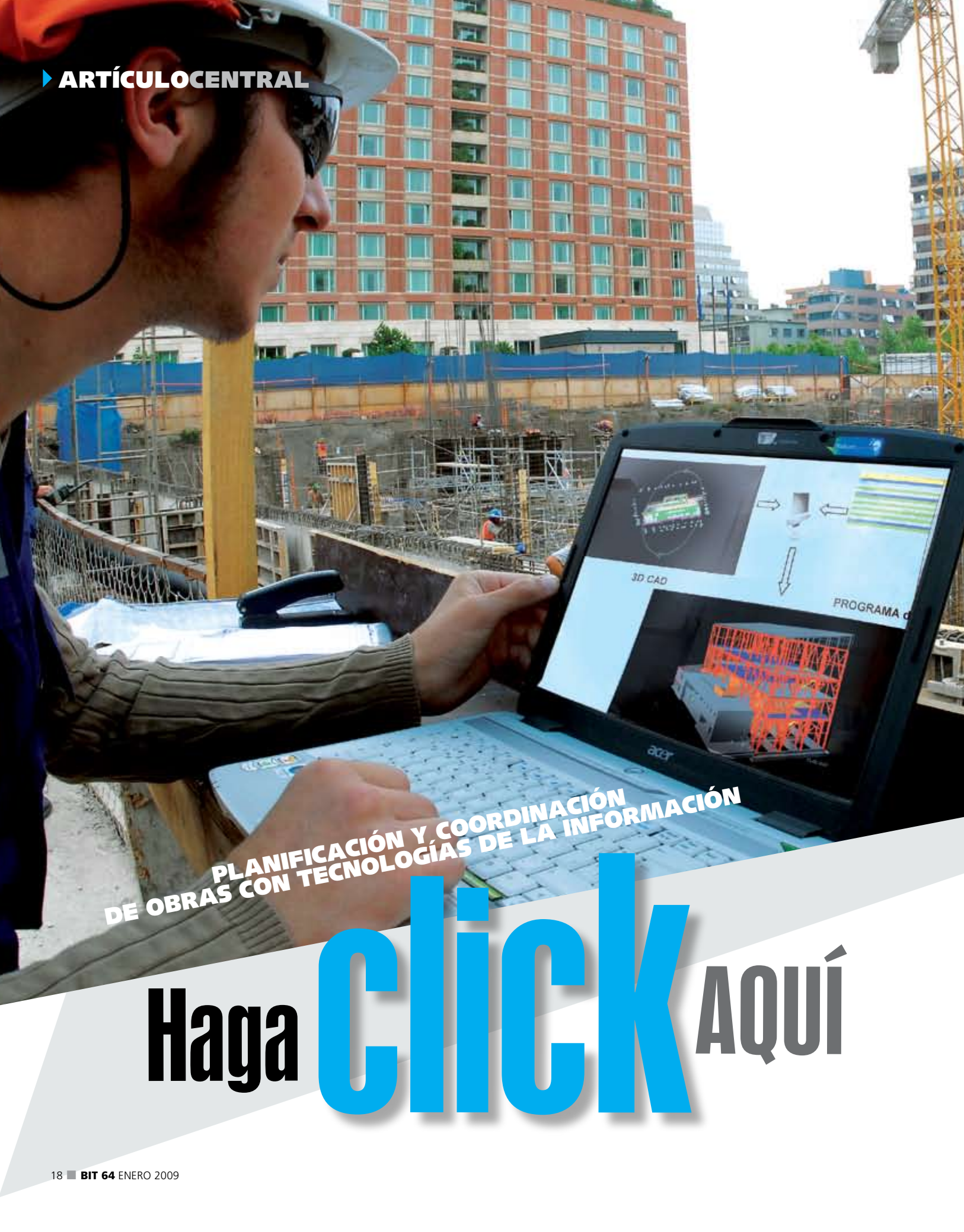
Nuestros clientes ya no...



- Gestión centralizada de los reclamos, desde la recepción hasta la conformidad.
- Reportes y estadísticas en tiempo real.
- Alertas para una gestión oportuna.
- Información instantánea sobre la situación del cliente y sus reclamos.
- Cierre formal de los reclamos.



(56-2) 439 69 00 www.planok.com



PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN
DE OBRAS CON TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Haga **click** AQUÍ



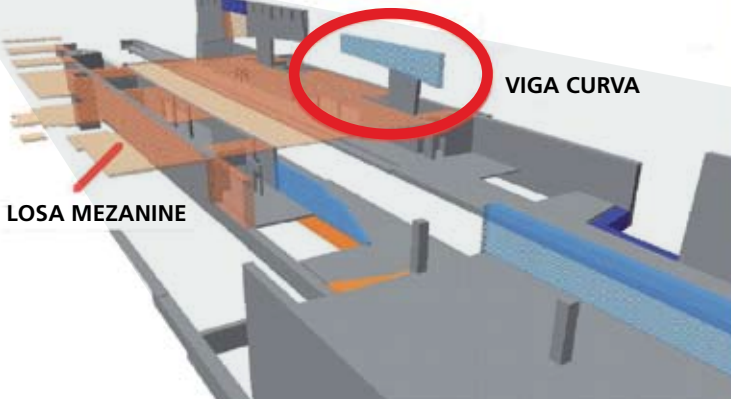
DANIELA MALDONADO P.
PERIODISTA REVISTA BIT

N O ES NINGÚN misterio que el sector y la economía mundial atraviesan por un momento complicado. Las grandes interrogantes se centran en

cómo disminuir los costos y aumentar la productividad. Paralelamente, varios sondeos demuestran que una de las principales debilidades de los profesionales de obra, está en la manera en que planifican y coordinan las faenas (Revista BIT N° 61, Pág. 20). En este contexto, la sentencia de los especialistas es clara. Este es un buen momento para que las empresas se atrevan y apliquen Tecnologías de la Información (TI) en sus procesos de planificación. Si hay más tiempo disponible será más simple la implementación de nuevos mecanismos de trabajo (ver recuadro ¿Por qué invertir en tecnología hoy?). Decirlo suena fácil, pero otra cosa es llevarlo a la práctica. Los beneficios pueden ser enormes, pero las pérdidas por una mala aplicación serán devastadoras, dicen los especialistas.

Y los desafíos no son pocos. “La tendencia debe ir hacia la utilización de sistemas de información que integren los software administrativos contables (ERP), con las necesidades de las obras, incorporando la planificación y el control de las actividades. Pero para esto debe haber un cambio cultural al interior de las empresas”, subraya Juan Carlos León, gerente general de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC). Hay mucho por hacer y las cifras lo corroboran, según el Estudio Nacional sobre Tecnologías de Información (ENTI-2008), realizado

La sentencia de los especialistas del sector es unánime: hoy es un buen momento para que las empresas apliquen tecnologías de la información (TI) en la planificación y coordinación de proyectos. Y es que la productividad, la eficiencia y el ahorro que ofrecen las TI, resultan las prioridades que se persiguen en estos días. La oferta es variada. Aplicaciones para simular proyectos hasta en nueve dimensiones, escritorios virtuales y plataformas que integran especialidades, son sólo algunas. Empresas que ya han navegado por estas aguas —o más bien por este espacio— relatan los desafíos y los reales beneficios. Analice y luego decida el sitio más apropiado para hacer click.



LOSA MEZANINE

VIGA CURVA

La modelación multidimensional permitió hacer un seguimiento y un control visual de la obra gruesa de la Estación Américo Vespucio del Metro. En la imagen se observa el análisis de una posible interferencia detectada.



GENTILEZA GEPUC

por el Centro de Estudios de Tecnologías de Información de la Universidad Católica (CETIUC), la inversión en TI como porcentaje de facturación en el sector construcción es de 0,4%, inferior al promedio de las empresas en Chile (2,28%) y de los países desarrollados (4,6%).

Hay distintos sistemas de TI aplicados en la planificación y coordinación de proyectos. Y nada mejor que analizarlos a través de casos concretos. Tal cual, porque cada necesidad requiere de una solución particular. Así, sin intermediarios, de estas experiencias reales se desprenden desafíos, fracasos y beneficios. Todo a un click de distancia.

Simulación grado 9: Modelo Multidimensional

En 2005 y una vez adjudicada la construcción de la Estación Américo Vespucio de la Línea 2 del Metro, la empresa Desco Precon Salfa (DPS) contrató al Centro de Excelencia en Gestión de Producción de la Universidad Católica (GEPUC) para desarrollar un modelo digital del proyecto como herramienta de planificación. Para esto, se entregaron alrededor de 200 planos físicos y una carta gantt que contenía la programación. En base a esta información profesionales de GEPUC elaboraron un modelo multidimensional, donde no sólo se consideró el espacio en tres dimensiones, sino que se agregó el tiempo (4° dimensión), la secuencia constructiva y estrategia de ejecución (5° dimensión), la cu-

bicación y cantidades de obra (6° dimensión), el costo (7° dimensión), la seguridad (8° dimensión) y el historial de desempeño (9° dimensión). Para elaborar el modelo se utilizaron software comerciales, entre los que se encuentran Autodesk Architectural Desktop (ADT), Primavera Project Planner® (Primavera P3), SmartPlant Review (SPR) y Microsoft Access, entre otros.

Las cubriciones se exportaron al software de hoja de cálculo donde se hizo un ordenamiento por actividades del proyecto, las que luego fueron cargadas, junto con los costos, en el software de planificación y control. La dimensión del tiempo se vinculó a las fechas de inicio y término de las actividades del programa de construcción con los elementos del modelo digital 3D. Así, se visualizó tridimensionalmente, a través de colores y texturas, el desarrollo de las actividades.

“Esta herramienta se utilizó durante la etapa de obra gruesa y una parte de las terminaciones, permitiendo una buena planificación de obra. Las entradas de los subcontratistas se hicieron a tiempo, generando eficientes relaciones con ellos y además se cubrió con gran precisión”, destaca Raimundo Leschot, gerente de operaciones de la empresa constructora DPS. Por su parte Luis Fernando Alarcón, director de GEPUC, destaca algunos de los beneficios obtenidos en la etapa de obra gruesa con cada una de las dimensiones:

- Las primeras 3 dimensiones lograron ob-

tener un mayor grado de eficiencia en la comunicación y entendimiento entre los diversos participantes del proyecto.

- La incorporación del tiempo facilitó la detección de elementos no planificados del proyecto. Por ejemplo, se localizó un período en el que la empresa de hormigón tendría problemas para cubrir todas las necesidades, por lo que se efectuaron las coordinaciones e implementaron las medidas necesarias para superar esa circunstancia.

- La estrategia de ejecución incluida en el modelo 3D aumentó el nivel de velocidad y calidad en el proceso de toma de decisiones.

- Con la incorporación de las cantidades de obra, como 6° dimensión, se logró un mayor nivel de precisión gracias a las cubriciones extraídas del modelo.

- Se llegó a un mayor grado de eficiencia en el manejo de los costos de la obra.

- Se obtuvo un mayor nivel de predicción de las situaciones riesgosas en el proceso de toma de decisiones utilizado por el prevencionista de riesgos.

- Finalmente, el historial de desempeño proporcionó información descriptiva, porcentajes de avance e informes de causas de no cumplimiento de las actividades.

La empresa DPS evalúa positivamente la experiencia, sin embargo consideran que no se explotó al máximo la herramienta tecnológica. “No aprovechamos todo el potencial de la modelación multidimensional, porque no destinamos a un profesional nuestro a actua-

lizar el modelo en obra todos los días. Igualmente, las empresas deben ir dando pasos y éste fue un avance para nosotros”, concluye Raimundo Leschot.

www.dps.cl; www.gepuc.cl

Modelo de Diseño Virtual

Hace aproximadamente dos años, el arquitecto Luis Villanueva comenzó a buscar una nueva herramienta. Consideraba que existía una gran cantidad de información relacionada con el diseño, que no era comprendida a cabalidad por los mandantes y los profesionales a cargo de la planificación. Esto se traducía en pérdidas de tiempo y errores en obra. Finalmente, un mandante dio el impulso para trabajar con un sistema novedoso. El grupo Falabella solicitó que uno de sus nuevos supermercados Tottus se diseñe con el software Revit® Architecture de Autodesk. Esta herramienta crea un modelo que posee información detallada de cada elemento que lo conforma. El software ofrece tablas de

planificación, planos de dibujo, vistas 2D y 3D, las que son presentaciones directas de información procedente de una base de datos a la que acceden los distintos profesionales involucrados. Cada especialidad inserta su proyecto, y el software coordina automáticamente los cambios en todas las representaciones.

La asociatividad bidireccional integrada asegura que cualquier cambio introducido se refleja en todo el modelo, mientras que los parámetros ofrecen un sistema gráfico abierto para conceptualizar y expresar la intención

de diseño detallada.

Hay más. Se obtiene información sobre el alcance, la planificación y el presupuesto, el análisis exacto de los materiales y las cantidades. “Esta herramienta, además de integrar a todas las especialidades, permite que los mandantes y participantes no técnicos, visualicen y revisen fácilmente el diseño. Además, la comprobación de interferencias detecta colisiones entre los elementos del modelo, estableciendo prioridades antes del comienzo de obra”, destaca el arquitecto Luis Villanueva.

Distintos estudios demuestran que el cumplimiento de la planificación aumenta la productividad. Y ésta es justamente una de las debilidades observadas en los profesionales de obra. Por eso es tan importante revisar los procesos y atreverse a cambiarlos.

BIT 64 ENERO 2009 ■ 21

TECNOMETAL 4D

Software para diseño de estructuras metálicas de cualquier tipología

- Funciona sobre AutoCAD.
- Resuelve de uniones de todo tipo.
- Librerías de perfiles, uniones, pernos.
- Generación de planos detallados para fabricación.
- Marcaje de piezas generando archivo CNC para corte con máquinas.

VERSION
2009



Steel&graphics

Disponible versión Evaluación
y Manuales de Usuario

Distribuye
Aminfo Ltda

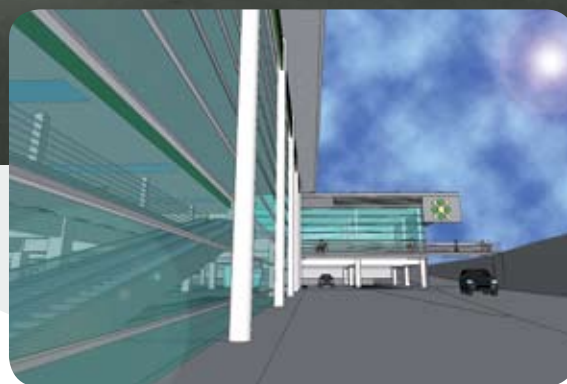
Huelén 224 of 201
Providencia
Santiago

(2)3749980
steelgraphics@aminfo.cl
www.aminfo.cl



GENTILEZA LUIS VILLANUEVA ARQUITECTOS LTDA.

Modelos virtuales desarrollados para el grupo Falabella por la oficina Luis Villanueva Arquitectos Ltda.



Pero esto no es todo. También utilizan el sistema Sketchup™ de Google, compatible con Revit® y con el que se pueden hacer animaciones y recorridos virtuales por el proyecto. La ventaja consiste en extraer imágenes para mostrar en obra, ayudando a la comprensión cabal en terreno, relata el arquitecto.

Hoy el diseño del supermercado Tottus está listo. Los plazos se cumplieron y se calculan ahorros en torno al 30% en recursos y tiempo. Varios desafíos se superaron. “Lo más difícil fue cambiar el switch y comprender que se estaba trabajando de manera diferente, con una nueva estructura. En vez de hacer varias versiones de planos, se parte con un modelo, el que se va complementando con información. Además, la reunión con los distintos involucrados no se realiza en una oficina, todo se hace por Internet”, relata Villanueva. El profesional calcula que en los próximos cuatro proyectos recuperará la inversión. Pero todavía queda camino por reco-

rrer, reconocen en la oficina. Falta resolver cómo verificar que la información actualizada del modelo, llegue correctamente a terreno. Esta situación requiere de un profesional en obra que maneje el software. Además, deben enfrentar un período de transición, usando paralelamente sistemas tradicionales de dibujo y los programas de modelación, mientras otros clientes y profesionales descubran los beneficios y cambien su chip.

www.autodesk.es

Integración total

Para el año 2000, la empresa Besalco intentó poner en práctica una herramienta tecnológica que automatizara los procesos de la empresa. La implementación no fue exitosa y la inversión se perdió completamente. Pero la necesidad de cambiar ya estaba instalada. Con el aprendizaje a costas, en 2002 volvió a la carga y con más fuerza. La idea era integrar en un solo software todos los programas que empleaba la empresa, ya sea en contabi-

lidad, estudios, presupuestos y planificación de obras, entre otros. Tras una serie de análisis, se optó por el software Fin700.

Antes de implementarlo, la empresa se preparó por aproximadamente siete meses. Durante este lapso, se hizo un estudio detallado de todos los procedimientos de cada área. Así, la instalación del software tomó sólo un mes. Un cambio de verdad. Los trabajadores de Besalco acceden a través de un usuario y una contraseña. Hoy ya no se aceptan otros programas o papeles impresos y el presupuesto está integrado al sistema. “Este nuevo sistema nos ahorra costos y tiempo. Antes había que esperar hasta fin de mes para saber si una obra se ajustaba a su presupuesto, ya que en esa fecha, se ingresaban todas las facturas o entrega de material. Hoy todo está en línea y actualizado en tiempo real”, relata Carlos Toloza, principal ejecutivo de informática de Besalco.

Específicamente en planificación de obras, la herramienta otorga beneficios, comentan

profesionales de la empresa. Anteriormente la información de obra se ingresaba a computadores de manera local y con CDs o pen-drives se grababa la información, para posteriormente, acceder a Internet en algún lugar –fuera de la obra- para cargarla en un sistema. Esto generaba en algunas oportunidades errores y requería de un tiempo adicional. Con la nueva plataforma se considera Internet en todas las obras (incluso en las de más difícil acceso, donde se han conectado antenas satelitales), lo que favorece el ahorro del tiempo y una visualización actualizada de todos los procedimientos. La programación de la obra, por ejemplo, lleva un control de los materiales utilizados y alerta sobre faltantes. Además, como todas las obras están en línea, se puede coordinar el traspaso de materiales entre unas y otras. Idéntica situación sucede con la mano de obra.

Actualmente, con esta nueva modalidad existe un riguroso control de los costos. Antes de aplicar el programa, el administrador de obra tenía conocimiento solamente de los



SISTEMA DE COLABORACIÓN EXTREMA

Uno de los sistemas que actualmente se emplea en Estados Unidos e incipientemente en Chile, es el método de colaboración extrema. Nació en 1995, cuando la Nasa formó un equipo de diseño para mejorar los plazos y la calidad de las misiones espaciales. De 3 a 9 meses, el tiempo se redujo a 9 horas. La exitosa metodología entonces se llevó al ámbito de la construcción, donde se aplicó a través de sesiones, donde todos los profesionales involucrados en un proyecto comparten información, resuelven dudas y discuten soluciones, en una misma sala. La idea es que se forme grupos de discusión, y que los profesionales vayan rotando entre ellos. Las decisiones se van mostrando en pantallas de grandes dimensiones, cuyo sistema táctil (touch screen) permite hacer los cambios en su superficie. En Estados Unidos han logrado reducir los tiempos de diseño temprano de un proyecto de 9 meses a 1 semana. La clave está en disminuir los tiempos de espera que ocurren cuando se hacen consultas entre especialistas y mandantes. En nuestro país, actualmente se desarrolla un proyecto Fondef que contempla esta aplicación para diseñar casas de madera. Se han realizado dos sesiones “extremas” que han reunido a 20 participantes. En unos meses y una vez concluido el diseño, se conocerá el ahorro de tiempo. www.gepuc.cl

La empresa FRANCISCO PETRICIO S.A. presente en el mercado nacional desde hace 90 años ha revolucionado el mundo de la construcción importando sistemas para tabiques y muros de construcción liviana, con placas como Durock y Fiberock, fabricadas en EE.UU. por la empresa USG Internacional.

Estas placas cubren con gran éxito los requerimientos técnicos y de funciones en áreas comerciales, de salud, educación y vivienda, ya que se realizan con faenas secas que dan rapidez a la construcción cumpliendo con un alto standard.

Estos sistemas son sísmicos, resuelven los problemas de fisuras en las uniones de placas, tienen un buen comportamiento acústico, térmico, a la humedad y al fuego.

Todos estos elementos brindan un gran confort a las obras ejecutadas tales como:

- Megalider La Dehesa
- Mall Portal La Dehesa
- Mall Sport
- Mall Quilpué
- Edificio de enlace Alto Las Condes
- Supermercados Bigger Valdivia-Frutillar

- Lider La Reina
- Hospital de Temuco
- Hospital Victoria
- ACHS
- Viña San Pedro - Viña Undurraga
- Universidad de Los Andes
- Colegio San Francisco de Asís
- Conjunto habitacional Huechuraba

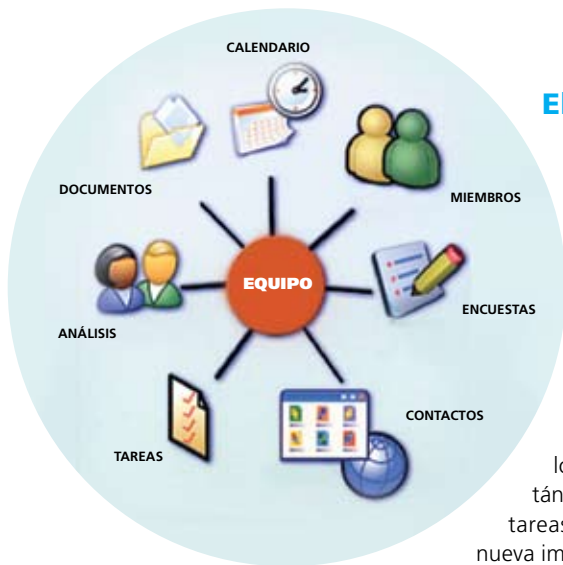
La **PLACA DUROCK** es una placa de cemento Portland con malla de fibra de vidrio. Modulación 1,22 x 2,30. Espesores 1/2" y 5/8". Para áreas de gran humedad y puede ser enchapada o pintada con pinturas elastoméricas.

La **PLACA FIBEROCK AQUATOUGH** interior es una placa en base a fibra yeso resistente al impacto. Puede ser pintada, empapelada o con cerámico. Modulación 1,22 x 2,3. Espesores 1/2" y 5/8"

LA PLACA FIBEROCK AQUATOUGH EXTERIOR

Esta placa sirve de sustrato para soluciones eifs que es un sistema de aislamiento por fuera que evita los puentes térmicos. Pintada con pinturas elastoméricas diferentes granos. Modulación 1,22 x 2,3. Espesores 1/2" y 5/8"





El manejo de oficinas virtuales permite observar en línea la programación, con la posibilidad de compartir información con los distintos profesionales de un equipo. Una correcta aplicación generará ahorros de hasta 20% en los costos de operación.

pagos realizados y en base a esto calculaba el presupuesto restante. Hoy el control es en línea, y el programa a través de alarmas rechaza el ingreso de una compra, si se excede el monto presupuestado.

Carlos Toloza, profesional que implementó esta plataforma, afirma que existen ciertas claves que aseguran el éxito de un sistema TI. Su distribución es la siguiente:

1) El 20% del éxito se basa en los usuarios. Ellos deben participar desde el principio para que entiendan que el cambio será beneficioso y que no se trata de una evaluación. Este fue uno de los errores cometidos el año 2000, ya que las personas no confiaron en el sistema y siguieron utilizando sus programas tradicionales.

2) El 16% está explicado por el apoyo de la gerencia general y de los gerentes de área. Si ellos no están comprometidos con el cambio, las tareas del día a día, imposibilitarán la nueva implementación.

3) El 14% está en el estudio del proceso del negocio. La informática y los sistemas de automatización requieren de procesos objetivos, claros y formalizados. Son fundamentales los estudios detallados que indiquen paso a paso quién envía la información, quién la recibe y cuál es el objetivo de esta transmisión de datos.

4) Otro 30% corresponde a la gerencia del proyecto desde el área de informática. Deben registrar cada avance, además de chequear que todo se realice como está planeado.

5) Sólo el 20% final está relacionado con el software seleccionado. Una cifra que destaca, sobre todo porque muchas veces se los culpa de los fracasos. Es importante que el software se adapte a la forma de trabajo de

la empresa y no al revés.

La recuperación de la inversión de este sistema de integración total se proyectó en tres años y está garantizada, afirman en la empresa.

www.besalco.cl

Oficina virtual y plataforma de negocio

En nuestro país existe una amplia oferta de software que aportan en la planificación y coordinación de obras. A continuación, hacemos un repaso por algunas de las soluciones que se encuentran actualmente en el mercado. Empezamos con el sistema Sherpoint y Office Project de Microsoft que dan vida a una plataforma de negocio dirigida a las empresas del sector construcción. Se trata de una oficina virtual a la que se accede a través de Internet y donde se manejan los documentos de un proyecto, localizados en un servidor remoto. "La idea es que un notebook con acceso a Internet sea su oficina. Con esta herramienta tendrá la posibilidad de estar conectado todo el tiempo, ya que la información está disponible para todos, lo que colabora en la planificación y en la toma de decisiones informadas", destaca Roberto Bussel, director ejecutivo de la Consultora de Negocios Tecno Link. La herramienta permite una retroalimentación entre especialidades, al dar la posibilidad de consultar dudas en línea. También entrega la alternativa de controlar a distancia a través de cámaras Web. Cada vez que se hace un cambio en algún documento, se activan alarmas. Además se pueden asignar tareas y nadie tiene la excusa de que no recibió el e-mail. Todo queda registrado y su gráfica, a través de colores, indica los estados de avance de la obra. Una implementación básica cuesta \$ 5 millones y se estiman ahorros de hasta un 20% en los costos de operación y de 4% en tiempo.

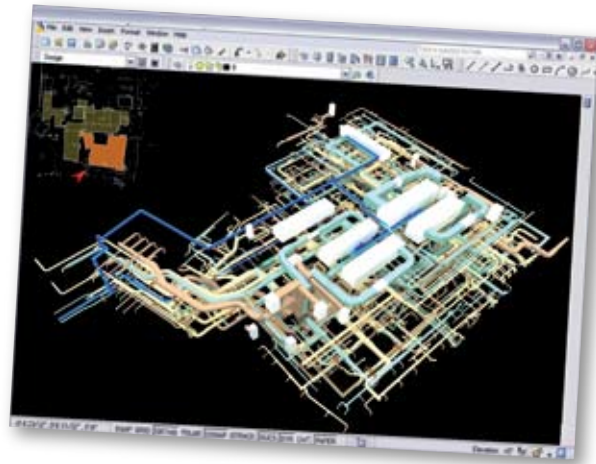
www.tecno-link.cl



¿POR QUÉ INVERTIR EN TECNOLOGÍA HOY?

Numerosos profesionales plantean que las crisis económicas se deben tomar como una oportunidad para replantearse cómo hacer mejor las cosas. En este contexto, estudios del GEPUC demuestran que una mejora en el cumplimiento de la planificación en 10 puntos, aumenta la productividad un 7%. Y las tecnologías de la información surgen como una buena alternativa de mejora. "Este es un momento para madurar, para preocuparse por los procesos internos y para invertir pensando en el futuro", comentó Alejandra Avendaño, jefa de sistemas de Salfacorp en un encuentro organizado por el Comité de Internet de la CChC y el Instituto de la Construcción (IC). Pero atención, que esta recomendación tiene matices. "Habrá algunas empresas que no tienen el respaldo económico para invertir en TI. Las que sí puedan hacerlo, deben aprovechar de revisar sus procesos ahora", sentenció Alejandro Fuller, gerente de tecnologías de la CChC. Apoyando esta idea, Ricardo Curimán, del área de informática de Echeverría Izquierdo, es más enfático: "Estamos en un momento perfecto para invertir en tecnologías. Habrá más tiempo y una mejor receptividad por parte de los trabajadores".

La construcción virtual, previa a la llegada a la obra, genera un ahorro de un 10% en los tiempos de ejecución.



Módulo Técnico de Proyectos

Una de las inquietudes que enfrentan los administradores de obra, al momento de planificar, es estar seguros que se trabaja con la última versión del proyecto. Para esto, se desarrolló una herramienta que almacena en línea la documentación técnica de los proyectos y a la vez la comparte con los participantes involucrados, ya sea arquitectos, inspectores, proyectistas, jefes de obra o por quien sea autorizado por el administrador. Los planos se consultan en pantalla o se descargan y/o imprimen. El módulo almacena organizadamente toda la documentación de respaldo del proyecto, ya sea estudios iniciales, factibilidades o anteproyectos y notifica automáticamente cuando hay una actualiza-

ción. El sistema automático de control de versiones permite compartir on-line, la última versión vigente de cada archivo aprobado por especialidad. Además, se almacenan documentos de respaldo tales como contratos, subcontratos, estados de pagos, órdenes de compra, facturas, cuadros comparativos, fotografías, ingresos, egresos y extras. Finalmente y mediante una clave de acceso, entrega al mandante toda la documentación as-built de la obra.

www.planok.com

Construcción Virtual

Utilizando tecnología BIM (Building Information Modeling) se pueden prever y solucionar, antes de comenzar las obras, diferentes complicaciones e interferencias que ocurren

entre las especialidades y la coordinación de documentos. Esto se realiza a través de la Construcción Virtual, la que incluye, además del modelo de todas las especialidades, la dimensión del costo (4D), es decir, la estimación de costos de la obra y la dimensión del tiempo (5D), la programación de la obra. En Chile, esta tecnología ya está disponible y cuenta con el respaldo de expertos americanos y chilenos. Los beneficios de estos servicios, informa el proveedor, generan un ahorro promedio de un 5% del costo total de construcción y reducen los tiempos de ejecución en un 10%.

www.archisoft.cl

Conclusiones

- La crisis económica resulta ser un buen momento para que las empresas revisen sus procesos internos, y evalúen la inversión en tecnologías de la información que apoyen la planificación y coordinación de las distintas especialidades.

- Varios estudios demuestran que el cumplimiento de la planificación aumenta la productividad. Y esta es justamente una de las debilidades observadas en los profesionales de obra. Por eso es tan importante, revisar los procesos y atreverse a cambiarlos, si eso implica mejoras.

- Antes de implementar un nuevo sistema o software es fundamental contar con el apoyo de los usuarios, la gerencia y tener muy claro el proceso del negocio, las metas que se quieren lograr y el tiempo que tomará la recuperación de la inversión.

- Es el software el que se adapta a la forma de trabajo de la empresa y no al revés.

- Pese a que existen algunos casos exitosos, aún quedan muchos desafíos en este ámbito. Los sistemas de planificación deberán comenzar a integrar además, la gestión de calidad, la prevención de riesgos y la gestión medioambiental. Adicionalmente las empresas deberán incorporar profesionales capacitados que manejen y actualicen las nuevas tecnologías incorporadas.

Modelos y sistemas TI para cada necesidad. La idea es sacar partido de un escenario complejo y aprovechar el tiempo para ser más eficiente. El camino hacia la optimización de procesos comienza con un click. ■

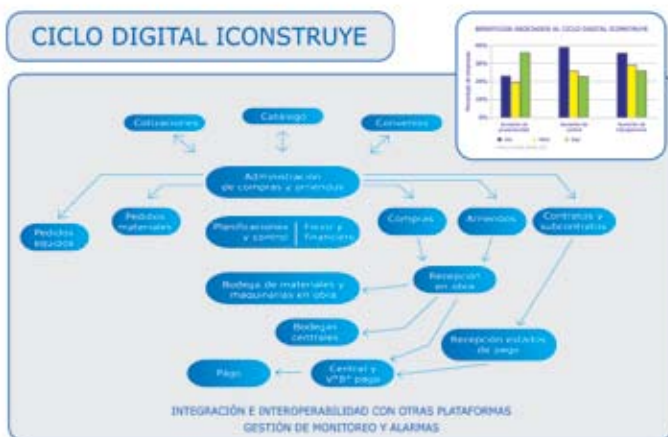
Más información sobre TI en construcción en Revista BIT N° 56.

HERRAMIENTAS TI

La planificación y coordinación de proyectos de construcción requiere de una aplicación eficiente de las herramientas provistas por las tecnologías de la información (TI). En este sentido, la empresa Iconstruye de la Cámara Chilena de la Construcción presta servicios TI especializados en el apoyo de los ciclos y procesos críticos del sector construcción. Estas soluciones, orientadas a dar apoyo a la gestión de obra, principalmente en áreas como el aprovisionamiento y la logística de materiales, maquinarias y servicios, son empleadas por alrededor de 120 empresas constructoras y cerca de 600 proveedores del sector, con más de 2.000 centros de gestión operativos. El objetivo de estas soluciones TI apunta a facilitar

la planificación y el ahorro de costos a través de una gestión colaborativa en las distintas etapas del proyecto, intervención conjunta de los actores relevantes en cada proceso de decisión y acceso a la información integrada y en línea.

www.iconstruye.com



El río Mapocho estará libre de aguas contaminadas en el 2009. Bajo tierra se construye un colector interceptor de 28,5 km de longitud, que correrá paralelo al río, y lo saneará de las 21 descargas de aguas servidas que se vierten a su cauce. Este colector interceptor se construirá mediante túneles, en la mayor parte de su recorrido, por lo que será imperceptible para la población. Un nuevo aire se respira en las riberas del entrañable río que atraviesa la capital, hay olor a limpio.

MAPOCHO URBANO OLOR A LIMPIO

PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT

UN TÚNEL DE 28,5 KM DE LARGO se construye bajo tierra. Es el proyecto Mapocho Urbano Limpio (MUL), un viejo anhelo de los capitalinos (más información en Revista BiT N° 56, Septiembre 2007, página 44, www.revistabit.cl) que promete devolver a la ciudad de Santiago un río libre de aguas servidas.

A toda velocidad marchan las obras del interceptor. El tiempo apremia, "Tenemos 18 meses para estrenar un río saneado de las 21 descargas de aguas contaminadas generadas por 1,5 millón de habitantes de 14 comunas de la Región Metropolitana", comenta Luis Fuentes, gerente de ingeniería de Aguas Andinas.

Tres métodos constructivos y cerca de 2.000 personas trabajando día y noche para completar un proyecto que a futuro, en conjunto con las plantas la Farfana y el Trebal, más una tercera planta de tratamiento, permitirá sanear la totalidad de las aguas servidas de la ciudad de Santiago. El interceptor se inicia en la Rotonda Pérez Zujovic y a lo largo de su recorrido, atravesará las comunas de Las Condes, Providencia, Santiago, Recoleta, Independencia, Quinta Normal, Cerro Navia, Pudahuel y Maipú.



TUNNEL LINER



FICHA TÉCNICA

Obra: Mapocho Urbano Limpio (MUL)

Mandante: Aguas Andinas

Comunas beneficiadas: 14

Extensión: 28,5 km

Constructoras: OAS y OHL

Ingeniería: Aguas Andinas

I.T.O.: Geolav Ltda.

Sistemas constructivos: Tunnel Liner, Túnel NATM y Zanja

Plazo construcción: 18 meses

Fecha término: 2009

Inversión: US\$ 113 millones

LUIS PADILLA



TÚNEL NATM



TRAMO ZANJA

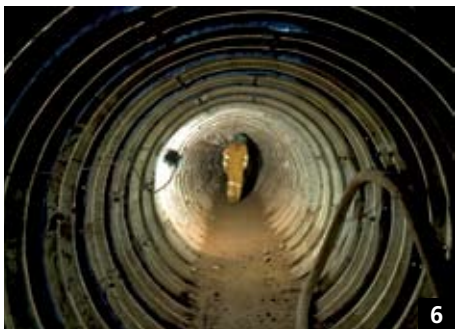


GENTILEZA AGUAS ANDINAS



TUNNEL LINER

1. Armado de liner para el pique, las piezas de anillo se arman en terreno mediante pernos cuello cuadrado.
2. Listo los liners del pique, se inyecta hormigón entre el anillo y el terreno.
3. Vista panorámica del pique construido.
4. Panorámica de los frentes de trabajo del túnel.
5. Detalle del apriete de los pernos.
6. Obra terminada de colocación de liner.
7. Se instalan mallas sobre los anillos y se hormigona.



Métodos constructivos

La historia ha sido larga: “Hace un par de años atrás, cuando empezamos a estudiar esta obra, vimos qué métodos constructivos se aplicarían, finalmente las alternativas adoptadas fueron el tunnel liner, el túnel NATM y la excavación en zanja o cajón de hormigón”, recuerda Fuentes.

Para construirlo, el ducto se dividió en tres tramos, con objeto de poder acortar plazos de construcción, tener mayor cantidad de proponentes en la licitación, disminuir riesgos, entre otros factores evaluados. El tramo Oriente, que se inicia en la rotonda Pérez Zujovic hasta el centro de Santiago, el tramo Centro, desde el centro de Santiago (puente Los Carros) hasta Américo Vespucio, ambos construidos por OAS, y el tramo Poniente, desde Américo Vespucio hasta La Farfana, ejecutado por OHL.

Atención. El caudal de diseño del interceptor es de 19 m³/seg y las diferentes formas y dimensiones quedan determinadas por la profundidad de instalación, el tipo de terreno y caudal portado. Así, en la zona oriente es un tubo circular de 1.400 mm de diámetro, a medida que incrementa su caudal se eleva a 1.600 mm en el centro y en Américo Vespucio supera los 2.000 mm de diámetro. Cerca de la desembocadura se transforma en una sección rectangular de 3x3,5 m aproximadamente, para responder

al mayor caudal.

El objeto del colector interceptor, como su nombre lo indica, es captar todas las descargas de aguas servidas que actualmente se vierten al Río Mapocho. El caudal interceptado será conducido a las plantas de tratamiento y así se evitará la contaminación de los caudales que portea el Río. Un dato no menor: El interceptor se instala a una profundidad variable, comenzando en aproximadamente 4 m en la Rotonda Pérez Zujovic y llegando a alrededor de 12 m en Pudahuel. El escurrimiento será absolutamente gravitacional; en todo el trayecto no está considerado ningún tipo de elevación.

Tramo Tunnel Liner

Comienza la aventura bajo tierra. Vamos de Oriente a Poniente. “Nuestro contrato son 17 km, comienza en la Rotonda Pérez Zujovic y termina en el sector del Aeropuerto. Este tramo se construye bajo el método de tunnel liner”, indica Felipe do Prado Padovani, gerente de desarrollo de negocios de la constructora brasileña OAS.

Por la extensión del tramo, lo lógico era construirlo con máquinas tuneleras, pero OAS se enfrentó a su primera disyuntiva: los diámetros del recorrido varían en extremo, empezando en 1,4 m y terminando en 3 m; ante tal panorama la tunelera no se hacía rentable, obligando a disponer de máquinas

En una primera etapa, y antes de llegar al río, parte de las aguas del interceptor se depurarán en La Farfana y El Trebal, a la espera que se construya una tercera planta contigua a esta última, en la comuna de Padre Hurtado (ver Tabla). Revista BiT bajó a las profundidades para observar los avances y desafíos del Mapocho Urbano Limpio. Una gran aventura subterránea que ya huele bien.



SEGURIDAD SUBTERRÁNEA

Para ambas constructoras la seguridad ha sido prioritaria. “Tenemos un procedimiento que se debe cumplir. No podemos avanzar más de los anillos que están aprobados (hasta cuatro por frente), a fin de evitar riesgos en la seguridad de los trabajadores. Todos deben andar dentro de la faena con sus implementos mínimos de seguridad y hay prevencionistas permanentes”, comenta Padovani de OAS.

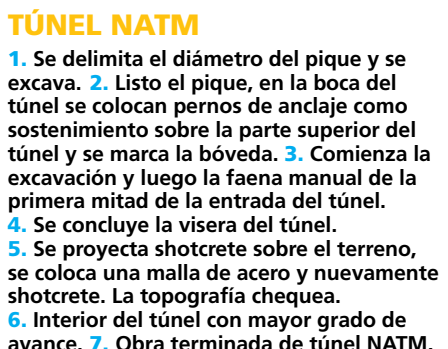
Para OHL la seguridad no es menor. A pesar que el tramo es relativamente corto, desde el inicio de los piques se notan las medidas: andamios potentes a modo de escaleras que conectan la superficie con la galería del túnel. “Cuando se trata de ventilación y vías de evacuación las medidas de seguridad son exigentes, hay prevencionistas día y noche y una iluminación apropiada para trabajar en un ambiente sano”, comenta Vizuet.

de variados tamaños para ejecutar la obra. “Decidimos construir el tramo completo bajo la modalidad de tunnel liner, definido previamente por Aguas Andinas, apuesta que a la vez significa que esta obra sea una de las más largas de América en aplicar esta tecnología”, explica Padovani.

¿Qué es y cómo se hace? En teoría es fácil, sólo en teoría, porque este método constructivo requiere de precisión y expertise. El tunnel liner “es un sistema constructivo sobre la base de una estructura flexible de acero corrugado, conformada por planchas que permiten el armado total desde su interior. Se caracteriza por hacer excavaciones sin interrumpir el tráfico”, indica Horacio Pinochet, gerente comercial de Instapanel, una de las empresas proveedoras del producto (llamado tunnel liner “®”).

Entremos en el túnel. Primero se construyeron 53 piques de 4 m de diámetro, entre 10 a 8 m de profundidad y dispuestos cada 300 m promedio. Primera dificultad que resolver: “Bajo los 4 m de profundidad de los piques terminamos de excavar manualmente, ya que el brazo de la excavadora llega hasta los 3,60 m, sumado a que en algunas comunas fue imposible ingresar con maquinaria, en parte por el ruido y por el acceso”, comenta Padovani.

Concluido el pique, que también se construye con tunnel liner, viene el turno del tú-



TÚNEL NATM

1. Se delimita el diámetro del pique y se excava.
2. Listo el pique, en la boca del túnel se colocan pernos de anclaje como sostenimiento sobre la parte superior del túnel y se marca la bóveda.
3. Comienza la excavación y luego la faena manual de la primera mitad de la entrada del túnel.
4. Se concluye la visera del túnel.
5. Se proyecta shotcrete sobre el terreno, se coloca una malla de acero y nuevamente shotcrete. La topografía chequea.
6. Interior del túnel con mayor grado de avance.
7. Obra terminada de túnel NATM.

nel, que avanza en ambos sentidos. Ponga atención: “En la boca del túnel se hace una excavación superior con martillos percutores o cangos, se instala una primera plancha en la clave, que sirve de visera, luego se continúa con la excavación, que en promedio avanza 50 centímetros. Se empieza la excavación simétrica al eje vertical del túnel, se instalan las planchas laterales y se procede a darle un torqueo leve de pernos cuello cuadrado para ajustar y cerrar el anillo. Finalmente, se le da el apriete definitivo con el

anillo totalmente cerrado”, explica Horacio Pinochet.

Si cree que ahí terminó todo, es mejor que siga leyendo. La característica de la técnica consiste en que, entre el suelo y los anillos queda un espacio libre de 5 cm ¿Para qué? A lo largo de la circunferencia del anillo hay orificios, “a través de los cuales se inyecta una lechada en base a pomacita, que se extrae de la excavación, mezcla que se coloca entre la tierra y el anillo, éste último que, gracias a su forma nevada y corru-

TRAMO ZANJA

1. Se hace la excavación. 2. Se construye un radier y se hormigona. 3. Se coloca la armadura de la losa de fondo y la de los muros. 4. Se aplica la armadura de la losa superior para hormigonar. 5. Vista exterior del cajón con la impermeabilización de membrana asfáltica aplicada. 6. Obra terminada por dentro.



gada, ayuda a sostener el peso del terreno”, indica Valtericio Passos, jefe de producción y terreno de OAS.

El apriete definitivo de los pernos se hace con una llave punta corona, pero “sólo cuando se cuadra todo el anillo, y eso lo va dando la dirección del tramo, ya que el túnel no va en línea recta. Luego verificamos con el topógrafo, inyectamos y seguimos avanzando”, comenta Passos.

Alto, aún no terminamos. Tras colocar los liners y unir los piques, se limpia el túnel y se colocan mallas de fierro, se instala moldaje curvo y se hormigona. “El agua servida es muy corrosiva, por lo que debe ir en contacto con el hormigón y no con el túnel propiamente tal”, apunta Padovani.

A mitad de camino pasó algo. “Decidimos traer desde Brasil mano de obra especializada (10 personas) en túneles”, comenta Padovani. ¿El resultado? En algunos tramos donde el suelo permitía un mayor grado de avance, se pasó de 2 m lineales diarios de avance a 8 m lineales diarios, es decir, cuatro anillos por frente de trabajo. Hay dos claves en este avance: por un lado la experiencia de estos profesionales en trabajos en suelos adversos, que a su vez capacitaron a profesionales chilenos; y por otro, la planificación con topografía. “Se optimiza el chequeo topográfico proporcionando un avan-

ce más acelerado de las obras”, señala Valtericio Passos.

Primero se aprobó avanzar dos anillos por día, por cada frente de trabajo. Tras chequeos del suelo, se certificó avanzar cuatro anillos por día, en el fondo se avanza ocho anillos por lado. Se opera con grupos de trabajo de unas nueve personas, que atacan ambos frentes del túnel: dos excavan, dos transportan y una maneja el huinche con el material.

Túnel NATM

Llegamos al Poniente de Santiago, al cruce de Américo Vespucio con el Aeropuerto. Ahora entramos en las obras de la constructora española OHL. “Nuestro contrato contempla la ejecución de 8 km, que van desde el sector del aeropuerto, pasando por La Farfana y descargando al río. De oriente a poniente, primero hacemos 4 km con el método de túnel NATM y luego 4 km finales con el método de excavación en zanja o cajón de hormigón”, explica Jesús Vizuete, gerente de operaciones de OHL para esta obra. Para atacar ambos tramos, se construyeron 15 piques, con una distancia aproximada de 600 m entre cada uno.

En un primer momento, los primeros 4 km estaban previstos con el sistema liner, pero OHL propuso el sistema NATM, basado en la auscultación o monitoreo previo para ir justificando el tipo de sostenimiento del túnel. “Si bien el método no es nuevo, es una innovación en este tipo de túnel porque se utiliza en túneles más grandes, con secciones entre 60 a 120 m² y aquí hablamos

GESTIÓN DE AUTOCONTROL

“Esta obra debe quedar bien a la primera y esa es la presión para todos los profesionales que participan en ella”, indica Sergio Velasco, inspector técnico de obras de Geolav Ltda.

Como I.T.O. están ejerciendo una supervisión del autocontrol, que se define como una instancia en donde ambas constructoras reciben la parte operativa y de ejecución de las obras. “Y nosotros supervisamos qué tal lo están haciendo. El balance ha sido positivo”, apunta el profesional.

También se fiscaliza la seguridad. “Parte importante es la prevención de riesgos, en el sentido que deben estar dadas las condiciones para que el trabajo se desarrolle sin riesgos para las personas, no obstante han habido eventos, por fortuna han sido accidentes menores”, sentencia Velasco.

GENTILEZA AGUAS ANDINAS

PLAN DE SANEAMIENTO DE LA REGIÓN METROPOLITANA

	1999	2008	2011
N° de plantas	6	14	16
Caudal tratado	0,48 m³/s	12 m³/s	19 m³/s
Biosólidos	0 ton/día	600 ton/día	1.100 ton/día
Población saneada	180.000	4.600.000	6.050.000
Cobertura	3%	70%	100%
Inversión total	-	MM€ 400	MM€ 600

de 10 a 12 m²", expresa Vizuete.

El primer reto consistió en elegir la maquinaria, que para secciones pequeñas es escasa, así como para los sistemas de extracción. Mientras en los túneles grandes la extracción de material se produce directamente con camiones y palas cargadoras, aquí se hace en baldes pequeños, de forma casi manual. Para excavar en tanto, se usan gatos hidráulicos o máquinas excavadoras Bobcat que, al mismo tiempo que excavan, retiran la marina. En la galería de acceso al túnel, una grúa de levantamiento de 5 t adosada a la superficie del pique, saca los baldes con la marina.

Ya en el túnel se avanza paso a paso, en otras palabras, a la vez que se hace la excavación, se va sosteniendo el terreno con armadura y hormigón proyectado. La faena es así. La Bobcat excava la parte central del círculo del túnel y se termina a mano con martillos percutores. Se retira la marina y se vierte en un capacho para enviarla por el pique hacia la superficie.

La faena concluye cuando se shotcretea un primer sello de 3 cm que solapa la armadura, luego se colocan 9 cm, y finalmente un recubrimiento exterior de 6 cm. "Avanzamos 2 m por frente al día, en to-

tal 4 metros por pique. Por cada pique o pozo de ataque hay un equipo de 12 trabajadores que atacan ambos frentes", indica Vizuete.

Tramo Zanja

Son 4 km finales que interceptan, a través de un bypass, con La Farfana, hasta donde llega el agua para su tratamiento, antes de volver al río Mapocho nuevamente. "Es una fase diferente, que viene a continuación del túnel NATM, pero con menos dificultades en el seguimiento y en el proceso de ejecución, salvo por la existencia de numerosos servicios", comenta Vizuete.

No se confunda, la excavación en zanja no entra a la planta, sino que OHL debe construir un bypass conector por donde ingresa el agua. "Nuestras obras pasan a los pies de la planta, hay una toma desde el mismo cajón que estamos haciendo, un ducto de 1,20 m por donde entrará el agua. En rigor pasarán por el cajón 19 m³/seg, pero a la planta ingresarán 2 m³/seg", indica Vizuete.

Debido a la topografía del terreno, el cajón va adquiriendo variadas dimensiones a medida que avanza el recorrido, pero en general son de 9 m² con hormigón H30



LUIS PADILLA

Panorámica desde la superficie del pique en túnel NATM. Se observa la grúa de 5 t que extrae la marina del túnel y baja el material.

MEMBRANAS PARA IMPERMEABILIZACION

♦Vulkem® ♦Paraseal® ♦TREMproof®



Sistemas de impermeabilización para:

- Estacionamientos
- Azoteas
- Losas de Jardines
- Jardineras
- Muros de fundación
- Muros contra terreno

TREMCO
Commercial Sealants & Waterproofing

PRODUCTOS CAVE S.A.
Panamericana Norte 18.900 • Interior
Lampa • Casilla 52470 • Correo Central
Santiago • Fono: (+56 2) 270 9900
Fax: (+56 2) 270 9980
Página Web: www.tremcosealants.com
www.productoscave.com

An RPM Company



GENTILEZA AGUAS ANDINAS

LA SOLUCIÓN TÉCNICA

1. En la actualidad, la descarga de las aguas va directo al río.
2. El interceptor se instala a una profundidad variable, comenzando en 4 m en la Rotonda Pérez Zujovic y llegando a los 12 m en Pudahuel.
3. La solución es que el ducto intercepta las aguas que corren por los actuales tubos de descarga.

INNOVACIONES BAJO TIERRA

Para mejorar el rendimiento, OAS analizaba, al cierre de esta edición, una forma más rápida de extraer la marina hacia el exterior. “Estudiamos colocar un carro anexo a rieles para extraer la marina hacia la entrada del pique. Se está diseñando, esperamos que ayude bastante porque el túnel en algunos tramos es muy pequeño y hay que andar casi gateando”, adelanta Felipe Padovani.

de resistencia. “Se hacen in situ con un molde prefabricado de EFCO, que es un carro que hormigona cada 12 m con juntas. Primero se construye la losa, y sobre ella circulan las ruedas del carro que van haciendo la parte de cierre del cajón”, indica el profesional de OHL.

El cajón “se dividió en cuatro tramos, desde el tramo cero hasta el cuatro. Cada tramo es de sección distinta, adecuándose a las necesidades de estrechez del terreno. En el tramo 1, el ancho de la sección es de 4 m de ancho por 2,30 m de alto; el tramo 2 y 3 se estrechan a 3 m de ancho con 2,90 y 2,80 m de alto, respectivamente. Finalmente el tramo 4 es de 3x3,5 metros. Hecho el cajón, se impermeabiliza y se rellena con la misma pomacita sacada de la excavación.

Dijimos que en este tramo final los desa-

fíos estaban dados por los servicios. Sólo una muestra: En la fotografía inferior se observa “la existencia de una planta elevadora de Aguas Andinas, lo que obligó a hacer un quiebre, una desviación para la zanja”, comenta Vizuete. La tubería de descarga que se aprecia en la imagen y que proviene de la misma planta, se sujetó con un apero de vigas metálicas para liberar el paso del cajón.

Para quienes creen que el río quedará transparente, se equivocan. No será cristalino, debido a que arrastra lodo procedente de la Cordillera, pero sí estará a salvo de aguas servidas. Un proyecto relevante, como señaló la Presidenta Michelle Bachelet al inaugurar las obras: “Estamos poniendo término a una historia de polución y de maltrato al río. Cuando estas obras estén terminadas el próximo año, la capital de Chile tendrá otra cara que ofrecer porque el Mapocho habrá vuelto a ser el río que era cuando Pedro de Valdivia fundó Santiago del Nuevo Extremo”. Vuelve el olor a limpio. ■

www.aguasandinas.cl

TRAMO EN ZANJA.
Se observa la solución que se aplicó para sostener una tubería procedente de una planta de descarga de Aguas Andinas y que sujetó con vigas de acero. Por debajo va el cajón.



LUIS PADILLA

EN SÍNTESIS

En 2009, acercarse al río Mapocho será un verdadero placer. Un río limpio de aguas servidas, un antiguo sueño que está en vías de hacerse realidad. Los desafíos en terreno no han sido pocos, un interceptor de 28,5 km que tomará las descargas de aguas servidas, obligó a utilizar tres métodos constructivos, cada uno con ventajas y dificultades.

HAY VIDA BAJO TIERRA (...Y LA CIUDAD NO LO NOTA)



Por años, la instalación de TUNNEL LINER® Instapanel® para canalizar las aguas lluvia, ha sido absolutamente silenciosa.

- Rapidez de construcción
- Evita desvíos e interrupciones del tránsito
- Sin costos de demolición y reconstrucción superficial
- Se adapta a sus necesidades



www.instapanel.cl

EL CLIMA

Y LA CONSTRUCCIÓN HABITACIONAL II

Tras la introducción de la edición anterior, en esta ocasión se entregan recomendaciones prácticas para la construcción de viviendas en las distintas zonas climáticas del país.

GABRIEL RODRÍGUEZ J.
PROFESOR DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL, FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS, UNIVERSIDAD DE CHILE

EN LA “LARGA Y ANGOSTA faja de tierra” de nuestro país existe una gran diversidad de climas, la que se presentó en la edición anterior (ver Revista BIT N° 63, Noviembre 2008). Además, se repasó su influencia en la construcción habitacional y la división en zonas climáticas de la norma NCh 10791. Ahora es el turno de ir a terreno para conocer algunas recomendaciones prácticas para ejecutar proyectos habitacionales en sintonía con el clima de cada zona. Se an-

ticipan algunos consejos generales:

- Uso de protección de ventanas contra la radiación solar para evitar efecto de invernadero en zonas y épocas de gran heliofanía.
- Precaución en el uso de doble vidriado en ventanas con gran soleamiento.
- Protección contra humedades del suelo en zonas de abundantes lluvias.
- Prevención contra condensaciones en zonas húmedas.
- Empleo de construcción pesada de gran masa (inercia) en zonas de fuerte oscilación de temperatura día-noche.





Las sombras verdes como protección solar para ventanas y muros representan una de las opciones para aplicar en determinadas zonas climáticas.

fuerte soleamiento de las tardes hacia el poniente por medio de balcones, sombrillas o quiebra-soles y pinturas blancas o claras al exterior. Esta zona no presenta lluvias importantes, por ello no hay problemas de pendientes de techos ni de bajadas de aguas lluvias. Por cercanía del mar, el suelo es salino y también la atmósfera, en consecuencia las construcciones de acero sufren severa corrosión.

Zona Norte Desértico (ND)

Se trata de la planicie comprendida entre la Cordillera de la Costa (zona NL) y la Cordillera de los Andes (Zona Andina) por debajo de los 3.000 m.s.n.m.², donde se encuentran principalmente campamentos mineros. Es una zona desértica y calurosa, sin lluvias, excepto esporádicos y cortos aguaceros de verano producidos por el "invierno boliviano". Hay fuerte oscilación diaria de temperaturas día-noche, con alta radiación solar y frío nocturno. Por ello, es necesario proteger el edificio contra la radiación solar tanto en techos como en fachadas este y oeste. Pinturas blancas o claras al exterior. La construcción de gran masa (inercia) presenta ventajas respecto a la construcción prefabricada liviana. El ambiente es muy seco lo que afecta las construcciones de madera. Se forman algunos pequeños microclimas en oasis y en el valle del río Loa que se extiende por cerca de 400 kilómetros. Esta zona es ideal para el aprovechamiento de energía solar en viviendas e industrias.

Zona Norte Valles Transversales (NVT)

Esta área ocupa la región de los valles transversales que nacen de la Cordillera de los Andes, incluyendo ciudades como Copiapó, Vallenar, Vicuña, Ovalle, Combarbalá, Illapel y Petorca, entre otras. Se trata de una zona semidesértica con veranos largos y calurosos donde la inercia térmica en las edificaciones juega un papel importante y el soleamiento aconseja protección solar y pinturas blancas o claras al exterior. Las lluvias son escasas en el norte aumentando algo hacia el sur. No es necesaria la calefacción salvo en la precordillera en la época invernal. Tampoco hay riesgo de condensaciones. La agricultura es importante dado que hay inviernos bien definidos y ríos con

- Uso de prefabricación liviana ante baja oscilación térmica.
- Adecuado ajuste de puertas y ventanas en zonas ventosas y en especial ante lluvias con viento.
- Protección de muros contra la lluvia con viento (ver Revista BIT N° 57, 58 y 60).
- Protección contra la corrosión en construcciones metálicas en zonas húmedas y cercanas a la costa.
- Protección de maderas contra termitas en zonas templadas y de relativa humedad.
- Protección contra los efectos de la luz ultravioleta en zonas cordilleranas.
- Precaución contra ciclos hielo-deshielo en zonas de heladas intensas.

Zona Norte Litoral (NL)

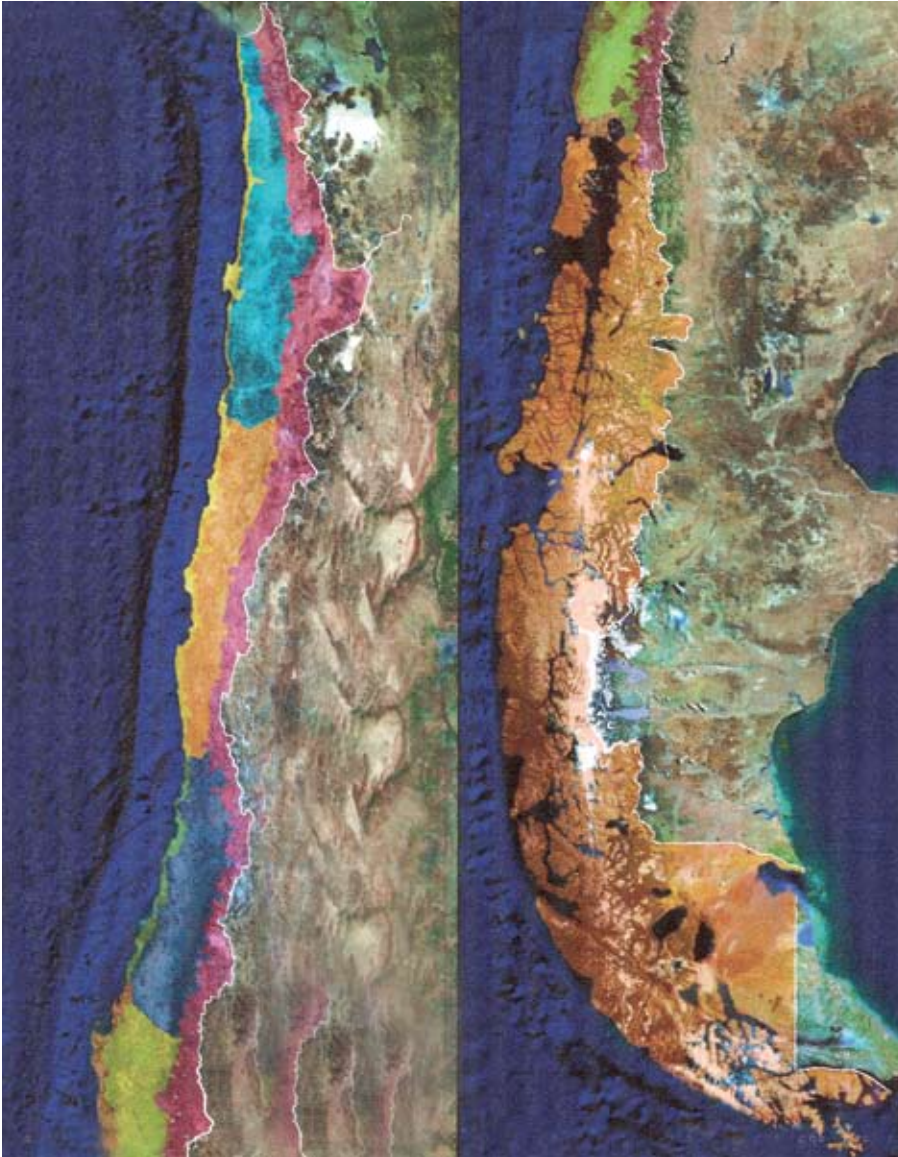
Se ubica en el litoral costero del norte de Chile, incluyendo las ciudades de Arica, Pisagua, Iquique, Tocopilla, Antofagasta, Tal-tal, Chañaral, Huasco, La Serena, Coquimbo y Los Vilos, entre otras. Al ser una zona desértica con clima templado de escasa oscilación diaria de temperatura entre día y noche, resulta ventajosa la construcción prefabricada liviana de baja inercia térmica. No obstante, la estructura en madera, si no se protege, puede ser atacada por termitas. Como hay casi permanente nubosidad matinal y neblinas bajas que forman camanchacas y garúas, pero que disipan a mediodía, es necesario proteger el edificio del



**En las grandes obras
y en todo Chile**

**Barreras Prefabricadas
Camino La Pólvora - V Región**

DISTRIBUCIÓN DE LAS ZONAS CLIMÁTICAS A LO LARGO DE CHILE



- NORTE LITORAL
- NORTE DESÉRTICA
- NORTE VALLES TRANSVERSALES
- ZONA CENTRAL LITORAL
- ZONA CENTRAL INTERIOR
- ZONA SUR LITORAL
- ZONA SUR INTERIOR
- ZONA SUR EXTREMO
- ZONA ANDINA

suficientes para evacuar sobre 400 mm de agua anuales con lluvias que superan los 50 mm diarios.

Zona Central Interior (CI)

Comprendida entre la zona CL y la precordillera de los Andes por debajo de los 1.000 m.s.n.m., esta área incluye ciudades como Santiago, Rancagua, San Fernando, Curicó, Talca, Linares, Cauquenes y Chillán, entre otras. Presenta temperaturas templadas. Inviernos de 4 a 5 meses. Precipitaciones y heladas en aumento de norte a sur y de oeste a este. Insolación importante en verano en especial en el extremo nort-este con buenas posibilidades de aprovechamiento energético solar. Oscilación de temperatura mayor en verano que en invierno con ventajas para la construcción de gran masa. Lluvias invernales, en ocasiones intensas (sobre 50 mm en un día) por lo que exige atención en el diseño de pendientes de techo y bajadas de aguas lluvias. Heladas que se producen luego de las lluvias con el consecuente riesgo de condensación. Uso obligado de calefacción entre los meses de abril a septiembre aproximadamente, siendo necesario buen aislamiento térmico. Vientos de componente sur y oeste excepto en los temporales invernales que son generalmente del norte y oeste.

Zona Sur Litoral (SL)

Se encuentra a continuación de la zona CL y hasta el Canal de Chacao en el sur, estando conformada por ciudades como Talcahuano, Concepción, Lebu, Valdivia, Puerto Montt y Calbuco. Es una zona de clima marítimo lluvioso con inviernos largos que superan los cinco meses. Temperatura templada a fría. Necesidad de buena aislación térmica y uso de calefacción de marzo a octubre. Suelo y ambiente salino y húmedos que obliga la protección de metales y tratamiento contra la humedad en maderas. Escasa oscilación de

caudales todo el año, consecuentemente se pueden usar sombras verdes como protección solar para ventanas y muros con orientación este y oeste. Pendientes de techo mayores que en la zona ND. Ventajosas posibilidades de aprovechamiento de energía solar.

Zona Central Litoral (CL)

Es la continuación hacia el sur de la zona NL llegando hasta la VIII Región del Bío Bío. Forman parte de esta área ciudades como Concón, Valparaíso, San Antonio, Pichilemu y Constitución, entre otras. Se trata de una zona con clima marítimo e inviernos de 4 a 5 meses con baja oscilación diaria de tempera-

turas. Clima templado en verano y frío y lluviosos en invierno. Salinidad ambiente que exige protección contra corrosiones en metales. Necesidad de calefacción desde mayo a septiembre. Ventajas para la construcción prefabricada liviana. Riesgo de termitas en la madera. Nubosidad veraniega que disipa a mediodía con fuerte radiación solar en las tardes lo que exige protección solar hacia la orientación oeste. Posibilidad de protecciones verdes. Precipitaciones medianas creciendo hacia el sur, ocasionalmente con vientos medianamente fuertes que pueden filtrar aguas lluvia por puertas y ventanas de orientación norte y oeste si no están bien diseñadas. Pendientes y bajadas de aguas lluvias

Hormigón Celular en Chile

La más alta tecnología en muros y tabiques

temperaturas día-noche con ventajas para la prefabricación de poca masa. Buen comportamiento de casas de madera. Vientos irregulares de componente sur oeste y en invierno lluvias con viento norte y oeste que exige protección contra infiltraciones en puertas y ventanas. Son necesarias fuertes pendientes de techos y evacuación de aguas lluvia para soportar de 1.000 a 2.000 mm de precipitaciones anuales.

Zona Sur Interior (SI)

Continuación de la zona CI desde el norte del valle del río Bío Bío hasta el Canal de Chacao por el sur y desde las cumbres costeras (SL) por el oeste hasta la precordillera de los Andes por debajo de los 600 m.s.n.m. aproximadamente. Contiene las ciudades de San Rosendo, Los Ángeles, Traiguén, Victoria, Temuco, Loncoche, Villarrica, Río Bueno, Osorno, entre otras.

Zona lluviosa y fría con heladas frecuentes en invierno. Necesidad de buena protección a las lluvias y buena aislación térmica. Calefacción mínima de marzo a octubre. Efectos destructivos por ciclos hielo-deshielo. Humedad del suelo y del aire con gran riesgo de condensaciones. Protección obligada de materiales contra la humedad en especial por ascensión capilar en cimientos y radieres. Moderada oscilación de temperaturas con ventajas para la construcción prefabricada. Protección obligada de maderas contra la humedad. Veranos cortos con insolación moderada. Numerosos ríos y lagos donde se forman microclimas. Vegetación robusta. Vientos sur excepto cuando hay temporales con vientos del norte y oeste. Protección de ventanas y puertas contra infiltraciones de aguas lluvias.

Zona Sur Extremo (SE)

Un área heterogénea, extensa y poco habitada por lo cual la norma no la subdividió. Comprende las ciudades de Ancud, Castro, Aysén, Coyhaique, Puerto Natales y Punta Arenas. Es una zona fría y muy lluviosa durante todo el año, con lluvias que disminuyen hacia el este. Necesidad imperiosa de calefacción todo el año, por tanto la aislación térmica es vital. Nubosidad casi permanente y veranos muy cortos. Ambiente y suelo muy húmedos. Heladas y nieve en las zonas altas. Protección frente al hielo-deshielo. Buen comportamiento de las construcciones prefabricadas en especial de ma-

dera. Vientos intensos aumentando hacia el sur lo que exigen alto hermetismo de puertas y ventanas. Adecuadas perspectivas para la generación eléctrica eólica y de micro generadores hidráulicos.

Zona Andina (AN)

Es una zona extensa e inhabitada. Corresponde a la alta Cordillera de los Andes por sobre los 3.000 m.s.n.m. en el altiplano, disminuyendo paulatinamente hacia el sur hasta por debajo de 1.000 m.s.n.m. Contiene algunas pequeñas ciudades, campamentos mineros y centros turísticos como Putre, Collahuasi, San Pedro de Atacama, El Salvador, Potrerillos, Paiguano, Saladillo, Portillo y Termas de Chillán, entre otras. Se trata de una zona climática de condiciones muy severas: atmósfera seca, fría, con fuerte oscilación de temperaturas día-noche cuando el cielo está despejado. Nubosidad abundante. Necesidad de calefacción todo el año. Cambios repentinos de las condiciones climáticas con tormentas veraniegas en el norte, ventiscas y nevazones en el sur. Recomendación de instalar pararrayos. Gran contenido de luz ultravioleta en la radiación solar que deteriora materiales de terminación. Ciclos de hielo-deshielo dañinos para materiales expuestos a la intemperie. Microclimas en los valles formados por cajones que se internan cordillera adentro. En esta zona la construcción de gran masa presenta ventajas sobre la prefabricación.

Más allá de las particularidades climáticas, siguiendo las recomendaciones prácticas tendremos viviendas de buena calidad en toda nuestra "larga y angosta faja de tierra". ■

Si se desean conocer parámetros climáticos cuantitativos consultar la norma chilena NCh 1079.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- G. Rodríguez J. "El clima y la construcción habitacional" Revista BIT N° 63, pgs. 38-41, noviembre 2008.
- 2.- Norma chilena NCh 1079. "Zonificación climática habitacional y recomendaciones para el diseño arquitectónico" 1977 (ver nota 1).

1. La norma NCh 1079 "Zonificación climático-habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico" es oficial desde 1977. Actualmente (2008) ha sido revisada y puesta al día en su base de datos climáticos. Al momento de escribir este artículo está aun en trámite de oficialización.
2. Metros sobre el nivel del mar.



✓ Máxima aislación térmica sin la necesidad de aislantes complementarios.

✓ Muros estructurales y aislantes a la vez.

✓ Alta resistencia al fuego y a la humedad.

✓ Facilidad y rapidez en instalación en obra.

REMODELACIÓN PLAZA SOTOMAYOR VALPARAÍSO

CON VISTA AL MAR

Un símbolo de la geografía porteña, la Plaza Sotomayor, cumplirá un viejo anhelo: unirse al mar armónicamente, sin obstáculos. Se trata del proyecto de remodelación de este emblemático espacio público de la capital de la V Región, que acoge al muelle Prat y al monumento a los Héroes de Iquique. No falta mucho, porque el proyecto de arquitectura se encuentra en su etapa final. Habrá un reordenamiento de la plaza, se restringirá la circulación vehicular y se colocarán palmas chilenas, especie que rememora la antigua imagen de Valparaíso cuando los cerros con palmeras se fundían con el mar. Una combinación poética de historia, diseño y futuro, envuelta en un rumor de olas.

DANIELA MALDONADO P.
PERIODISTA REVISTA BIT



VALPARAÍSO, qué disparate eres, qué loco, puerto loco”, escribió Pablo Neruda, quizás inspirado en la Plaza Sotomayor. No es para menos. Locura sobra, porque este espacio incluye una gran diversidad de usos. Turistas, trabajadores portuarios y los melancólicos protagonistas de las cotidianas despedidas conviven casi caóticamente. En el Ministerio de Obras Públicas (MOP) lo saben, y por ello pusieron en marcha un proyecto de remodelación. “La idea consiste en rescatar esta zona para que el 2010 se celebre con la altura de una ciudad patrimonial”, comenta Verónica Serrano, directora nacional de arquitectura del MOP. La tarea se inicia el 2007 con un concurso público internacional de arquitectura, que quedó en manos de Undurraga + Deves Arquitectos. Hoy la oficina está en la etapa final del diseño, y la licitación pública para construir las obras se estima para el segundo semestre de este año. La obra demandará unos \$ 2.500 millones, provenientes de un préstamo otorgado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Faltan aspec-



GENTILEZA UNDIRRAGA + DEVES ARQUITECTOS



GENTILEZA MOP

FICHA TÉCNICA

Nombre del Proyecto: Mejoramiento de Espacios Públicos Urbanos –Valparaíso- Plaza Sotomayor, Plaza Justicia y Muelle Prat

Mandantes: Programa de Recuperación y Desarrollo Urbano de Valparaíso (PRDUV) / Ilustre Municipalidad de Valparaíso

Unidad Técnica: Dirección Regional de Arquitectura de Valparaíso, MOP.

Concurso Público Internacional de Arquitectura: Octubre-Noviembre 2007

Oficina de Arquitectos ganadores del 1º Lugar: Cristián Undurraga, Undurraga + Deves Arquitectos. Equipo participante: Pablo López, Pablo Moreira, Raimundo Salgado, Goyo García, Cristian Larraín, Jean Baptiste Bruderer y Leonardo Chavarría

Institución Patrocinadora: Colegio de Arquitectos A.G.

Superficie: 21.310 m²

Monto de inversión estimado para las obras: M\$2.500.000

Ejecución de las Obras: 2009-2010



GENTILEZA UNDURRAGA + DEVES ARQUITECTOS

tos por definir, pero se contempla que el proyecto se concretará en tres etapas, primero se intervendría la plaza para posteriormente trabajar en la zona del puerto y el paseo en pendiente que irá desde la plaza de la Justicia (detrás de la plaza Sotomayor) hasta el Paseo Yugoslavo. La tarea no es sencilla. Conciliar los intereses y requerimientos de todos los actores involucrados en este emblemático espacio público, ha sido todo un desafío.

Reordenamiento de la plaza

“El diseño propone establecer una nueva dignidad para el peatón, restringiendo la circulación vehicular para que no altere el sistema vial general del sector y la ciudad. Este es el punto de partida para una mayor densidad de actividades y roles de la plaza como lugar de encuentro cívico”, expresa Cristián Undurraga, de Undurraga + Deves Arquitectos.

Se contempla restringir el movimiento vehicular reemplazando las circulaciones longitudinales de la plaza por una circulación en las calles paralelas próximas e inmediatas. Se reemplazará el actual paradero de taxis y se definirá una calle de salida de

bomberos con acceso restringido. Los buses de turismo tendrán un estacionamiento en Avenida Errázuriz, fuera de la plaza, evitando que interrumpan la vista. El tránsito vehicular hacia el muelle se suprimirá completamente, dando mayor amplitud para el peatón en el sector más angosto de la plaza. La actual gran rampa de acceso y salida de estacionamientos, ubicada en el centro del espacio, se reducirá a una sola vía con

salida al bandejón central de Avenida Errázuriz. También se construirá un estacionamiento subterráneo para 65 automóviles, para despejar el área de la Plaza de la Justicia.

“La relación directa que se establece entre los edificios, frente a la plaza y el nuevo espacio –ahora libre de tránsito vehicular– permitirá en distintos sectores la instalación de comercio y cafés con terrazas”, relatan los arquitectos. Pero el reordenamiento vial es sólo el comienzo. Los diseñadores proponen incorporar a cada lado una línea de palmeras del tipo jubaea chilensis. “La idea presentada por los arquitectos en el concurso provocó bastante discusión, sin embargo finalmente se optó por dejarlas, por ser una especie propia de la zona”, comenta Verónica Serrano. Cristián Undurraga confirma el concepto: “En las crónicas del Valparaíso antiguo se hace mención a las palmas que se divisaban desde el mar al arriba al puerto. De esta manera hay una validación histórica en el uso de la palma en la plaza y se busca unir con esta especie el cerro con el mar”. Las palmeras tienen un sentido estético porque no presentan un follaje que obstruya la vista hacia los edificios circundantes.

Por su parte, el pavimento combinará piedra granítica de la zona central con pastelenes prefabricados de hormigón. En la zona de tránsito vehicular se instalarán adoquines de piedra granítica, que cuentan con una rugosidad y textura especialmente seleccionada



nada para desacelerar el paso de los automóviles. La historia se plasmará en el pavimento porque allí se montará un plano de la ciudad fundido en bronce, una especie de libro público que muestra el desarrollo y las distintas etapas de la ciudad.

Todo esto se acompañará con una iluminación discreta, con un color cálido, que destaca el monumento a Prat y las fachadas. La plaza contará con un mobiliario de piedra y faroles de diseño contemporáneo.

Muelle Prat

El muelle Prat, ubicado frente a la Plaza Sotomayor, será parte de esta histórica remodelación. "La relación entre la plaza y el mar se ve obstaculizada por las actividades portuarias asociadas a los sitios de atraque. Además, el tráfico de camiones tensiona la relación entre peatones y el muelle de embarque de los paseos turísticos por la bahía", senten-

cia Undurraga.

Hay que unir la plaza con el mar. Sin obstáculos. Por ello, se propone segregar los tráfico de carga y el de peatones. Se instalará una rampa peatonal que descienda hacia el mar, hasta la plataforma del muelle, con el objetivo de ordenar a las pequeñas embarcaciones turísticas. A causa de la oscilación de las mareas, se ha dividido en dos la extensión de dicha rampa, siendo el tramo que une la plataforma y el tramo más alto, una zona articulada, de modo de responder a las bajas y altas mareas acompañando la plataforma flotante del muelle.

El nivel actual de circulación de vehículos

pesados se mantendrá continuo, cruzando sobre la rampa peatonal con un puente, de esta manera se produce una mayor seguridad para los turistas y se agiliza el paso de camiones frente a las terrazas. Éstas, elevadas sobre la calzada en 0,80 m, se separarán por un cercado vegetal que actúa como baranda. "La idea es conciliar los órdenes del peatón y el de la carga y descarga. Definiendo bien los límites, la actividad portuaria se convierte en un espectáculo, logrando una convivencia muy interesante", subraya el arquitecto.

Pero acá no termina. A futuro, y de manera inédita, se unirá el Paseo Yugoslavo con la Plaza Sotomayor.

MUSEO DEL SITIO

Bajo la superficie de la Plaza Sotomayor, a pocos metros del monumento a Arturo Prat, se encuentra un pequeño museo que acoge los vestigios del primer muelle que tuvo la ciudad. La remodelación contempla la readecuación de este espacio, ampliando el lugar y cambiando su acceso. Habrá una gran sala de exposiciones donde se ubicarán maquetas y reproducciones fotográficas que dan cuenta de la evolución que ha tenido la plaza en el tiempo, además, a nivel subterráneo, ésta se conectará con el edificio del Consejo Nacional de las Artes.

BIT 64 ENERO 2009 ■ 41

DURAGYP
Placa extradura

ROMERAL
www.romeral.cl



Placa de yeso-cartón extradura

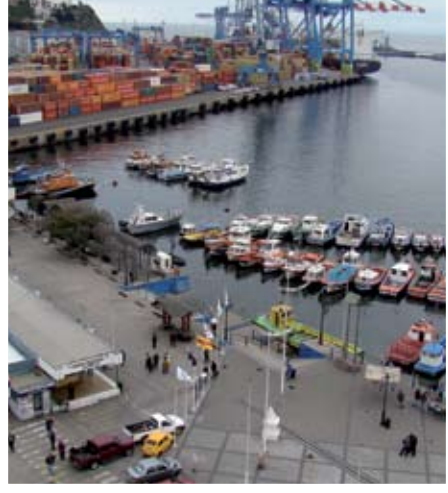
- ✓ Mayor resistencia al impacto
- ✓ Mayor resistencia al fuego
- ✓ Mayor aislación acústica
- ✓ Resistencia a la humedad

¿Consultas? Llamar al fono 5106100 o gcuello@romeral.cl

Sociedad Industrial Romeral S.A. Av. Santa Rosa 01998, Puente Alto, Santiago, Chile. Tel.: (56 2) 510 61 00, Fax: (56 2) 510 61 23

an **Etex** GROUP company

Vista actual del Muelle Prat. ►
▼ Diseño propuesto para el año 2010.



GENTILEZA MOP



GENTILEZA UNDIRRAGA + DEVES ARQUITECTOS

Paseo en pendiente

La ruta de trabajo de la remodelación continúa con un hito urbanístico. Se trata de un paseo en pendiente que se proyecta construir desde la Plaza de la Justicia hasta el Paseo Yugoslavo del cerro Alegre, donde se encuentra el Palacio Baburizza, actualmente destinado al Museo de Bellas Artes de Valparaíso. "La nueva Plaza Sotomayor sólo puede transformarse en un lugar vital y activo si se fortalecen aquellos lugares próximos capaces de resaltar la riqueza cultural de la ciudad. Para esto hemos pensado en un tejido de

edificios públicos y espacios urbanos que establezcan un circuito rico en experiencias más allá de la plaza misma", sentencia Undurraga.

La idea es crear un paseo peatonal amplio que se despliegue sobre la ladera flanqueando con arbustos y palmas chilenas. Además se propone un mejoramiento de la ladera escarpada del cerro Cordillera mediante una malla que permita que suban y caigan hiedras. Para realizar este espacio público, es necesario gestionar, por parte de las autoridades correspondientes, la compra de un terreno privado que

se extiende cerro abajo entre el ascensor El Peral y un estrecho pasaje peatonal. "Lo más próximo a realizar es la remodelación de la plaza, pero la idea es terminar con la vinculación que generará este paseo en pendiente", declara Verónica Serrano.

Sin perder encanto, la Plaza Sotomayor rescatará las raíces de Valparaíso y podrá mirar de frente las barcas devoradas por el horizonte. Una mezcla indisoluble de historia, diseño y poesía. ■

EN SÍNTESIS

El reordenamiento de la Plaza Sotomayor de Valparaíso establece una valoración del peatón, restringiendo la circulación vehicular y desviando los automóviles hacia las calles aledañas. En el muelle Prat se instalará una rampa peatonal que descienda hacia el mar, hasta la plataforma del muelle, con el objetivo de ordenar a las pequeñas embarcaciones turísticas. El Museo Baburizza, sobre el cerro Alegre se unirá a la Plaza a través de un paseo peatonal. La utilización de palmas chilenas, recrea los cerros originales del puerto, motivo de inspiración de la propuesta.

A futuro se proyecta construir un paseo en pendiente desde la Plaza de la Justicia hasta el Paseo Yugoslavo del cerro Alegre.



GENTILEZA MOP

SERVICIOS CDT

Asesorías y herramientas tecnológicas diseñadas para optimizar la gestión de su proyecto

Calibre

OPTIMICE sus procesos mediante soluciones personalizadas. Mejore su desempeño.

calibre@cdt.cl
www.calibre.cl



Calidad On-Line

ASEGURE su gestión de calidad, apoyándose en un equipo experto y utilizando tecnología de punta.

calidadonline@cdt.cl
www.calidadonline.cl



Logística WI-FI

ADMINISTRE mejor sus recursos y materiales, disminuyendo las pérdidas.

logisticawifi@cdt.cl
www.logisticacdt.cl



RECONSTRUCCIÓN A UN AÑO DEL TERREMOTO



TOCOPILLA SE LEVANTA

PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT

A 13 meses del terremoto que dejó casi el 90% de las casas destruidas o con serios daños estructurales, las familias damnificadas ya escogen sus nuevas viviendas. Casas industrializadas de uno y dos pisos que cumplen rigurosos estándares sísmicos, acústicos y térmicos. Tocopilla se pone de pie.

EL 14 DE NOVIEMBRE de 2007, un terremoto grado 7,7 en la escala de Richter, con epicentro a 35 km al este de Tocopilla, dejó un saldo de dos muertos, un centenar de heridos y quince mil personas damnificadas en la nortina ciudad. No fue todo: el 43% de las viviendas quedaron inutilizables y el 45,9 % con daños estructurales. En un minuto y medio, Tocopilla se vino abajo y en pocos días se transformó en una ciudad campamento. Revista BIT estuvo allí para observar en terreno los efectos del movimiento telúrico y la planificación de la reconstrucción, haciendo un llamado "Tocopilla, levántate y anda". Hoy, a más de un año de la tragedia, BIT regresa a la zona y comprueba que el ex puerto salitrero comienza a levantarse.

Líneas de acción

Tres líneas de acción se están ejecutando: "la reconstrucción de viviendas, la construcción de casas nuevas y la reparación", indica Lore-

na Campos, directora del Serviu Región de Antofagasta. La ciudad parece una gran obra, porque hay faenas en el casco histórico, en las villas Serviu, e incluso están contempladas nuevas viviendas para 750 familias de allegados históricos. Se han destinado 150 mil millones de pesos para la reconstrucción total de la ciudad. Hay más cifras. Más de 3.000 viviendas a reparar, alrededor de 2.200 a reconstruir y 1.500 nuevas. En total un universo de más de 6.700 casas. A esa intervención en el área habitacional, hay que sumar las obras contempladas por el MOP en espacios públicos, pavimentos y edificios públicos.

Cada una de las líneas de acción es ejecutada por dos o tres empresas constructoras, cada una de éstas realiza tres tipologías de viviendas distintas: de fachada continua, vivienda en altura o vivienda en un solo piso pero ampliable. En la actualidad hay 22 tipologías de viviendas y las familias definen sus preferencias.

A su vez, en cada línea de acción hay distintas empresas trabajando. Para la recons-

Casa piloto para el casco antiguo, hecha en base a pilares y vigas industrializadas de hormigón armado.



GENTILEZA SERVIU ANTOFAGASTA

OTROS SECTORES

Hay otras 123 viviendas que corresponden al sector Huella Tres Puntas, ubicado en los faldeos de los cerros de Tocopilla, y que requieren de aterrazamientos y obras de urbanización y vialidad. El proyecto contempla la construcción de muros de contención de hormigón armado, con terrazas de 20 m de ancho, permitiendo la circulación vehicular a través de cinco pasajes que conectarán a las calles Colón y subida Tres Puntas de la ciudad.

TOCOPILLA EN NÚMEROS*

ÁREA	VIVIENDAS
Viviendas nuevas	1.500
Reconstrucción**	2.200
Reparación viviendas	3.000
Universo total	6.700

*Las cifras son aproximadas.
**Casco Antiguo y villas Serviu.



La Constructora Andes propone viviendas de bloque, madera y mixtas.

trucción de las villas Serviu fue elegida demográficamente por los mismos propietarios la constructora Martabid. Para las reparaciones existen más de 100 contratistas prestando servicios a los hogares que resultaron con daños menores, mientras que para reconstruir el Casco Antiguo y el resto de Tocopilla, se presentaron 6 empresas con 20 diferentes modelos y materialidades.

Reconstrucción

Los desafíos abundan. "En el diseño y cómo estaban emplazadas las antiguas poblaciones Serviu predominaba el desorden, debido a que existían frentes prediales de 3,30 m, bajo el sistema de construcción de trenes. Por lo tanto necesitábamos tipologías de casas que se adaptaran a ese espacio, ya que las personas siguen siendo propietarias de sus terrenos", cuenta Campos.

Salvado ese escollo, las viviendas Serviu fueron las primeras en iniciar el proceso de demolición y reconstrucción. El plan del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu), incluye las villas Padre Hurtado, Los Andes y

Eduardo Frei. "Las 407 viviendas Serviu se entregarán en etapas parcializadas, hasta concluir en febrero de 2009", comenta Campos. Las obras comenzaron el 15 de mayo y las primeras 50, correspondientes a la villa Los Andes, se entregaron en octubre pasado. En la Villa Eduardo Frei las obras comenzaron en agosto trabajando en el levantamiento de las primeras viviendas, despeje de los terrenos y en el trazado de los sitios existentes.

Una segunda tarea de reconstrucción corresponde al Casco Antiguo. Mayoritariamente, las familias de esta zona viven en los patios de sus viviendas, las otras se han trasladado a las áreas de emergencia. "Aquí la mayor dificultad es la alta dispersión de los tipos de predios, ya que existen frentes de 3 m, de 10 m, casas esquinas y viviendas que abarcan de una cuadra a la otra, no hay un estándar", indica Campos. Esto responde a la forma en que se emplazó Tocopilla, con terrenos irregulares, salvo las poblaciones Serviu cuyos loteos eran más establecidos.

"La superficie de las viviendas será de 45 m², ampliables a 58 m², de uno o dos pisos, de-

pendiendo de la extensión del terreno. Durante el mes de agosto la Entidad de Gestión Inmobiliaria Social (EGIS) y las empresas constructoras expusieron a la comunidad interesada los diversos modelos de casas para las 2.400 viviendas afectadas del casco antiguo. 1.100 familias ya escogieron una de las opciones entre las disponibles hoy en día. Estas se suman a las 1.669 familias que ya repararon sus viviendas, lo que corresponde al 55% del total, con una inversión hasta el momento de 4.991 millones de pesos.

Hasta ahora son tres las empresas autorizadas para construir viviendas en la ciudad nortina, PSI, Molco y Constructora Andes, cifra que podría aumentar porque nuevas firmas (hasta el cierre de esta edición) realizan los trámites y entregan planos para la aprobación del Serviu, como es el caso de H&S y Seremac. Las soluciones habitacionales poseen living, comedor, cocina, baño y tres dormitorios, respondiendo a las exigencias del Serviu. Ofertas hay, y para todos los gustos. Casas con terminaciones para llegar y vivir, como es el caso de la constructora Molco,



GENTILEZA SERVIU ANTOFAGASTA

Las viviendas para los allegados tendrán un terreno de 100 m² y serán pareadas de manera simple. Contarán con 45,96 m² construidos en dos pisos, mientras que las de un piso serán de 39,60 metros cuadrados.

cuya vivienda posee un novedoso sistema de módulos prefabricados que consta de cimiento de hormigón aislado en sus fundaciones, una base de pino impregnado, con tabiquerías del mismo material, terminaciones de piso flotante y artefactos incorporados como lavaplatos con mueble, lavadero exterior, lavamanos, pie de ducha, inodoro e instalación de agua potable, red de agua caliente, entre otras mejoras.

La Constructora Los Andes presenta soluciones con muros de bloques con pilares y hormigón armado, pintada completamente y con cerámicas en el primer piso. En el segundo piso, se observa una estructura de madera impregnada, forrada al interior y con cerámicas.

Otras alternativas habitacionales, a la espera de ser aprobadas, como H&S, ofrece a la comunidad viviendas de 1 y 2 pisos, construidas en paneles de hormigón armado, con una superficie superior a 55 m² incluyendo un tercer dormitorio. Por su parte, Seremac presenta casas de uno y dos dormitorios con una superficie construida de más de 55 m², muros perimetrales en hormigón armado y tabiquería interior en Volcometal. Para el segundo piso se agregan pilares, losa de hormigón armado y tabiquerías de Volcometal. Finalmente, la constructora Edicop cuenta con viviendas de 1 y 2 pisos construidas en Volcometal con una superficie superior a 55 m², incluyendo un tercer dormitorio.

Estas soluciones habitacionales serán financiadas a través del subsidio del Minvu, que en la región es de 370 UF, a las que se

suman 100 UF más por la habilitación de terreno, es decir, 470 UF (9 millones 869 mil pesos).

Viviendas nuevas

El terremoto también evidenció en Tocopilla un severo problema: el déficit habitacional. Incluso, para algunos allegados o arrendatarios el terremoto pasó de la tragedia al sueño de la casa propia. El ministerio resolvió incluirlos en las soluciones habitacionales, financiadas con el subsidio de 470 UF.

Los allegados históricos será el primer conjunto a construir, se ubicarán en los terrenos "Tres Marías", donde se ejecutarán 514 viviendas y en el sector Covadonga, con un total de 236 viviendas, ambos terrenos expropiados. La construcción de sus viviendas se inició en los primeros días de octubre, y contará con 22 viviendas de 1 piso, construidas especialmente para minusválidos.

Reparación

Este último ítem resulta inédito. Hasta ahora en Chile, las viviendas dañadas se demolían y si el daño había sido menor era de responsabilidad del propietario repararla. "Este año el Ministerio definió un lineamiento para las reparaciones, sobre el cual se trabaja, y donde SERVIU entrega un subsidio de hasta 200 UF (4 millones de pesos), dependiendo del tipo de daño, previo levantamiento de una ficha", señala Campos.

Los daños son estructurales. Los que más se repiten son: fisura en murallas, puertas descuadradas, ventanas que no cierran, problemas de techumbre y en los cielos. Se levantó una ficha de daños cuando se hizo el catastro, luego un presupuesto y en base al informe se autoriza la construcción.

Las ampliaciones han sido tema. Muchas

de ellas estaban mal ejecutadas. "Si se cae, arrastra a la construcción original", sentencia Campos.

Queda mucho por hacer. Además de seguir con la reconstrucción habitacional, está pendiente, por ejemplo, la pavimentación. "Los pavimentos quedaron muy deteriorados producto del terremoto y además se han ido deteriorando conforme se ha llevado a cabo el proceso de demolición. Lo que no botó el terremoto, lo remató las grúas oruga", apunta la autoridad nortina. Por eso se atrasó el inicio de la pavimentación, a la espera de que terminara el proceso de demolición, "sin embargo, estamos trabajando en parchar temporalmente los hoyos, para dejar transitable las calles para la locomoción colectiva", indicó la directora regional de SERVIU Antofagasta.

Además de las viviendas, se contempla la reparación de edificios públicos como la Municipalidad, la Gobernación, el edificio de bomberos y de Carabineros. También edificios patrimoniales, así como la construcción del Hospital de Tocopilla, a partir del primer semestre de 2009.

El terremoto se ha convertido en una oportunidad para los tocopillanos. Hace poco más de un año Tocopilla quedó en el suelo. Hoy, se levanta. ■

www.serviuantofagasta.cl

EN SÍNTESIS

A 13 meses del terremoto que sacudió a Tocopilla, la ciudad nortina se está levantando. Queda mucho por hacer, y las autoridades están conscientes de ello. Como dice el dicho, cada catástrofe trae consigo una oportunidad. Y en este caso se aplica a la perfección. Si bien Tocopilla no volverá a ser la misma de antes, su renacimiento trae nuevos aires.

Presec®

Impermeabilizantes

MORTEROS

LAFARGE

damos vida a los materiales

Diseñados especialmente para impermeabilizar y sellar superficies de hormigón ó albañilerías, sello de canterías, superficies flexibles y sellos hidráulicos instantáneos, incluso con presión.



- ✓ Piscinas-Estanques
- ✓ Jardineras
- ✓ Conexiones y reparaciones de Alcantarillado
- ✓ Terrazas y Balcones
- ✓ Subterráneos
- ✓ Muros - Losas de Hormigón
- ✓ Muros de Albañilería
- ✓ Sobrecimientos
- ✓ Túneles

Para mayor información técnica de nuestros productos, contactarse al:
Fono: 490 9000
presec@lafarge.cl
www.lafarge.cl

afanopublicidad.cl

Refuerzo Estructural

Mediante láminas y mantas de compuestos a base de Fibra de Carbono.
Sistema **Sika® Carbodur®**

Experiencia que da Seguridad



Desde 1910 presente en las obras más importantes.



www.sika.cl

EL ACERO EN EL MUNDO

METAL PRECIOSO

Grandes proyectos internacionales de impactante diseño se muestran en una reciente publicación del Instituto Chileno del Acero (ICHA). El acero se luce en complejas y afamadas obras de prestigiosos arquitectos internacionales.

MÁS QUE **TEMPLE DE ACERO**, ahora se debería hablar de creatividad de acero. No es para menos. En el documento "El acero es bello. Grandes arquitectos contemporáneos" se presenta una galería de obras extranjeras de impresionante hermosura. La colección incluye proyectos de arquitectos de la talla del español Santiago Calatrava, el inglés Norman Foster, el canadiense Frank Gehry y el coreano Toyo Ito, entre otros.

En estas grandes obras el acero cobra vital importancia, jugando un rol clave. Con este material "es posible dar rienda suelta a la imaginación y creatividad, especialmente en estructuras en que el origen de su diseño implica un conocimiento de las capacidades del acero, una cercanía con él y un entendimiento de sus posibles logros", destaca la Corporación Instituto Chileno del Acero.

A continuación, una selección de obras imprescindibles que por su diseño arquitectónico y compleja ejecución quedarán registradas entre las principales páginas de la historia de la construcción en acero. *Más información: www.icha.cl*



1. SANTIAGO CALATRAVA

El arquitecto español es considerado uno de los más grandes especialistas en el diseño de megaestructuras caracterizadas por una extraordinaria estética y armonía. El profesional recibió numerosas distinciones, destacándose el Premio Príncipe de Asturias de las Artes en 1999. Entre sus múltiples proyectos sobresalen el Alamillo de Sevilla, la Torre de Comunicaciones de Montjuic en Barcelona, Complejo deportivo de Atenas en Grecia, Puente de Europa de Orleans en Francia y el edificio Turning Torso en Suecia. En la foto la espectacular Estación de Ferrocarril de Lyon en Francia.

2. NORMAN FOSTER

El profesional inglés es presidente de Foster + Partners, oficina creada en 1967 que desarrolla proyectos en más de veinte países. El arquitecto recibió más de 440 premios como la Medalla de Oro de la Academia Francesa de Arquitectura (1991). Entre sus obras destacan el

Centro de Artes Visuales de Norwich en Inglaterra, Hong Kong Banking, Metro Bilbao en España y Aeropuerto de Pekín (ampliación). En la foto se observa la emblemática Swiss Re Tower de Londres.

3. FRANK GHERY

El arquitecto canadiense destaca por diseños con juego de volúmenes y el uso de materiales metálicos en la fachada. Ghery considera los proyectos como verdaderas obras de arte que no deben descuidar conceptos como funcionalidad e integración con el entorno. Entre sus afamadas obras destaca el Weisman Art Museum de Minneapolis, en Estados Unidos (foto).

4. HERZOG & DE MEURON

Prestigioso grupo suizo de arquitectos fundado en 1980 e integrado por Jacques Herzog y Pierre de Meuron. La obra de esta sociedad destaca por soluciones originales a problemas arquitectónicos comunes, combinando elementos artesanales con nuevas tecnologías. Entre sus proyectos se encuentran Museo de Arte de Miami, Nuevo Distrito de Jindong en China, Estadio Olímpico de Beijing y la Biblioteca Universidad Técnica de Brandeburgo en Alemania (foto).

5. NICHOLAS GRIMSHAW

El profesional inglés fundó en 1980 Grimshaw & Partners, oficina de fama internacional con la que obtuvo más de 80 premios. Se destaca por su interés en el desarrollo de diseño sustentable y el uso de materiales y técnicas innovadoras. Entre sus obras sobresalen Estación Ferroviaria de Waterloo en Londres, Centro de Operaciones de British Airways y el Eden Project en Cornwall, Inglaterra (foto).



6-7. RENZO PIANO Y RICHARD ROGERS

Renzo Piano fundó en 1966 la oficina Piano & Rogers, junto al también arquitecto italiano Richard Rogers. Esta alianza ganaría en 1971 el concurso para el diseño del Centro Georges Pompidou en París, que serviría para el lanzamiento internacional de la oficina. A partir de allí, Piano diseñó obras en Suiza, Alemania, Estados Unidos y Japón. En este último país, desarrolló el Aeropuerto Internacional de Kansai (foto). Por su parte, Richard Rogers es autor de proyectos afamados como el Terminal 4 del Aeropuerto de Barajas en Madrid y la Asamblea Nacional de Gales (foto).

8. TOYO ITO

Uno de los arquitectos más innovadores e influyentes del mundo. Nacido en Seúl, Corea, es fundador de la afamada Toyo Ito & Associates. Una prueba de su creatividad se observa en la Torre de los Vientos de Yokohama en Japón (foto). El proyecto es considerado una gran escultura urbana luminosa donde las nuevas tecnologías, la luz y la imagen se fusionan en la concepción arquitectónica.

9. JEAN NOUVEL

La carrera internacional de este arquitecto francés comenzó con la obtención del concurso para la construcción del Instituto del Mundo Árabe, cuyo diseño consistía en un edificio de dos cuerpos separados por una estrecha franja. Nouvel es autor de complejos proyectos en Alemania, Francia, Austria, Japón y España. En este último país, en la ciudad de Barcelona, diseñó la reconocida Torre Agbar (foto).



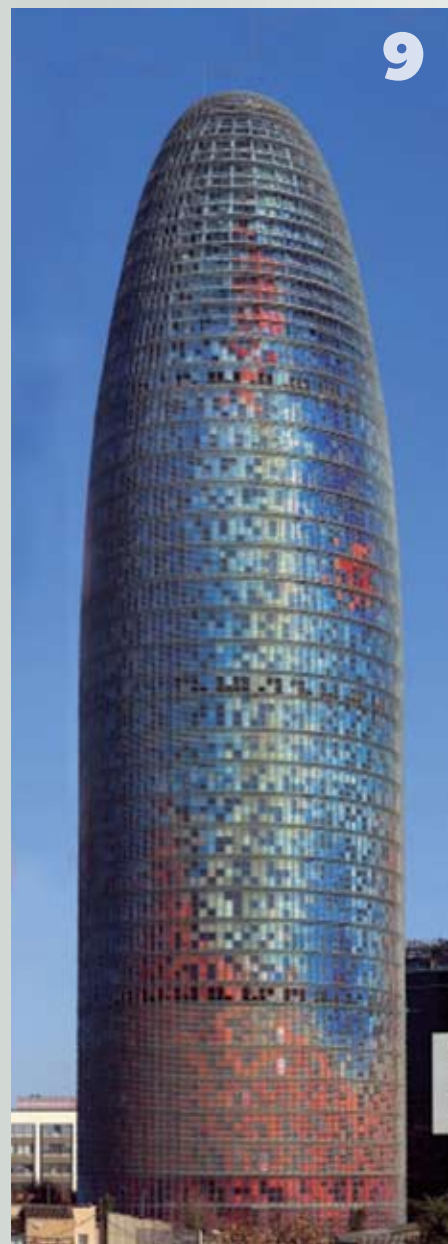
6



7



8



9



10

10. REM KOOLHAAS

Nació en Holanda y en 1975 creó con tres socios la Office for Metropolitan Architecture, OMA, cuyo objetivo consiste en la definición de nuevas relaciones entre la arquitectura y la cultura actual. Se destaca por diseñar edificios de clara consistencia física como el Grand Palais de Lille en Francia, el Teatro de la Danza en Holanda y el innovador Edificio CCTV de Beijing en China (foto).



11

11. CÉSAR PELLI

El arquitecto de la provincia de Tucumán, Argentina, fundó en 1977 su propio estudio. El profesional es reconocido internacionalmente por obras emblemáticas como el World Financial Center de Nueva York en Estados Unidos, el Museo Nacional de Arte de Osaka en Japón y las Torres Petronas en Kuala Lumpur (foto) que por años fue el edificio más alto del mundo. Pelli lidera la arquitectura del rascacielos más alto de Chile, Torre Costanera. ■

DESAFIO

- Pilotes
- Muros Pantalla
- Vibrosustitución
- Mechas Drenantes
- Anclajes
- Micropilotes
- Inyecciones
- Soil Nailing
- Drenes
- Medio Ambiente
- Ensayos de Carga
- Sondajes
- Muro Berlínés

**PILOTES
TERRATEST**
www.terratest.cl



El ensayo de estructuras de acero a tamaño real sometidas a los efectos de un incendio, realizado por el Building Research Establishment (BRE) de Inglaterra, permite obtener información completa sobre su comportamiento integral ante un siniestro. Un aspecto relevante que no es cubierto por ensayos tradicionales de resistencia al fuego (RF), basados en el análisis del comportamiento de los elementos aislados.

A MEDIADOS de la década pasada, en Inglaterra se desarrollaron un conjunto de ensayos de estructuras "tamaño real", sometidas a los efectos de un incendio como parte de los llamados "Experimentos de Cardington", realizados por el Building Research Establishment (BRE). Uno de los objetivos de la investigación consistía en desarrollar modelos numéricos capaces de predecir el comportamiento estructural de un edificio compuesto de marcos de acero, durante un incendio real. Sin embargo, el resultado más importante obtenido fue una mejor explicación y mayor conocimiento de cómo se comportan las estructuras de acero. Éste habitualmente no logra ser cubierto por los ensayos tradicionales de resistencia al fuego (RF), porque analizan el comportamiento de los elementos aislados.

Uno de los promotores de estos ensayos a "tamaño real" fue la industria del acero inglesa que buscaba superar la dificultad que presentan estas estructuras sin protección para cumplir con los requisitos de resistencia al fuego, dispuestos en los códigos de construcción de gran parte del mundo. En el edificio de ocho pisos ensayado existían columnas y vigas de acero, además de losas de hormigón. Para efectos de las

PREVENCIÓN DE INCENDIOS

PROTECCIÓN DE ESTRUCTURAS DE ACERO

RODRIGO ARAVENA
INGENIERO DE PROYECTOS, ÁREA INGENIERÍA
DE PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DE DICTUC



pruebas realizadas, las vigas no tuvieron recubrimiento.

Marco Teórico

Las normas de ensayo de resistencia al fuego, incluyendo la norma Chilena NCh 935/1, de forma general utilizan el concepto de temperatura crítica del acero, en el orden de 500 – 550 °C. Luego, la resistencia al fuego de un sistema compuesto por elementos de acero + producto de protección es el tiempo en el cual ese complejo alcanza la temperatura crítica.

El fundamento del concepto consiste en que los parámetros más relevantes en el diseño estructural, la tensión de fluencia y el módulo de elasticidad de los aceros, decaen al aumentar la temperatura. Así, para una temperatura crítica de $\approx 500^{\circ}\text{C}$, la tensión de fluencia normalmente cae al $\approx 60\%$ de su valor inicial y el módulo de elasticidad a un $\approx 70\%$. El descenso implica que los factores de seguridad usados serán “consumidos” al aumentar la temperatura en el incendio, llegando a la condición de colapso. Es decir, la capacidad soportante del elemento se ve disminuida. (ver gráfico).

Una de las características del concepto de temperatura crítica es que pretende desprender el comportamiento de la estructura basándose en los elementos en-

sayados en forma aislada, siendo el modelo “ciego” a las deformaciones y la posible hiperestaticidad de la estructura. Estos factores sólo pueden ser evaluados en experimentos a gran escala, como los desarrollados en Cardington, y por ello la importancia de este tipo de ensayos.

Los resultados

Algunas de las conclusiones obtenidas de los ensayos señalan que no se produjo un colapso estructural de las vigas sin protección, pese a que la temperatura de ellas superó ampliamente los criterios de falla de los ensayos RF. Además, la estructura se comportó de modo distinto a lo anticipado por las pruebas RF. Así se desprende que las exigencias normativas asociadas a elementos estructurales de acero, para este caso, resultaban demasiado conservadoras. Sin embargo, estos resultados se deben interpretar en el contexto de una prueba específica y no ser extrapoladas automáticamente a todas las estructuras de acero.

Un elemento sustancial desprendido de los experimentos, y que se convirtió en tendencia desde entonces, se resume en que la metodología de ensayos RF, al estar enfocada en el comportamiento de elementos aislados, no evalúa la interacción de estos elementos en la estructura.

Adicionalmente, las condiciones especí-

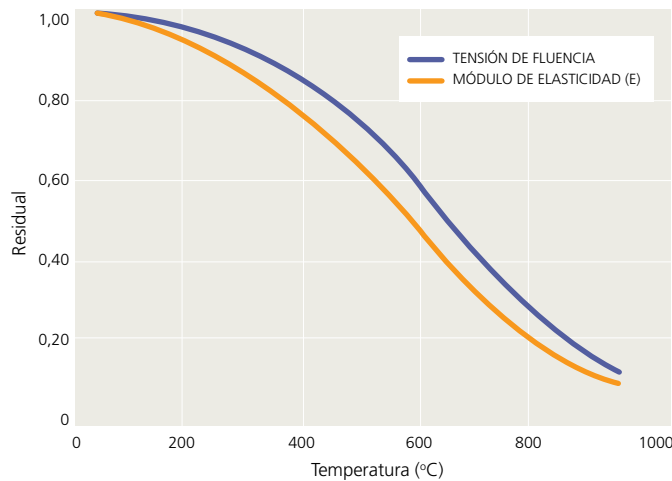


ÚNICOS EN CHILE CON PRODUCCIÓN EN LINEA CONTINUA
LIDER EN CUBIERTAS Y REVESTIMIENTOS AISLADOS

Metecno S.A.
Nueva La Industria 200, Santiago
Fono: 56-2 438 7500 Fax: 56-2 438 7590
www.metecno.cl



GRÁFICO.
CURVAS DE DISMINUCIÓN DE LA TENSIÓN DE FLUENCIA Y EL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL ACERO EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA



sar de los códigos “prescriptivos”, en los que se establece un conjunto de requisitos a cumplir, a los llamados “criterios de desempeño”, en los que se requiere un análisis más detallado e integrado de la correlación entre el incendio y la estructura. Esta última corriente requiere el uso de las herramientas y metodologías de alta complejidad en manos de los profesionales correctos.

Actualmente en Europa y Estados Unidos estos profesionales son formados específicamente en Ingeniería de Protección contra Incendios, un efecto consistente con los resultados de Cardington. Por ello, se concluye que los ensayos en Inglaterra demuestran que las herramientas de ingeniería aplicadas en forma adecuada permiten afrontar el riesgo de incendios de un modo más seguro y eficiente. ■

www.dictuc.cl

ficas del análisis RF donde se simula un “incendio estándar”, puede tener una correlación equivocada con las condiciones reales de un incendio.

Existe una tendencia internacional de pa-

NIBSA®

CALIDAD Y RESPALDO

ISO 9001

cesmec CERTIFICACION

Grifería Temporizada fabricada en Chile

- **Aleación Certificada**, apta para las aguas duras de Chile.
- **Economía**, larga duración y Ahorro de energía.
- **Respaldo**, de la marca y experiencia NIBSA.
- **Asesoría**, profesionales lo asesorarán en sus proyectos.

AHORRO DE AGUA 60% APROX. ECOLOGICO

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

www.nibsa.com



SISTEMA MODEX
Andamios Multidireccional



SISTEMA MANTO
Moldaje Industrial



SISTEMA VARIOMEX MESAS 550
Moldaje Losa Modular



SISTEMA FALCO
Plataforma de Trabajo



Minera Los Pelambres



Laboratorio Chile



Mall Plaza Sur



Edificio Espacio III

- MOLDAJES
- ANDAMIOS
- SERVICIOS

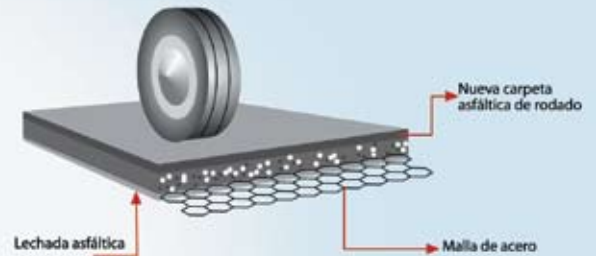
HÜNNEBECK 
Harsco Access Services Group

WWW.HUENNEBECK.COM / INFO-CHILE@HUENNEBECK.CL

Volcán Lascar Poniente 790
Parque Industrial Lo Boza
Pudahuel - Santiago - Chile
Fono: (56-2) 585 44 50
Fax: (56-2) 585 44 79

Gran Bretaña 4733
Concepción
Fono-Fax: (41) 246 10 00
concepcion@huennebeck.cl

*Para obras viales, soluciones integrales en las que puede confiar.
Mesh-Track, Sistema BITUFOR, Refuerzo con Malla de Acero para la Rehabilitación de Pavimentos.*



Este sistema consiste en el refuerzo de los pavimentos en mal estado, con una malla de alambre de acero con cables de refuerzo, que se adhiere al camino con slurry seal y luego, se cubre con una nueva carpeta de rodado de asfalto.



inchalam

INDUSTRIAS CHILENAS DE ALAMBRE

www.inchalam.cl

► ANÁLISIS

Las principales entidades internacionales de normalización aúnan criterios para avanzar en la elaboración de normas técnicas que sirvan de referencia para el diseño y ejecución de edificios sustentables. Además, los organismos normativos trabajan en la definición de parámetros para edificios "inteligentes".

CLAUDIA CERDA S.
COORDINADORA DE NORMAS INN

TENDENCIAS EN NORMALIZACIÓN

EDIFICIOS INTELIGENTES Y SOSTENIBLES



LA EFICIENCIA energética y la construcción sustentable dejaron los discursos para transformarse en una palpable realidad. En esta materia hay múltiples iniciativas en Chile y el mundo. Claro que los desafíos también se multiplican, y uno de ellos se observa en el campo normativo. De hecho, el 14 de octubre se celebró el Día Mundial de la Normalización bajo el lema *Edificios inteligentes y sostenibles*, con la participación de entidades como la International Electrotechnical Commission, IEC, la International Organization for Standardization, ISO, y la International Telecommunication Union, ITU. Estos tres organismos tienen como objetivo elaborar normas técnicas internacionales, y han aunado criterios para comenzar con la elaboración de normas que sirvan como documentos técnicos de referencia, y que especifiquen los requisitos de calidad de productos y servicios que contribuyan a una mejor calidad de vida de las personas que habitan o trabajan en edificios. Estas normas son elaboradas por Comités Técnicos específicos del tema en los que participan expertos internacionales.

Los cambios en la urbanización de las ciu-



dades y la duplicación de la población mundial desde 1950, impulsaron el explosivo crecimiento de nuevas edificaciones. Por lo tanto, el sector de la construcción pasó a ser considerado una industria con injerencia directa en las tres áreas del desarrollo sostenible: economía, sociedad y ambiente. Así, los organismos de normalización internacionales siguen de cerca este crecimiento en la construcción, desarrollando normas técnicas como herramientas y medios que faciliten la integración de las tres áreas mencionadas.

La tarea no es sencilla porque edificios comerciales, públicos y residenciales deben satisfacer múltiples exigencias en temas como resistencia al fuego, calidad de los materiales, resistencia a inundaciones y terremotos, facilidad para integrar redes de tecnología de la información, accesibilidad de las personas discapacitadas y de la tercera edad. A estas exigencias también se debe sumar la incorporación de requisitos de eficiencia energética y huella ecológica.

Otro aspecto interesante se encuentra en los materiales y los procesos de construcción que tienen un impacto en la salud y en la seguridad tanto de los trabaja-

dores como de las personas que viven o trabajan en los edificios. Además, los edificios son importantes usuarios y consumidores de energía, con sus emisiones asociadas de gases de efecto invernadero. Esto hace que tome relevancia el consenso internacional sobre las normas de mitigación de cambio climático, ahorro de energía, terminología ambiental, desempeño ambiental, declaración ambiental de productos de construcción, eficiencia energética y contabilización y verificación de las emisiones de gases de efecto invernadero como una herramienta para diseñadores y arquitectos, ingenieros, propietarios y autoridades públicas para desarrollar edificios sostenibles.

No sólo sustentables, los edificios también son inteligentes. La construcción incorpora más dispositivos electrónicos conectados a redes que distribuyen y utilizan información y medios digitales. El edificio inteligente se está haciendo una realidad con el uso del control remoto para la iluminación, calefacción, uso de los artefactos domésticos y sistemas de seguridad. Considerando la diversidad de tecnologías involucradas, en este aspecto las normas internacionales son claves para permitir la

AIROLITE®

Desde 1955 junto a Ud.

Para propuestas económicas y eficientes
NUEVA LINEA DE EXTRACTORES para baño, con **5 AÑOS DE GARANTIA.**



Modelo MK Turbo con mayor caudal de aire, luz piloto y flap antirretorno, con o sin timer.

Modelo	Consumo Watt	Caudal m ³ /h	Presión estática máx. Pa	Nivel Ruido dB (A)
100MK Turbo	16	128	40	37
125MK Turbo	28	232	63	37
150MK Turbo	30	345	98	41



Modelo MA con celosía antirretorno eléctrica y luz piloto, con o sin timer.

Modelo	Consumo Watt	Caudal m ³ /h	Presión estática máx. Pa	Nivel Ruido dB (A)
100MA	18	98	35	34
125MA	22	185	55	35
150MA	26	295	88	39



Modelo DK con flap antirretorno, con o sin timer.

Modelo	Consumo Watt	Caudal m ³ /h	Presión estática máx. Pa	Nivel Ruido dB (A)
100DK	14	95	35	34
125DK	16	180	55	35
150DK	24	292	86	38



www.airolite.cl
345 5200

Las normas ISO relacionadas con el diseño y construcción de edificios inteligentes y sostenibles se encuentran disponibles para su consulta en la Sala de Consulta Digital del INN: Matías Cousiño 64, piso 5, desde las 09:00 hasta las 13:00 horas. Además, se puede consultar por normas chilenas existentes en esta materia, las cuales fueron adoptadas de las normas internacionales. Estas últimas se concentran en tres grandes grupos:

Normas ISO publicadas por el Comité ISO/TC 205 Diseño ambiental de edificios

Normas publicadas por el Comité ISO/TC 59 SC 14

Normas ISO publicadas por el Comité ISO/TC 59 SC 17



interoperabilidad y seguridad para crear valor y variedad para los consumidores, haciendo posible el uso de diversos productos y servicios.

ISO trabaja fuerte en los ámbitos mencionados anteriormente desde el Comité Técnico ISO/TC 205 Diseño ambiental de edificios. Éste tiene por objetivo elaborar normas sobre diseño de nuevos edificios y recambio de edificios existentes para lograr ambientes interiores aceptables y buenas prácticas en conservación de la energía y eficiencia energética. Los factores incluidos en un ambiente interior

aceptable son calidad del aire, factores térmicos, acústicos y visuales. También este Comité ha estado trabajando en normas sobre sistemas de control y automatización de edificios.

Este grupo a su vez se relaciona directamente con el Comité Técnico ISO/TC 59 Construcción de edificios, el cual apunta a normalizar en el campo de la construcción y de la ingeniería civil y tiene al menos dos Subcomités especializados en temas de permanente consulta como vida de servicio (Subcomité 14, listado de normas publicadas), y sostenibilidad en la construcción de edificios.

En conclusión, las normas internacionales, que también son válidas para Chile, al ser aplicables en los edificios buscan mejorar la eficiencia de la producción, optimizar los recursos, difundir el conocimiento y la transferencia tecnológica, simplificar el diseño y la planificación de los edificios. Así, se persigue satisfacer las exigencias en materia de calidad y seguridad, y al mismo tiempo incorporar nuevas tecnologías para la construcción. ■

www.inn.cl

CALIDAD QUE MARCA LA DIFERENCIA

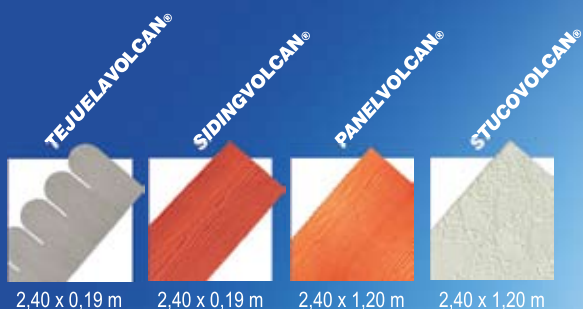


Cuenta con la versatilidad de los Revestimientos Exteriores Volcán

Los Revestimientos Exteriores Volcán ofrecen enormes ventajas a su proyecto, además de su competitivo costo por m², su resistencia y larga vida útil aumentan el valor comercial y estético de su obra.

Estos revestimientos, hechos en base a fibrocemento, también destacan por su seguridad, son incombustibles y de gran estabilidad dimensional. Decídase por la calidad de los revestimientos exteriores Volcán, el líder en soluciones constructivas.

- Alta resistencia y larga vida útil
- Competitivo costo por m²
- Mayor valor estético y comercial
- Resistencia al fuego
- Variedad de diseños y colores (resiste pinturas)



Asistencia Técnica Volcán
600 399 2000
asistencia@volcan.cl



VOLCAN®
Experto en Soluciones Constructivas

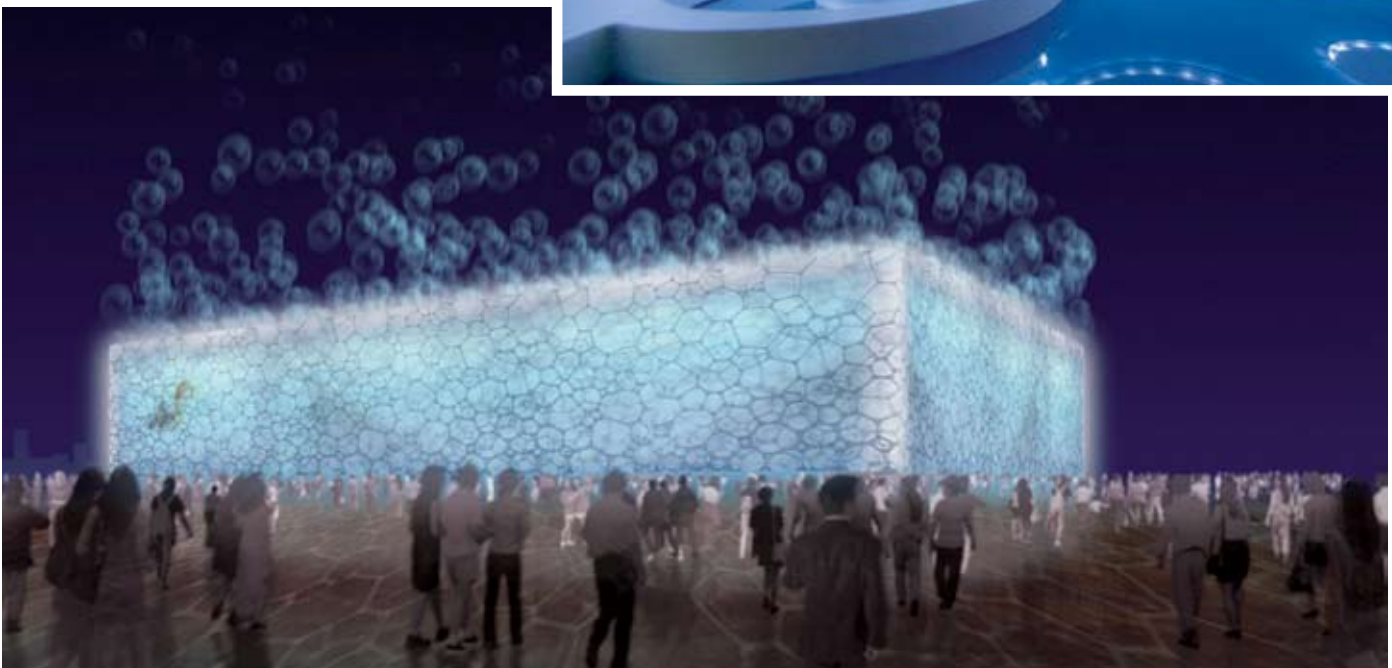
► OBRAS INTERNACIONALES

En el Parque olímpico, distanciados por unos pocos metros, se encuentran los imponentes estadios Nido de Pájaros y Cubo de Agua. La innovación y un moderno diseño mantienen la armonía que caracteriza a una cultura milenaria. Las dos espectaculares obras se potencian y generan un delicado equilibrio. Un equilibrio ancestral que se prolonga hasta nuestros días.

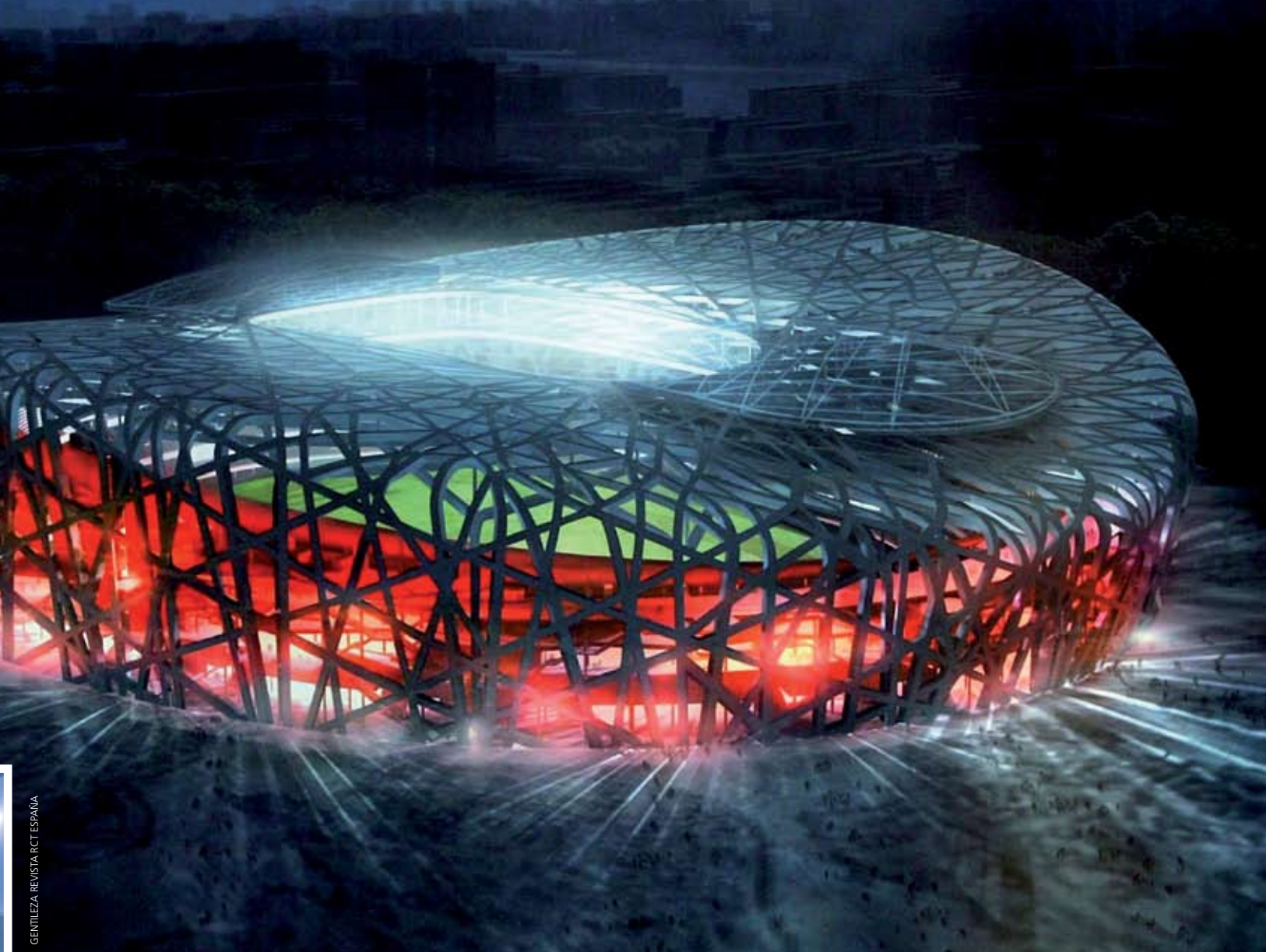
ESTADIOS OLÍMPICOS DE BEIJING

EL EQUILIBRIO DE LA INNOVACIÓN

MARCELO CASARES
DESDE BEIJING, CHINA



GENTILEZZA PTW ARCHITECTS / REVISTA OBRAS MÉXICO



“**H**AY QUE VIVIR ESTO, no es ni remotamente parecido a que te lo cuenten”, dijo un profesional chileno al detenerse unos instantes entre los estadios Nido de Pájaros y Cubo de Agua en el Parque olímpico de Beijing. Este emocionado ejecutivo nacional, que formaba parte de una misión tecnológica chilena a China (ver recuadro La misión), tenía razón. Mucha razón, porque las dos impresionantes obras conmovieron de igual manera a este enviado especial de Revista BiT, al que además le queda la compleja tarea de contarlos “aunque no sea ni remotamente parecido a vivirlo”. Hay que intentarlo. Pero antes de abordar los aspectos técnicos, que los hay y en gran número, se debe decir que al contemplar estos dos monumentales proyectos un profundo silencio se apodera del insignificante espectador. De inmediato se comprende el simbolismo ancestral chino del Yin Yang que inspiró el diseño de los dos estadios, como si fueran dos fuerzas opuestas y complementarias, como el día y la noche, la vida y la muerte, la tierra y el cielo, el sonido y el silencio. En fin, el equilibrio. Y en ese estado no resulta difícil imaginar a cientos de Guerreros de Terracota izando la espectacular estructura metálica del Nido de Pájaros y a un gigantesco dragón lanzando desde el cielo miles de burbujas hasta formar el Cubo de Agua. Abrimos los ojos y volvemos a la realidad para repasar algunos de los aspectos técnicos que sobresalen en estas obras. Los Juegos Olímpicos de Beijing ya pasaron a la historia, pero el interés por conocer el diseño y la construcción de los emblemáticos estadios recién comienza.

FICHA TÉCNICA

NIDO DE PÁJAROS

Nombre: Estadio Nacional
Ubicación: Parque olímpico
Uso durante los JJOO: Inauguración, Clausura, Atletismo, Fútbol masculino
Uso durante los Juegos Paraolímpicos: Inauguración, Clausura, Atletismo
Superficie: 258.000 m²
Asientos permanentes: 80.000
Asientos Temporales: 11.000
Inicio de la construcción: 24 de diciembre de 2003
Arquitectos: Herzog & DeMeuron y el Instituto de Diseño y Arquitectura de China

CUBO DE AGUA

Nombre: Centro Acuático Nacional
Ubicación: Parque olímpico
Superficie: 79.532 m²
Uso durante los JJOO: Natación y Saltos
Uso durante los Juegos Paraolímpicos: Natación
Asientos Fijos: 6.000
Asientos Temporales: 11.000
Inicio de la construcción: 24 de diciembre de 2003
Arquitectos: PTW Architects



GENTILEZZA ENERPAC

Etapa final del montaje de la estructura de 42.000 t de acero entrelazado.

Nido de Pájaros

La analogía propuesta por los arquitectos suizos Herzog & Meuron fascinó al jurado chino encargado de decidir el diseño del estadio, sede de los Juegos Olímpicos de 2008. No es para menos. En China, el nido de pájaros representa un manjar costoso y considerado extremadamente saludable, que se sirve en ocasiones sumamente especiales. A esto se agrega que la estructura metálica para sostener el techo retráctil, efectivamente parecía un delicado tejido de ramas realizado por un ave. Y aunque finalmente se descartó la aplicación de la cubierta, por razones de costos, la idea de la oficina suiza, autora del estadio alemán Allianz Arena, se impuso entre 13 propuestas finalistas provenientes de nueve países. Algunas cifras que impresionan. El Estadio Nacional, su nombre formal, se ubica en el sector sur del Parque olímpico, siendo el recinto principal de los 29^º Juegos Olímpicos. Su superficie alcanza los 258 mil m² y su capacidad es de 91.000 espectadores, incluyendo 11.000 asientos temporales. Su estructura de acero elíptica pesa 42.000 t, tiene 333 m de largo, 294 m de ancho y 69 m de altura, y su vida útil supera los 100 años.

En el Nido de Pájaros numerosos aspectos llaman la atención. Para empezar, se debe destacar que la estructura hace de fachada y la fachada de estructura. Es decir, se trata del mismo elemento. Es un complejo de componentes estructurales de acero que se sostienen mutuamente y convergen en una red, como las ramas entrelazadas en un nido de ave. Un dato importante. La estructura metálica exterior se encuentra separada de la sección de hormigón que contiene los asientos, para incrementar su resistencia a sismos. Así, se estima que el estadio soportaría un terremoto de 7,9 en la escala Richter, como el que demolió la ciudad china de Tangshan el 28 de julio de 1976.

La estructura consta de tres círculos: exterior, central e interior. Cada uno cuenta con un número específico de columnas de soporte, siendo 24 para los círculos exterior y central, y 30 para el interior. La mayor de estas 78 columnas pesa alrededor de 500 toneladas y alcanza los 69 metros. Por su parte, las vigas principales poseen 12 m de altura y la máxima distancia entre las dos vigas se sitúa en los 102,39 metros.

Semejante estructura requiere de materiales de extraordinaria resistencia. En este caso, duplicar el estándar. Según el experto Hou Zhaoxin(**), quien participó de la ejecución del proyecto, el acero utilizado es el

Q460E235, el máximo grado empleado en la construcción. La nomenclatura tiene una explicación. El profesional manifestó que la cifra 460 alude a la resistencia del acero, E al parámetro de la tenacidad y el impacto negativo bajo 40 grados, y Z235 al más alto rendimiento del material.

A estos antecedentes se agrega el complejo de estructuras secundarias que se traduce en la diversidad de las articulaciones nodales de las principales, que requiere precisión y sofisticado sistema de fabricación e instalación. Así, no resulta difícil imaginar que el montaje de la estructura implicó un reto inmenso. Para optimizar la carga, el control y la seguridad del sistema se dividieron los 78 pilares en 10 zonas, cada una con su propio controlador. A través de sofisticados software se programaron los datos de carga y montaje para asegurar un proceso de elevación y descenso completamente controlado. Abundaron las simulaciones virtuales de montaje y las pruebas en terreno.

De las 42.000 t que pesa el proyecto, el techo y las partes colgantes representan alrededor de 11.200 toneladas. Esta pesada carga de la cubierta fue soportada por 78 columnas temporales de acero. Para mayor estabilidad, se soldaron las inmensas ramas del techo en los soportes. Tras finalizar la estructura del nido, se tuvieron que cortar las 'ramas' de los

GENTILEZA ENERPAC



Los sistemas hidráulicos ubicados en cada uno de los 30 pilares del círculo interior. A la izquierda, los soportes temporales se cortan de los elementos estructurales secundarios de acero.

pilares de soporte para poder comenzar con el desmontaje de los pilares temporales. Atención, porque un momento clave del montaje sucedió cuando se retiraron los esfuerzos temporales y los pilares debieron soportar sin intermediarios el peso del techo. El proceso de desconexión y desmontaje de los soportes temporales consistió en levantar la estructura de una forma sincronizada y completamente controlada de sus soportes, cortar las soldaduras, seguido de un descenso controlado y sincronizado por etapas para permitir la extracción de las placas niveladoras de 50 mm utilizadas durante la construcción. La hidráulica controlada por computación fue la solución aplicada. La compañía Enerpac especificó y diseñó para esta aplicación la configuración completa, incluyendo el sistema central, los controladores satelitales, los 156 cilindros hidráulicos de alta presión y doble efecto, y las 55 unidades de potencia hidráulica controladas electrónicamente. Para mayor seguridad, control y precisión se integraron válvulas multifuncionales, sensores de carga, sensores de carrera, detectores de desviación y un sistema digital de retroacción. Tras desconectar con éxito la estructura de acero de 45.000 tonela-

das de sus pilares temporales de soporte, el nido se sustentó por primera vez sobre sus propias columnas. Un alivio para todos porque a pesar de tratarse de monumentales piezas, la precisión era el norte a seguir. En este delicado proceso el descenso máximo permitido del círculo exterior se limita al rango de 68 a 286 mm, el medio de 161 a 178 mm y el interior de 208 a 286 milímetros. Si en la faena se superaban estos indicadores se habrían generado grietas en el esqueleto, provocando en las etapas sucesivas problemas en el diseño, la fabricación y montaje. Con los resultados a la vista, hubo precisión quirúrgica.

Para que nadie se quede mirando el techo, el Estadio Nacional se cubre con una doble capa de membrana de estructura, una transparente conformada por un polímero llamado ETFE (Etileno Tetra Fluoro Etileno) en la parte superior de la techumbre y una translúcida PTFE en el inferior. Finalmente, se aplica una solución acústica de PTFE (Etileno de Poli Tetra Fluoro) a las paredes laterales del anillo inte-

rior. Otro dato, el uso de membranas de ETFE permite exhibir espectáculos de luces y figuras geométricas en su exterior. Por si fuera poco, el recinto se encuentra equipado con un sistema de energía solar y un recolector de agua lluvia para procesarla y aplicarla en su irrigación y limpieza.

Cubo de agua

A unos pasos del Nido de Pájaros se encuentra el Cubo de Agua, o Water Cube o Centro Acuático Nacional. Como en el proyecto anterior, no corrió sola la oficina de arquitectos victoriosa. Para nada, debió enfrentar a 150 proyectos de todo el mundo y someterse a una ronda final ante 10 exigentes competidores, para alcanzar la presea dorada. Claro, la idea de PTW Architects (Australia) resultó sencillamente espectacular. La innovación se desprende de cada poro, de cada burbuja en este caso. No hay equivocación, porque el diseño se inspiró en algo tan efímero y etéreo como una burbuja. Así, la fachada del Cubo de Agua se compone de 3.500 almohadones de aire del material ETFE (Etileno Tetra Fluoro Etileno). Sí, 3.500 burbujas distintas.

LA MISIÓN

Del 17 al 28 de noviembre se realizó una misión tecnológica chilena a China, organizada por la Cámara Chilena de la Construcción, con la colaboración de la Corporación de Desarrollo Tecnológico y la Cámara Chileno-Alemana de Comercio e Industria. En las ciudades de Beijing y Shanghai, más de 30 profesionales del sector mantuvieron una reunión con Ernesto Lagos, director de ProChile en Shanghai, observaron distintas obras en ejecución y visitaron la feria especializada en maquinaria Bauma China 2009. Entre las actividades se destacan las visitas a viviendas sociales con un sistema de aislamiento térmico exterior compuesto (ETICS), el Parque Olímpico de Beijing, la construcción de condominios de lujos, el Museo de la Planificación, la Villa Expo de la oficina alemana de arquitectos HPP para la Muestra Universal Shanghai 2010, el Tren de levitación magnética que alcanza una velocidad de 300 km/h, el Observatorio del rascacielos Shanghai World Financial Center a 435 metros de altura, el Puerto Shanghai ubicado en la isla de Yangshan que se une al continente con un puente de 32 kilómetros, y la construcción del nuevo Aeropuerto de Hongqiao (en la foto).



Las burbujas de ETFE permiten el traspaso de la luz natural al interior del recinto (a la derecha). La estructura que sostiene la fachada se compone de 22.000 vigas de acero (al centro). La iluminación formada por diodos luminiscentes ahorran hasta un 60% de energía, en comparación con soluciones tradicionales (abajo).



El edificio atrapa. De día con un soberbio azul y de noche con espléndida iluminación, el recinto genera un magnetismo que atrae invariablemente a los visitantes. Imposible resistirse. Su fachada parece una piel que respira, y efectivamente respira. Las burbujas consisten en prismas pentagonales de 12 y 14 caras ligeramente curvas. Se componen de dos capas de membranas traslúcidas infladas con aire a baja presión, soportadas por una estructura de acero. Cada burbuja posee su propia bomba para el inflado y durante la construcción este procedimiento se realizó en reiteradas ocasiones para comprobar su presión, encuadre, forma y transparencia. No se trata sólo de vuelo creativo, al contrario, éste se pone al servicio de una innovadora solución energética. Las almohadas operan como cámaras de aire obteniendo ganancia térmica y confort climático al interior, excelente luminosidad y repele la incidencia de los rayos UV. Es más, la membrana absorbe sólo el calor necesario hasta alcanzar los 28°C. A través de la primera capa de la cubierta ingresa el 95% del calor. La segunda retiene un 40% de calor y sólo deja pasar un 5%, el 50% restante se expulsa por válvulas existentes en la primera

capa. Además, el calor absorbido colabora con el calentamiento del agua de los 5 natatorios. Por si fueran pocos elementos sostenibles, el edificio acumula y reutiliza el agua lluvia.

Las propiedades del material de las burbujas facilitan que la luz natural se refleje por el interior de toda la estructura, y que su color cambie vistosamente pues durante el día el tono es entre azul y gris. Para la noche, se dispuso de una novedosa iluminación azul formada por diodos luminiscentes que ahorran hasta un 60% de la energía consumida por los tradicionales tubos fluorescentes. Los fabricantes aseguran que el film de las almohadas resiste las tormentas de arena, los veranos asfixiantes y los fríos inviernos de Beijing. Finalmente, el material se autolimpia porque sólo con lluvia se elimina eficazmente el polvo acumulado en la superficie.

Sí, lógico. Antes de terminar hay que saber dónde se apoyan las burbujas. Se trata de una estructura compuesta por 22.000 vigas de acero. La compañía Arup desarrolló el modelo computarizado del esqueleto metálico para optimizar el diseño y el análisis estructural. Así, se determinaron las secciones y pesos mí-

nimos para cada uno de los elementos estructurales. Se analizó en detalle cada una de las vigas, evaluando su comportamiento frente al tamaño variable de las burbujas, la más grande ronda en los 9 m de longitud, y factores como viento y sismos. En la fase de estudio y cálculo, cada elemento de acero se puso a prueba en virtud de 190 casos diferentes de carga. El objetivo era uno solo, generar los más estrictos escenarios para obtener un esqueleto fuerte pero ligero. Para el montaje de la estructura metálica, efectuado sobre una gran base de hormigón, los constructores dedicaron casi dos meses para realizar el andamiaje e instalación, siendo necesaria una estricta nomenclatura para cada una de las piezas y sus uniones.

Los estadios mantienen la armonía propia de una cultura milenaria. El equilibrio reina entre estas dos fabulosas obras. El equilibrio domina la innovación y la vida. ■

<http://en.beijing2008.cn>

(*) Información proveniente de investigación propia, Revista Obras México (Cubo de Agua) y la empresa Enerpac (Nido de Pájaros).

(**) Hou Zhaoxin hizo estas declaraciones en el sitio www.beijingbirdnest.com

EN SÍNTESIS

En el Parque olímpico de Beijing, donde se realizaron los últimos Juegos Olímpicos, se destacan el Estadio Nacional y el Centro Acuático Nacional, más conocidos como el Nido de Pájaros y el Cubo de Agua, respectivamente. Las obras destacan por un imponente diseño y por incorporar conceptos innovadores en construcción, montaje y soluciones energéticas. En el Nido de Pájaros sobresale su estructura de acero, cuyo peso alcanza las 72 mil toneladas. En el Cubo de Agua impacta su frontis compuesto por 3.500 burbujas de ETFE (Etileno Tetra Fluoro Etileno).

GENTILEZA PTW ARCHITECTS / REVISTA OBRAS MÉXICO

Comprometidos en hacer realidad tus proyectos.



Siempre entregando la mejor calidad de servicios, rapidez de respuesta y tecnología aplicada en obra. Así, tus proyectos dejan de ser proyectos.



READY MIX

Más compromiso. Más soluciones.

www.cbb.cl

PREVENCIÓN DE RIESGOS EN EXCAVACIONES

SEGURIDAD SIN DERRUMBES

GENTILEZA SIGRO S.A.

Los esfuerzos por incrementar la seguridad en obra no deben derrumbarse, y menos cuando se trata de excavaciones. Éstas representan una de las primeras faenas en la ejecución de un proyecto y exige considerar múltiples factores para no cometer errores ni provocar accidentes. La escasa homogeneidad del suelo en su composición es sólo uno de los elementos que encierra riesgos. Cumplir las recomendaciones de los expertos, permitirá el firme sostenimiento de la seguridad en esta faena.

LAS COSAS por su nombre. El 8% de las muertes ocurridas en el sector construcción durante el 2007 corresponden a accidentes en excavaciones. Un porcentaje que refleja con claridad la importancia que debe tener la prevención de riesgos en esta faena. Hay que redoblar esfuerzos porque la edificación, más allá de la crisis, tiende hacia un crecimiento continuo por el alto valor del suelo, multiplicando profundas excavaciones en las grandes ciudades.

No hay que dramatizar, pero sí mirar hacia abajo para analizar detenidamente el suelo donde se construirán los cimientos de gigantes estructuras. Determinar la mejor forma en que interactuarán el suelo y la estructura, representa una tarea compleja. Primero, re-

sulta imprescindible una investigación sobre la calidad del terreno, su composición, densidad, resistencia al corte y humedad, entre otros parámetros. Tras el estudio, el profesional encargado de proyectar las excavaciones debería anticiparse al comportamiento del suelo ante determinada intervención y así fundamentar la elección del más adecuado mecanismo de excavación.

Las excavaciones verticales y de gran profundidad son las más comunes en Santiago porque la superficie del terreno generalmente no permite respetar el ángulo de talud natural del suelo. Ante esto, resulta obligatorio emplear un método de contención como las pilas de socialzado ubicadas en todo el contorno de la excavación, una de las alternativas más utilizadas. Además de la calidad del suelo es necesario considerar otros factores. "Uno como proyectista

GERALDINE ORMAZÁBAL N.
PERIODISTA REVISTA BIT

El proyectista de excavaciones en las visitas a terreno tiene que visualizar el entorno, porque si hay casas es distinto a que haya un terreno baldío. Si hay un relleno es diferente a que haya un material consolidado. En definitiva, tiene que prestar atención a numerosos factores extras que pueden interferir en la ejecución de la obra.

de excavaciones en las visitas a terreno tiene que visualizar el entorno, porque si hay casas es distinto a que haya un terreno baldío o si hay un relleno es diferente a que haya un material consolidado. En definitiva, tenemos que prestar atención a numerosos factores extras que pueden interferir en la ejecución de la obra. La idea es que nadie se de cuenta que estás afirmando un corte y que a nadie le afecte”, comenta Lucy Magaña, Ingeniero Civil Geotécnico.

Atención. Por más experiencia que se tenga en el diseño de excavaciones, los suelos no son homogéneos y se comportan de manera distinta incluso a poca distancia. Por

ello, es necesario estar atento durante todo el proceso al surgimiento de eventos no advertidos previamente, como un bolsón de arena o la filtración de agua desde una napa subterránea o producto de una lluvia considerable, entre múltiples irregularidades.

La mirada profesional atenta permitirá estar preparados para enfrentar todo tipo de anomalía que se produzca en cualquier momento. Vamos a casos concretos. Revisaremos una obra de la Empresa Constructora Sigro S.A. donde la calidad del terreno y su geometría hicieron de este proceso una tarea compleja, combinando cortes en talud con excavaciones verticales.

Excavación en el cerro

En la comuna de Vitacura, a los pies del cerro Alvarado, la empresa Sigro construye el edificio Da Vinci, la cuarta etapa de un complejo inmobiliario que nació con el edificio Brindisi. Las construcciones se adaptan a la fisonomía del cerro, diseño arquitectónico que dio lugar a un complejo proceso de excavación.

La forma del cerro permitió realizar la excavación en dos etapas. La primera parte del proceso, la superior, se ejecutó de manera tradicional con un camino de acceso, se extrajo el material y se dejó el terreno con una inclinación tal que era capaz de auto soportarse. “Al momento de realizar los cortes verticales (la segunda etapa) se presentaron las complicaciones, dadas principalmente por la calidad del suelo ya que se trata de un cerro que tiene roca fragmentada y meteorizada. Esto significa que es altamente frágil y de muy fácil desmoronamiento. Además, tiene planos de falla absolutamente incoherentes”, comentó Jaime Rojas Smith, administrador de obra. Estas dificultades fueron resueltas utilizando un sistema de sostenimiento con anclajes activos.

El proceso total demoró cuatro meses pues no era posible realizarlo en forma continua. Esto porque se tuvo que ir reforzando el terreno a medida que se avanzaba en la excavación. La secuencia de trabajo estuvo compuesta por ciclos de diez días para descender dos metros de profundidad. Específicamente partía con la perforación del terreno; seguía con la instalación de los pernos con los cables y la inyección de lechadas de hormigón para generar un bulbo. Durante el período de fraguado del bulbo, se coloca sobre la cara vertical del terreno la malla electrosoldada de refuerzo del hormigón proyectado, así se genera la membrana que recibirá la cabeza del anclaje para el tensado.

El proceso de excavación resultó un tanto lento. Estuvo en manos de empresas especialistas en excavaciones, complementada

.....
Monitorear el comportamiento de la humedad del suelo resulta fundamental.



GENTILEZA ECAVAL LTDA.



GENTILEZA SIGRO S.A.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN PROYECTO DA VINCI

1. Disposición de escala para acceder a la excavación.
2. Capacitación a los trabajadores.
3. Instalación de pasarelas para el tránsito del personal con materiales.
4. Adecuación de rampa de acceso.



con las medidas de seguridad y prevención tomadas por la empresa constructora (ver fotos). A continuación, los principales consejos entregados por los especialistas en esta faena.

Recomendaciones generales

Cuando comienza la excavación quedan atrás las disyuntivas del diseño y hay que preocuparse de que la faena se ejecute sin riesgos para los trabajadores. Hay cuatro factores clave:

La humedad del suelo. Monitorear el comportamiento de este elemento resulta fundamental porque mantiene cohesionadas las partículas de un terreno. Entonces,

efecto que concluye con el derrumbe de una parte del terreno. Por el contrario, si existe una saturación por exceso de humedad, en esas condiciones el suelo se vuelve muy blando y también existiría el riesgo de perder estabilidad.

Las recomendaciones que se entregan para evitar accidentes por esta causa van desde la aplicación de hormigón proyectado, tanto para proteger la evaporación del agua como para detener la absorción de humedad causada por alguna fuente externa (lluvia y filtración, entre otras), hasta la precaución de realizar el proceso de excavación dentro de los plazos previstos y recomendados por el ingeniero proyectista. A

raíz de la crisis financiera, este último punto cobra especial importancia ya que algunas obras se detienen momentáneamente y al quedar la excavación abierta más del tiempo habitual se multiplican los riesgos.

La modificación del ángulo de reposo de los taludes. De acuerdo al tipo y calidad, los terrenos tienen cierta resistencia. Esa capacidad determina un ángulo de inclinación en el que se pueden ejecutar taludes y el terreno permanecer estable. En la medida que disminuye la resistencia friccionante del suelo se reduce el ángulo en que se puede cortar el terreno. Entonces, cuando no es posible respetar la inclinación de reposo natural es necesario implementar un sistema de sostenimiento.

Las pilas de socalzado permiten realizar el corte vertical y son el sistema de entibación más utilizado cuando se abren este tipo de excavaciones.

Poliuretano

Para impermeabilización de losas de hormigón



La más práctica solución para impermeabilizar estacionamientos



- Fácil de instalar.
- En frío.
- Limpio y atractivo.
- Múltiples capas por sistema.
- Sistemas de acuerdo al tránsito requerido.
- Membrana in situ

ASFALCHILE

Av. Pedro de Valdivia 2319 / Providencia / Santiago / Chile / Tel. (56 -2) 7998744 / Fax (56 -2) 3715101 / www.asfalchilemobil.cl

GENTILEZA SIGRO S.A.



Hormigón proyectado sobre malla electrosoldada.

El socavamiento de los terrenos. Como los suelos no son homogéneos es común que avanzada la excavación aparezcan bolones de un material distinto al que conforma la zona donde se está trabajando. Para controlar esas irregularidades y evitar que se produzcan deslizamientos, es recomendable aplicar un tratamiento especial para que no siga desprendiéndose el material; por ejemplo, colocar mallas de alambre con lechadas de cemento que actúen como una barrera para detener la migración de material.

Las sobrecargas en el borde de la excavación. Existen dos tipos: las dinámicas que se refieren al tránsito de maquinarias o personal al borde de la excavación, y las estáticas que suponen la acumulación del material extraído en esa misma zona o la ubicación de las instalaciones de faenas muy próximas al contorno. Todos esos pesos debilitan el terreno y presionan para un posible deslizamiento. "La recomendación es que se fije una faja de seguridad donde se señalice claramente que ese sector no puede cargarse ni transitarse. El ancho dependerá de las dimensiones de la excavación", señaló Luis Morales, gerente consultor en Seguridad y Salud Ocupacional de la Mutual de Seguridad.

Supervisión constante

La imposibilidad de resolver con certeza cómo se comportará un suelo hace que la etapa de excavaciones sea una actividad compleja. Por ello, gran parte de las empresas constructoras prefieren subcontratar compañías especialistas en la materia, que cuentan con la maquinaria y el personal adecuado. "Permanentemente fiscalizamos las obras en terreno. Si por ejemplo el operario no está seguro de la acción que va a ejecutar, se detiene la obra, concurre un experto a terreno y se estudia la mejor forma de seguir con el proceso", señala José Antonio Castro, subgerente general de Ecaval Ltda., empresa familiar dedicada a la demolición, excavación y transporte de áridos.

Otra clave imprescindible. Realizar una inspección visual diaria de la excavación y contar con el apoyo directo de un profesional que resuelva las dudas ante la aparición de cualquier irregularidad.

Aplicando estas medidas, se espera que el derrumbe afecte sólo a las estadísticas y no se vuelvan a lamentar accidentes en excavaciones. ■

www.mutual.cl



**TENDENCIAS
EN ASFALTO**

AUMENTA LA VELOCIDAD

En los últimos años, los fabricantes de asfalto pisaron el acelerador impulsando una serie de nuevos productos. Hoy se observan variedades con color y drenantes, entre otras. La investigación nacional en esta área no se detiene y se esperan interesantes novedades en el corto plazo.

PATRICIA SÁNCHEZ R.
PERIODISTA REVISTA BIT



El asfalto en color es usado en espacios específicos como plazas, cruces peatonales, ciclovías e incluso en pistas de Fórmula 1.

negro del producto estándar obteniendo una solución sintética incolora. Así, al momento de agregar pigmento se logran resultados óptimos y los colores deseados como rojos, amarillos, verdes y azules, entre otros”, señala Raúl Olave, gerente del negocio de asfalto en Shell Chile y Colombia, compañía que desarrolla esta tecnología. El ejecutivo agrega que actualmente existen sólo tres plantas de este producto en el mundo (dos en Europa y una en Asia). Hasta el momento, en Chile sólo se aplicó en ciclovías. “Esperamos que su empleo se incremente en nuestro país en los próximos años, venciendo el riesgo a aventurarse en utilizar técnicas distintas a las tradicionales”.

EN LA INDUSTRIA del asfalto nadie quiere quedarse varado a un costado de la ruta. Más allá de los vaivenes en el precio de uno de sus principales insumos, el petróleo, y la crisis económica global, en el último tiempo este segmento apuesta fuerte por nuevos desarrollos. Hay noticias frescas sobre novedosas tecnologías que privilegian la seguridad, confort y el cuidado por el medioambiente. Estas tendencias se traducen en pavimentos asfálticos de color, mezclas drenantes y micropavimentos discontinuos en caliente entre otras soluciones.

Asfaltos de color

Una solución creada con una finalidad estética y de seguridad, aplicada principalmente a espacios reducidos y específicos como ciclovías, pasos peatonales, vías exclusivas para transporte público y plazas. Es una técnica desarrollada en Europa hace alrededor de tres décadas. Sin embargo, en Chile su aplicación no supera el lustro. Su composición es idéntica al producto estándar, con el agregado de un aditivo especial, óxido de hierro, que modifica su color.

Hay un paso más hacia el futuro. Se trata de asfaltos incoloros. Normalmente el proceso de pigmentar el producto tradicional, resta calidad y fuerza al color. “En cambio, el asfalto incoloro consiste en eliminar el color

Asfaltos modificados con polímeros

Es un asfalto en base al cual se adicionan polímeros para obtener productos con mejor comportamiento a las variaciones de temperatura. “En una ciudad como Santiago en una noche de invierno puede haber menos de 0°C, mientras en verano se superan los 35°C. Esta tecnología apunta a que los asfaltos no se deforman ante los cambios de temperatura”, dice Raúl Olave. Una aclaración importante: El asfalto representa sólo un 5% de la mezcla que conforma la capa de rodadura, el resto corresponde a grava. Sin em-

BIT 64 ENERO 2009 ■ 71

**LÍDERES EN
SOLUCIONES
DE ALTA
FLEXIBILIDAD**



SISTEMAS DE CONTROL
PISO SOBRE ELEVADO
BOMBAS DE AGUA
AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN
VENTILADORES SYSTEMAIR
SERVICIO TÉCNICO KLIMA
CALDERAS A LEÑA CLIMAKALOR
SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO RESIDENCIAL
E INDUSTRIAL
ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE
MICROTURBINA

**KLIMA DISTRIBUIDORA Y COMERCIAL
TÉRMICA LTDA.**

Hurtado Rodríguez N° 351 - Santiago
Fono 352 5400 • Fax 352 5423
Mail: Info@klima.cl
www.klima.cl



Planta asfáltica en operación, con la tecnología Stylink.

bargo, este 5% de asfalto mejorado otorga plasticidad a la mezcla evitando deformaciones, fisuramientos, y aporta resistencia a los cambios de temperatura, dando una mejor prestación a la carga por cada uno de los ejes que circulan en la vía. Entre los asfaltos modificados con polímeros hay aplicaciones novedosas como las mezclas drenantes y micro aglomerados discontinuos en caliente, entre otros.

Mezclas drenantes

Se coloca sobre un pavimento asfáltico impermeable. Se trata de una mezcla permeable, con gran contenido de vacíos que facilita el ingreso de agua hasta el área impermeabilizada, escurriendo el líquido hacia los costados. De esta manera el automovilista transita por un pavimento prácticamente seco. Esta mezcla se emplea especialmente en autopistas y en menor medida en vías urbanas. "El agua es absorbida por el asfalto y se elimina lateralmente, evitando el aposamiento que suele ser un elemento disuasivo y factor de accidentes. Esta técnica aún no se emplea masivamente en Chile por falta de audacia en algunos proyectos", señala Roberto Orellana, gerente general del Instituto Chileno del Asfalto.



GENTILEZA QUÍMICA LATINOAMERICANA S.A.

"Micros" discontinuos en caliente

Es un tipo de carpeta de rodadura, que por su textura y estructura, permite un tránsito más suave y seguro que confiere una mejor adherencia neumático pavimento, disminuye el efecto spray que se produce con la lluvia y además disminuye el ruido al transitar sobre ellos. Es decir, que cumple una función similar a las mezclas drenantes, pero siendo más silenciosa. "Esta solución ha sido aplicada en uno de los tramos del eje de Santa Rosa. Nosotros contratamos una empresa externa que midiera el efecto sonoro del tramo antes y después de aplicada la mezcla. Lo hicimos en dos dimensiones: medir la percepción de los vecinos sumado a pruebas de laboratorio. La disminución en la cantidad de decibeles fue notable", ase-

gura Raúl Olave, gerente del departamento de asfalto de Shell Chile - Colombia.

"Los 'micros' en caliente presentan menores espesores de 1 a 4 cm según el tipo de mezcla y el tipo de soporte, que se colocan como capas de superficie, cuya textura permite una mejor adherencia del neumático con el pavimento", agrega Roberto Orellana. Tanto la técnica de pavimentos drenantes como microaglomerados disminuyen el ruido generado por la circulación de vehículos. Esto se debe a que su textura y conformación granulométrica generan mezclas menos densas y más abiertas. Esto se explica porque la grava que compone la mezcla tiene una graduación de curva discontinua (con tamaños que varían desde los más grandes a los más pequeños). La composición de esta mezcla discontinua elude parte de esa graduación, generando una mezcla con mayor cantidad de vacíos. Esta tecnología se comenzó a incorporar a las vías urbanas chilenas en los últimos meses.

Más tecnología

La tecnología Stylink, es un cemento asfáltico modificado en el cual la incorporación, distribución y homogeneización del polímero se efectúa por medios mecánicos, y adicionalmente a través de procesos basados en reacciones químicas para garantizar su trabajo estructural y su estabilidad. "Este asfalto no



GENTILEZA BITUMIX

El ahuellamiento se genera cuando los camiones siempre pasan por el mismo punto deformando y generando una especie de carriles dobles bajo los neumáticos.



Colocación de Stone Mastic (o Matrix) Asphalt (SMA) en Autopista Central.

requiere de agitación constante ni ser mantenido a altas temperaturas. Las propiedades del producto no se ven afectadas si se deja en bodega a temperatura ambiente por períodos prolongados”, asevera Leonardo Sanz jefe técnico - comercial de Química Latinoamericana S.A., empresa que promueve esta solución. Las condiciones de uso y aplicación del asfalto modificado con tecnología Stylink,

INVESTIGACIÓN NACIONAL

El Centro de Desarrollo de Investigación, CDI, es un laboratorio con cuatro años de existencia creado por las empresas Probita y Bitumix. Según Ángel Menéndez, gerente de CDI, “hasta la formación del Centro cada empresa del sector contaba únicamente con un laboratorio de control. Ahora mediante éste se desarrollan técnicas in situ, además de adaptar y realizar transferencias tecnológicas”.

Un gran desafío de la entidad consiste en adaptar las normas a los actuales requerimientos del sector, asimilando la evolución de las exigencias en Europa y Estados Unidos. “Se requiere dosificar los componentes de la mejor forma para encontrar el producto óptimo. La mayor dificultad del sistema actual es que no permite diferenciar las calidades compuestas entre una buena y mala mezcla. Hoy no se mide el módulo de rigidez, fatiga, ahuellamiento y la resistencia de la mezcla a la agresión del agua”, sostiene Menéndez (más información en recuadro La normalización).



son equivalentes a las del producto tradicional, sin requerir cambios en la planta de mezclado, ni en los equipos de colocación y compactación.

Asfalto Multigrado

Este producto, utilizado para la confección de mezclas asfálticas en caliente, mejora la calidad de un asfalto convencional, elevando su rendimiento y funcionamiento casi al nivel de un asfalto modificado con polímeros. Consiste en una modificación de las propiedades químicas del asfalto, para po-

der mejorar ciertas características, donde las más ostensibles son las resistencias a las deformaciones permanentes, ya sea por temperaturas o por solicitaciones de cargas de alto tránsito, disminuyendo su susceptibilidad térmica. “Esta variedad es más eficiente que un asfalto convencional y casi tan competente como un cemento asfáltico modificado con polímeros, pero con un menor costo”, asegura Juan Silva, asesor técnico área de pavimentación AsfalChile Mobil.

BIT 64 ENERO 2009 ■ 73

34 años innovando en mezclas asfálticas

BITUMIX
PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

Mezclas de Vanguardia

**VIASAF
RENOÚA
REXOUÍA
REXOUÍA I
PROFILOÚA
MEZCLA COLOR**

Llegamos a donde nos necesite...
y estamos en nuestras sucursales:
Santiago, Copiapó, La Serena, Concón, Rancagua,
Maule, Chillán, Concepción, Los Ángeles y Temuco.

visitenos en www.bitumix.cl



GENTILEZA BITUMIX



GENTILEZA BITUMIX

Al contrario del caso del ahuellamiento (izquierda), el punzonamiento se genera cuando la carga no se mueve, es decir, se queda estática sobre un punto (arriba).

SMA, Stone Mastic Asphalt

Las mezclas asfálticas SMA nacieron en Europa como respuesta a la necesidad de fabricar un pavimento o carpeta de rodado, resistente al desgaste y deterioro de los pavimentos producido por el uso de neumáticos revestidos con clavos, utilizados en caminos con hielo. Son mezclas altamente resistentes a la deformación, fatiga y al deslizamiento. Poseen granulometría discontinua, con predominio de un tamaño de árido en particular, lo que le otorga un fuerte esqueleto mineral que promueve el contacto entre los áridos como medio principal para la absorción de las cargas. Además tiene un contenido de asfalto más alto que las mezclas densas tradicionales y un alto contenido de relleno mineral (filler) para formar un Mastic que se estabiliza, generalmente, con la adición de fibras de celulosa. La mezcla resultante es altamente duradera y tiene otras particularidades importantes para el medio ambiente y la seguridad de los conductores de vehículos, debido a la disminución de la cortina de agua –por su macrotextura superficial–, mejor agarre de los neumáticos y reducción de los niveles de ruido.

Emulsiones Imprimantes

Estas emulsiones se introdujeron en Chile hace casi una década, pero con el pasar de los años se ha ido acentuando su uso como el material por excelencia para imprimaciones de bases granulares, en lugar de los asfaltos cortados, que son riesgosas para su uso en faenas. Es precisamente el factor ambiental y de seguridad que ha popularizado

el uso de emulsiones imprimantes en países de Europa, Estados Unidos y Australia, además de sus características de mejor adherencia, afinidad con bases húmedas y rapidez de secado, permitiendo una mayor continuidad del trabajo de pavimentación.

Mezclas “anti”

Hay más novedades. “Se utilizan asfaltos modificados con polímeros, o con resinas, cuyas características les permiten resistir mayormente al ahuellamiento. Ello ocurre por el mayor grado de cohesión de la mezcla” asevera Ángel Menéndez, gerente del Centro de Desarrollo e Investigación de Bitumix (CDI). Estas mezclas se emplean en carreteras, pistas de autobús y puertos. El ahuellamiento se genera cuando los camiones atraviesan por el mismo punto deformando y generando una especie de carriles dobles bajo los neumáticos.

Por otra parte, la mezcla anti punzonamiento busca contrarrestar el efecto de la carga estacionada, estática. Esta variedad se aplica

principalmente en estacionamientos industriales. “Se ejecutaron dos obras para contenedores en la Ruta 5 Sur, en San Bernardo y en Curauma, donde se observan grandes cantidades de contenedores almacenados, los que se sostienen sobre mezclas antipunzonamiento”, afirma Ángel Menéndez.

Asfaltos novedosos

En el extranjero la velocidad de las innovaciones no disminuye. En el ámbito internacional se tiende hacia soluciones orientadas a reducir las emisiones de CO₂ y al “secuestro” del azufre. Éste último tema preocupa y mucho. Una forma de eliminar el azufre se encuentra en los procesos productivos, principalmente en la destilación de derivados del petróleo.

Hay más desarrollo al servicio del asfalto. Mezclas que por reacción eléctrica capturan el monóxido de carbono expulsado por los tubos de escape, se trata de asfaltos a los que se adiciona Dióxido de Titanio. También existen asfaltos que por fricción de neumáticos generan electricidad. Esta innovación se



GENTILEZA ASFALCHILE MOBIL

Las emulsiones imprimantes se caracterizan por su mayor adherencia, afinidad con bases húmedas y rapidez de secado.

LA NORMALIZACIÓN

Un proyecto, que se prolongará por tres años, está actualmente en desarrollo dentro del marco de los Concursos de Innovación Tecnológica que apoya CORFO INNOVA. Presentado por el Instituto Chileno del Asfalto y Bitumix, esta iniciativa apunta a proponer una nueva normativa de mezclas asfálticas caracterizadas por desempeño. La propuesta consiste en efectuar otro tipo de ensayos que caracterizan mejor el comportamiento de las mezclas en terreno, ya no sólo en ligantes y áridos, sino sobre la mezcla completa.

Es una complementación de otra iniciativa que desarrolló el CDI de Bitumix Probisa con Corfo Innova que se llama MCDC (Método Combinado de Diseño por Comportamiento) recientemente dado a conocer en el país en varias charlas dadas por el ingeniero Ángel Menéndez.

encuentra en período de pruebas en Francia, entregando la electricidad generada por este tipo de asfaltos a la red pública.

Mezclas asfálticas tibias

Siguiendo con la tendencia internacional hacia técnicas que velen por el cuidado del medio ambiente y el ahorro de la energía, se destaca el desarrollo de mezcla asfáltica tibia.

La define Ángel Menéndez: "En lugar de fabricarla a 160°C como es habitual, se producen entre 120°C y 130°C, reduciendo notablemente el consumo energético". La técnica se emplea en Francia, Alemania y Estados Unidos. Técnicamente se deben hacer algunas modificaciones a una mezcla convencional, como calentar los áridos. "En Europa se está tendiendo al uso de mezclas tibias y

pensamos que a partir del próximo año en Chile algunas empresas van a incorporar esta técnica, más eficiente en relación al tema medioambiental, ecológico y energético", expresa Roberto Orellana. ■

www.ichasfalto.cl

EN SÍNTESIS

El mercado del asfalto está trabajando por su desarrollo y crecimiento hacia la mejora, adaptación y perfeccionamiento de soluciones orientadas a satisfacer las necesidades que el mundo moderno exige en el área. Iniciativas como el CDI, y la incorporación de tecnologías como los micro aglomerados discontinuos en caliente, asfaltos pigmentados, mezclas anti ahuellamiento entre otras, sumado al interés mundial por desarrollar soluciones inteligentes enfocadas a cuidar el medioambiente y optimizar el uso de la energía como las mezclas tibias, vienen a hacer crecer la industria en Chile.

BIT 64 ENERO 2009 ■ 75



STYLINK®

WWW.QUIMICALATINOAMERICANA.CL



Tecnología superior para el desarrollo de Asfaltos Modificados con Polímeros de alto desempeño.

Exclusivo Cemento Asfáltico Modificado de Química Latinoamericana S.A.

		
<p>Mayor resistencia del asfalto a altas y bajas temperaturas; menor susceptibilidad térmica.</p>	<p>Mayor resistencia a deformaciones plásticas y mayor elasticidad del asfalto; ahuellamiento y resistencia a la fatiga.</p>	<p>Alta estabilidad en almacenamiento para todo rango de temperatura. No requiere agitación ni cuidados especiales en el transporte.</p>

CASA SANTA ROSA DE APOQUINDO

VIAJE EN EL TIEMPO

Muestra de la arquitectura del valle central chileno del siglo XIX, esta elegante casona cobró nueva vida gracias a un minucioso trabajo de recuperación emprendido por la Municipalidad de Las Condes y el Instituto de Restauración Arquitectónica de la Universidad de Chile. Ubicada en la esquina de las avenidas Colón y Padre Hurtado, su aire señorial y su parque con especies centenarias contrastan con los modernos edificios del entorno, manteniéndose como fiel guardiana de nuestra historia.

NICOLE SAFFIE G.
PERIODISTA REVISTA BIT



A HISTORIA COMIENZA. Originariamente, las tierras donde se encuentra la Casa Santa Rosa de Apoquindo pertenecieron al legendario cacique Apoquindo, las que luego fueron encomendadas por Pedro de Valdivia a Inés de Suárez. El primer español en ocuparlas fue Juan Bautista de Ureta y Ayala en 1621, quien fue el primero en comprar las tierras, pero se estima que la casa se construyó a comienzos del 1800. Los años pasaron y fue Blanco

Encalada quien refaccionó la casona, que era de estilo colonial, dotándola de frisos y columnas, alhajándola con finísimos muebles, cuadros y tapicerías, y hermoheando el parque con delicado gusto. Como cuenta Antonio Sahady, director del Instituto de Restauración Arquitectónica de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile, entidad que estuvo a cargo del proceso de recuperación, "no se trata de los pabellones tradicionales de las haciendas campesinas chilenas, toda vez que la casa tiene una impronta más europea". En 1919, pasó a manos de su hijo Roberto Guzmán Montt, primer alcalde de Las Condes, y hasta el 2004 sus dueños serían sus descendientes, la familia Gandarillas Guzmán. Es por esto que comúnmente la vivienda sea conocida como "Lo Gandarillas". Finalmente, los propietarios decidieron donar al municipio las 6,5 hectáreas que incluyen la casa patral, la llavería, la

HITOHISTÓRICO



GENTILEZA ANTONIO SAHADY

FICHA TÉCNICA

Proyecto: Instituto de Restauración Arquitectónica, Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad de Chile
Jefe de Proyecto: Antonio Sahady
Coordinador: Felipe Gallardo
Mandante: I. Municipalidad de Las Condes
Construcción: ASCOM Limitada
Superficie: Primera etapa: 2.151,2 m²
Segunda etapa: 1.700 m²
Áreas exteriores: 3.000 m²
Materialidad: Casona: Albañilería de ladrillo artesanal – Llavería: Albañilería de adobe y carpintería de madera, con refuerzos especiales de hormigón armado y acero
Construcción: Enero a octubre de 2007
Inauguración: 21 de junio de 2008

piscina, parte de un huerto y el parque. A cambio, se otorgaron mejoras sustanciales en las condiciones de edificación de las hectáreas restantes. Allí, empezó el complejo proceso de restauración de “Santa Rosa de Apoquindo”, destinada para fines culturales. La vivienda, fiel representante de la manera de vivir de la elite política y social chilena de la época republicana, vuelve a la vida.

Una tarea titánica

Las labores de restauración no eran palabras menores. Para partir, no existía un documento que reuniera los antecedentes históricos y planimétricos de la construcción original. Por lo tanto, la primera etapa fue realizar un seminario que abordó temas como la historia del fundo, el estado de conservación, levantamiento planimétrico y postura teórica ante las posibles intervenciones. Luego se elaboró un plan maestro que permitiera recuperar el conjunto arquitectónico.

Otro gran escollo era el estado de las construcciones, especialmente la llavería, el lugar donde antiguamente se almacenaban los granos. Debido al paso de los años, las inclemencias del tiempo y el abandono, esta estructura de adobe estaba prácticamente en ruinas. “Lo más práctico y simple habría sido demoler y construir algo nuevo en el mismo terreno. Pero la Municipalidad de Las Condes aceptó el desafío de recuperar estas construcciones antiguas, a sabiendas de que se requería especialistas y una inversión mayor”,

En el caso de La Llavería, esta construcción estaba prácticamente en ruinas, por lo que se requirió un intenso proceso de restauración. La casa patronal, en cambio, estaba mejor conservada y el objetivo fue devolverle su elegancia original.



GENTILEZA ANTONIO SAHADY

afirma el arquitecto Antonio Sahady.

De esta manera, la intervención en la llavería fue drástica. Conformada por dos volúmenes en forma de L y con piso de radiér, varios tramos carecían de techumbre, lo que conllevó la degradación paulatina del adobe debido a la humedad, produciendo que algunas partes incluso se estuvieran deshaciendo. Lo primero que se hizo fue destrabar las estructuras de madera de la techumbre y la coronación de los muros, donde se encuentra la solera superior. Al producirse este destrabe, los muros tendieron a abrirse, perdiendo su verticalidad.

Para reforzar la estructura se crearon machones de hormigón armado, es decir, una especie de pilares pero de forma rectangular, de 1 m de largo por cerca de 20 cm de espesor. En otras palabras, se formaron trozos de muro, los que se instalaron para contener la tensión que ejerce el adobe cuando ya ha perdido su estabilidad. Algunos tramos estaban en tan mal estado que debieron ser demolidos y reconstruidos con la misma técnica del adobe original, reforzados con las estructuras de hormigón.

La techumbre se desmontó completamente para reforzar su enmaderación. Las piezas que estaban en buen estado se limpiaron y lijaron, mientras que el resto se reemplazó por otras nuevas; también se incorporaron algunas vigas de acero complementarias para asegurar la vida del edificio por largo tiempo. Al volver a colocar las tejas, varias de ellas se fracturaron, ya que se encontraban cristalizadas, lográndose recuperar cerca del 70%. Para com-

En la casa patronal se reforzaron estructuras y se reemplazaron las piezas que estaban en mal estado por otras similares a las originales.

pletar las faltantes se consiguieron tejas de demolición en buen estado; la condición era que se parecieran lo más posible a las originales para que el cambio fuera sutil.

Recuperando el esplendor

De gran elegancia y estilo más culto, "Santa Rosa de Apoquindo" destaca con respecto a las casonas patronales tradicionales del valle central chileno. Con forma de H, lo primero que llama la atención es su antetecho, una suerte de máscara que oculta el alero primitivo. Al observarla de frente lo que se ve es una coronación, que al estar superpuesta aparece postiza. Pero, en palabras de Sahady, esto "tiene la virtud de dar a la construcción un aire diferente y sobre todo, hace una distinción muy clara entre la llavería y la casa, que es donde vivía el patrón".

Dado que la casa estaba en mejores condiciones de conservación que la llavería, y sus problemas eran más bien de terminaciones y abandono, el objetivo de la intervención fue volver al esquema original, demoliéndose aquellas cosas que a juicio de los expertos no contribuían a la unidad del conjunto. Pero dada las sucesivas modificaciones que sufrió la construcción, la pregunta que surge es: ¿cómo saber cuál era la disposición original? Como dice el arquitecto de la Universidad de Chile, "todas esas casas responden a un cierto patrón de ordenamiento, que ayuda a determinar que tal o cual volumen o elemento, corresponde a la situación original. La diferencia de material, por ejemplo, deja constancia de los cambios; o las proporciones de las ventanas, que son distintas cuando se ha hecho una remodelación. Esas son pistas que permiten determinar las distintas etapas del monumento histórico".

Cerca de un 15% del total del conjunto edificado correspondía a estructuras aledañas que estaban fuera de la disposición original, como la casa del cuidador y bodegas, que anulaban el efecto de los patios que este modelo requiere. En palabras de Sahady, "hay ciertas relaciones que deben darse entre el volumen y el paisaje para que haya una sintonía; y es en ese sentido que noso-

SOFF-CUT.

LA ÚNICA CORTADORA DE HORMIGÓN FRESCO



DISCOS PARA CORTE DELGADO DE 2 Y 3 MM



SOLUCIONES PARA LA PAVIMENTACIÓN EN HORMIGÓN

**VENTAS Y ASESORÍAS
FONO: 490 8100
FAX: 490 8101**

San Martín de Porres 11.121
Parque Industrial Puerta Sur
San Bernardo

www.leis.cl



Gracias a a la demolición de aquellos elementos que no contribuían a la unidad del conjunto, y la restauración de pisos, tejas y estructuras, la casa Santa Rosa de Apoquindo volvió a reflejar su aire señorial.



tros procuramos recuperar la calidad del conjunto original”.

La primera dificultad con que se toparon los especialistas fue la humedad. Aunque cueste creerlo, el exceso en el regado del jardín inundó la casa en distintas ocasiones. Esa agua quedaba bajo el piso de la casa, embebiendo los muros. Por ello, se realizó una intensa labor de secado.

Al igual que la llavería, el techo de la casa es de teja y también se levantó para reforzar la estructura, rescatándose cerca de la mitad. El resto se completó con tejas de demoliciones en buen estado y otras nuevas traídas especialmente desde Linares. Además, se reemplazaron los pináculos de madera que destacan en el antetecho.

La estructura de la casa es de adobe, aunque después del terremoto de 1985 ésta fue intervenida, debido a que aparentemente se cayó un ala, utilizando materiales contemporáneos como ladrillo y hormigón armado. Las vigas son de madera y hay ciertas moldu-

ras de yeso, tanto interiores como exteriores, por lo que el tratamiento es más delicado que el realizado en la llavería. Igual situación en el caso de los cielos, cornisas y zócalo.

Las fundaciones originales son de bolones de piedra y, las más recientes, de hormigón. La calidad de su construcción le permitió resistir los terremotos y el paso de los años. El adobe también contribuyó a resistir las inclemencias del clima, puesto que tiene una alta capacidad de aislamiento. Sin embargo, donde sí se advirtieron problemas estructurales es donde ha habido algún asentamiento del terreno, lo que ha implicado algunas desnivelaciones. Como cuenta Sahady, “fue muy laborioso tratar de recuperar los niveles horizontales. Se tuvo que remover el piso de madera, rellenarlo y apisonarlo, para eliminar las ondulaciones de los pisos”.

En total, los trabajos demoraron cerca de un año. El invierno dificultó aún más las cosas, debiendo crear coberturas adicionales para proteger las obras los días de temporal.

El barro tampoco facilitó mucho el proceso. A esto hay que sumar el costo, más de \$ 600 millones, considerando sólo las obras en la casa y llavería. Sin embargo, el esfuerzo valió la pena y el renovado monumento fue elegido como una de las cuatro mejores restauraciones de los últimos dos años en la Bial de Arquitectura 2008. Además, obtuvo el segundo premio en la XVI Bial Panamericana de Arquitectura de Quito (realizada entre el 17 y el 21 de noviembre de 2008), en la categoría “Intervención en el Patrimonio Edificado”.

Los antiguos salones volvieron a relucir, acompañados de finos muebles del mismo estilo que los originales; y el fabuloso parque volvió a deslumbrar con sus enormes palmeras y especies centenarias. La obra se inauguró el 21 de junio pasado. Sus espacios acogerán el nuevo Museo de la Chilenidad, la Federación de Criadores de Caballos Chilenos y variadas muestras culturales abiertas a la comunidad. Así, este valioso trozo de historia retrocedió los relojes y cobró nueva vida. Protagonista de un viaje en el tiempo. ■

<http://www.lascondes.cl/interiores/actividades/08.08/casa.sta.rosa/actividades.sta.rosa.html>

EN SÍNTESIS

Con aire señorial, “Santa Rosa de Apoquindo” fue hogar de importantes figuras de la historia chilena. Uno de sus más importantes moradores, el Presidente Blanco Encalada, le otorgó una impronta más europea, destacándola de las tradicionales casonas patronales del siglo XIX. En 2004, la casa y buena parte de su parque fue donado a la Municipalidad de Las Condes, entidad que inició un minucioso proceso de restauración. Se levantaron techumbres, se cambiaron tejas, se emparejaron pisos y se buscó recuperar la disposición original, de modo que la antigua casona reviviera en todo su esplendor. Los trabajos también incluyeron la llavería o lugar donde se guardaban los granos y animales, la que estaba prácticamente en ruinas. Se realizó entonces un laborioso trabajo de refuerzo de estructuras y recambio de adobes y tejas, utilizando modernas técnicas de construcción. Los remodelados espacios albergarán el Museo de la Chilenidad y variadas actividades culturales.

Cuando usas ElastoSello

Se Nota!!

- **No se encoge.**
- **No se despega.**
- **No se agrieta.**
- **No se amarillenta.**



Henkel

Calidad para Profesionales

AEROPUERTO DE SANTIAGO Y CLÍNICA AVANSALUD PROTECTOR SOLAR

Hoy no sólo los trabajadores o las personas expuestas a la radiación solar, deben proteger su piel. Dos edificaciones santiaguinas se aplicaron un alto factor. Se trata del Aeropuerto de Santiago y de la Clínica Avansalud ubicada en la comuna de Providencia, los que, a través de un quebravista, buscaron aminorar las altas temperaturas, los gastos excesivos en climatización y la molestia visual que provocaba el ingreso de la radiación por sus grandes paños vidriados. **La solución ya lleva un par de años instalada y los ahorros se estiman entre un 15% y un 20% en los costos mensuales. Para los mandantes es un éxito y ya planean aplicarlo en otras zonas.**

DANIELA MALDONADO P.
PERIODISTA REVISTA BIT

EN VERANO, en numerosas ciudades de Chile, la sombra es un lujo. Y es que hasta los años 20, los vanos ocupaban menos de la cuarta parte de las fachadas y estaban protegidos por diversos filtros que controlaban las relaciones con el exterior. “En la actualidad, la tendencia está en proyectar grandes vidrieras, con excesivos aportes solares y de luz que provocan molestias y un alto costo en climatización”, declara el arquitecto Javier del Río. Y habla con conocimiento de causa. El profesional fue requerido hace un tiempo para lograr la protección solar en dos edificaciones: el Aeropuerto Internacional de Santiago ubicado en la comuna de Pudahuel y el edificio de la Clínica Avansalud, emplazado en la comuna de Providencia.

En el caso del Aeropuerto, el problema era un asoleamiento directo que llegaba especialmente sobre el personal de las compañías aéreas que atienden los mesones de facturación, los que se ubican en dirección oriente a poniente, atendiendo al público hacia el sur. La radiación solar, ingresaba directamente sobre los mesones y sobre las espaldas de los fun-

cionarios que los atienden, generando una visión a contra luz de las pantallas. Pero esto no era todo. “El calor también alcanzaba a las impresoras que emiten los tickets de identificación de equipaje, y por ser del tipo térmicas, tenían un mal funcionamiento, imprimiendo con manchones ilegibles. Además, el ingreso del sol generaba un desagrado para los pasajeros que esperaban en las salas de embarque ubicados en el lado poniente”, relata Waldo Castro, gerente de Ingeniería y Mantenimiento de la empresa SCL, sociedad concesionaria que administra el Terminal Aéreo.

Las molestias en el edificio de la Clínica Avansalud eran similares. El edificio contaba con unos pasillos ubicados entre el muro cortina y los ascensores, donde se generaban altas temperaturas en verano. Pero el problema no era mayor, ya que era sólo un lugar de paso. Todo cambió, cuando se decidió realizar una ampliación que contempló en ese sector, salas de espera. “El lugar se hizo muy incómodo para los pacientes, por lo que se tuvo que buscar una solución que mejorara la temperatura del ambiente desde el 2° al 4° piso”, comenta Luis Soto, gerente de ingeniería de la Clínica.



AEROPUERTO DE SANTIAGO



FICHA TÉCNICA

Solución energética: queiebravista
Aeroscreen 300

Material: aluzinc

Espesor: 0,6 mm

Uso: protección solar pasiva

Terminación: perforada

Recubrimiento: pintura PVDF 2

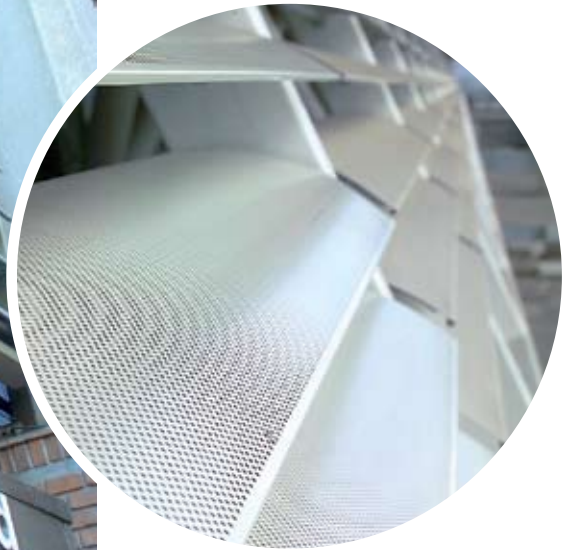
Color: gris metálico

Rendimiento: 3,5 ml/m²

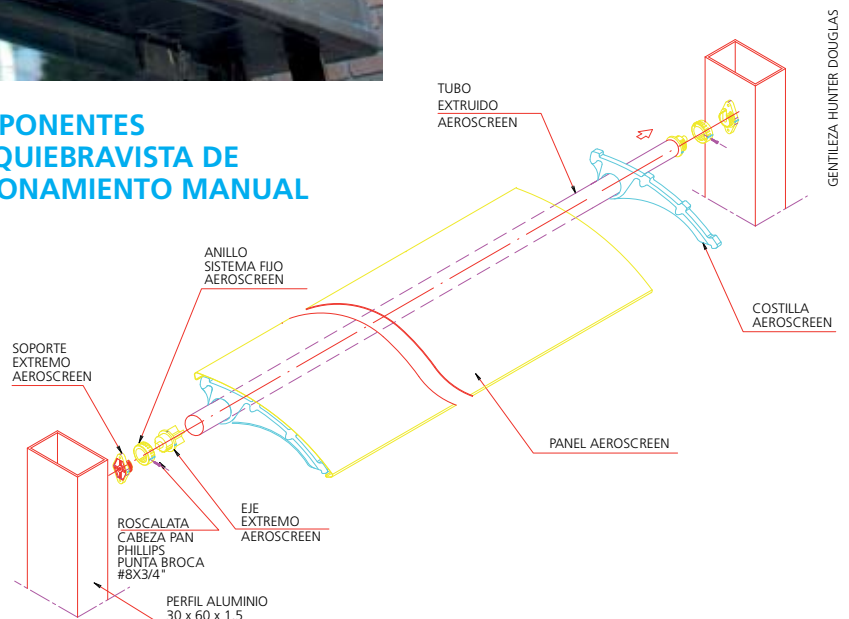
Mecanismo de accionamiento: manual

Componentes: panel, costilla, soportes extremos, anillo, ejes extremos, tubo, brazo de accionamiento, barra de accionamiento.

Accesorios: caja reductora con manivela, soporte de polea, soporte de resorte, piola inoxidable



COMPONENTES DEL QUIEBRAVISTA DE ACCIONAMIENTO MANUAL





Aeropuerto de Santiago sin quiebravista y asoleamiento directo.

Se observa cómo el quiebravista mejoró el confort interno manteniendo la visual hacia el exterior.



En ambos casos lo que ocurría era que los rayos solares incidían directamente en la fachada. Al ingresar al recinto se convertían en calor (por los rayos infrarrojos), los que no volvían a salir, quedando atrapados (por efecto invernadero).

Los requisitos para dar solución a estos inconvenientes no eran pocos. Además de impedir el asoleamiento, la aplicación debía ser externa y de alta durabilidad, sin perder un buen nivel de iluminación.

La solución: quiebravista

La propuesta, igual para ambos edificios, fue sencilla pero efectiva, destaca Javier del Río. Se trata de un quiebravista que reviste las fa-

chadas por el exterior como una doble piel. El sistema está compuesto por paneles perforados de aluzinc de 0,6 milímetros, fijos sobre costillas de aluminio, que se insertan en tubos de aluminio extruado. Los paneles fueron recubiertos con pintura PVDF 2, lo que les otorgó gran resistencia química y a los rayos UV.

La solución, fabricada por la empresa Hunter Douglas con la asesoría de Javier del Río, ofrece la modalidad fija y móvil. Con el mecanismo móvil se pueden obtener mayores ahorros, sin embargo, en ambos proyectos se aplicó de manera fija para evitar posibles fallas en los movimientos, comenta el arquitecto.

Por las condiciones de viento imperantes en el lugar, en el Aeropuerto de Santiago se modificaron los sistemas de anclaje estándar. Con esto solucionado, el reto quedaba en los grados en que debían fijarse las celosías. Los estudios previos indicaron que la fachada poniente del Aeropuerto recibía el sol perpendicularmente en la hora de más calor (15:30 horas), con un ángulo de 40°, lo mismo ocurría en el ala norte, por lo que la celosía se fijó en esos grados. La separación entre unas y otras se dejó en 26 cm como máximo.

En el caso del edificio de la clínica Avansalud, los estudios arrojaron que el asoleamiento más fuerte se efectuaba en la fachada poniente. En las horas de mayor temperatura (15:00 horas) la inclinación del sol quedaba entre los 42° y los 48°, por lo que la celosía se fijó en el promedio, en 45°.

El color elegido para los quiebravistas, fue de gris metálico, tonalidad que favorece, al igual que los colores claros, la reflectividad.

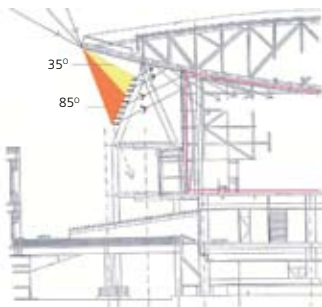
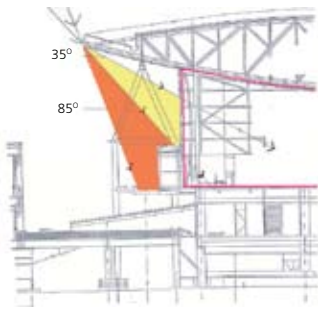
El montaje, en ambos proyectos, se realizó a través de soportes y pernos de fijación que se anclaron a la fachada.

Resultados

Pese a que en ninguno de los dos proyectos se han calculados los ahorros que ha significado la instalación de protección solar y tampoco se han realizado estudios externos,

Vista interior actual de la Clínica Avansalud.





Se determinaron ángulos y posiciones de los paneles para lograr la mayor eficiencia de control solar. En el corte se ve cuando el sol alcanza su elevación mínima de 33°.

los resultados obtenidos han sido satisfactorios, señalan los mandantes. En el Aeropuerto, la instalación del quiebravista mejoró el confort de los pasajeros y de los trabajadores y suprimió el problema que afectaba a las impresoras térmicas, manteniendo la visual hacia el exterior, aspecto muy importante para el lugar. "La instalación eliminó el asolamiento y los efectos secundarios que producía y que no era posible controlar con algún sistema de climatización. Se generaron ahorros en la energía utilizada para enfriar, ya que el calor capturado por el quiebravista se queda en el exterior del recinto", señala Waldo Castro. Hasta el momento, no se ha requerido un mantenimiento adicional al lavado del edificio.

En Avansalud también destacan los beneficios. "La climatización general del edificio funciona mejor y las salas de espera, son mucho más confortables, además, las salas mantuvieron su estética dado que no se perdió la visión hacia el exterior", declara Luis Soto. Para el 2009, el proyecto de ampliación de la clínica contempla la incorporación de los quiebravistas en la fachada del nuevo edificio.

Según Del Río, los ahorros deberían estar entre un 15% y un 20% en los costos

mensuales de aire acondicionado, recuperándose la inversión entre 5 y 7 años.

Los costos de la instalación de sombreadores en el ala norte y poniente del Aeropuerto fueron de 12.300 UF. Actualmente se desarrollan nuevos proyectos que consideran la instalación de 135 m² de quiebravistas en la fachada oriente.

Sube la temperatura y el sol abrasa, resulta imprescindible buscar una sombra generosa y un buen protector solar. ■

www.aeropuertosiago.cl,

www.avansalud.cl, www.hunterdouglas.cl

EN SÍNTESIS

En el Aeropuerto Internacional de Santiago y en la Clínica Avansalud ubicada en Providencia, se aplicó por el exterior un quiebravista compuesto por paneles perforados de aluzinc de 0,6 milímetros. La solución buscó aminorar las grandes temperaturas, los gastos excesivos en climatización y la molestia visual que provocaba el ingreso de la radiación por sus grandes paños vidriados. Los inconvenientes fueron resueltos, mejorando sustancialmente el confort de los ambientes. Los ahorros se estiman entre un 15% y un 20% en los costos mensuales de aire acondicionado.



www.masonite.cl

Oficina Comercial: 56 (2) 7472012

Planta: 56 (43) 404 400

e-mail: puertas@masonite.cl

OFICINA **KPF**

DISEÑO SIN FRONTERAS

DANIELA MALDONADO P.
PERIODISTA REVISTA BIT

A través de una acuciosa planificación estratégica, llevada a cabo por tres socios, Eugene Kohn, William Pedersen y Sheldon Fox, la oficina KPF se ha convertido en una de las más prestigiosas del mundo. Con sedes en Nueva York, Londres, Shangai y Hong Kong, se expande en distintos continentes, contando con la colaboración de alrededor de 700 profesionales. De visita en nuestro país, el arquitecto chileno Luis Eduardo Carmoña, Associate Principal de KPF, mostró algunos proyectos. Ciudades, rascacielos, universidades, residencias y museos, son sólo algunas de las tipologías que desarrollan. Un sello que traspasa las fronteras.



» **MUSEO DE ARTE MODERNO (MOMA), NUEVA YORK**
En 2004, KPF fue contactada para asesorar al arquitecto japonés, Yoshio Taniguchi en la remodelación histórica del Museo de Arte Moderno de Nueva York que data de 1929. El diseño incluyó un atrio de 35 m, techos más altos, un mayor acceso de luz natural, grandes salas de paredes blancas y una amplia escultura en el jardín. Además, se incorporaron 23.000 m² más de los que contemplaba originalmente.





EDIFICIO CORPORATIVO DE ENDESA, MADRID

En el Campo de las Naciones español y al borde de una autopista, KPF diseñó el edificio de Endesa, en asociación con el estudio Rafael De La-Hoz.

El proyecto destaca por una elegante fachada vidriada y por su gran voladizo soportado por una viga de concreto. Además posee paneles solares y otras soluciones energéticas, incorporando al lenguaje arquitectónico elementos de sustentabilidad y bioclimatización.



H.G. ESCH

EDIFICIO DE UNILEVER, LONDRES

Calificado el 2008 por el Colegio de Arquitectos de Estados Unidos (AIA) como uno de los mejores diseños, la sede de la empresa Unilever, ubicada en el centro de Londres, destaca por renovar completamente su interior, respetando el edificio original que data de 1930. En 43.000 m², el diseño contempló un entorno de trabajo moderno y sustentable.



INCS ZERO FACTORY, NAGOYA

Ubicada en la ciudad japonesa de Nagoya, esta fábrica de teléfonos celulares, es uno de los proyectos más destacados de KPF. El respeto por el bosque y las montañas cercanas, llevó a diseñar volúmenes que suben en pendiente y que cuentan con techos verdes. Destaca la tecnología utilizada en el diseño. La oficina KPF enviaba a sus clientes japoneses modelaciones en tres dimensiones y eran ellos mismos quienes hacían las maquetas. Cuando viajaba un representante de la oficina a Japón, las maquetas ya estaban listas a su llegada. Todo se realizaba con una precisión sorprendente.



NUEVA LÍNEA **LOXON** DE PINTURAS SHERWIN WILLIAMS

Productos de alto desempeño para el mercado de la construcción

Gracias a la profesionalización de la actividad y a la adopción de estándares de calidad internacionales, el mercado de la construcción se ha vuelto cada vez más exigente, demandando productos de mayor tecnología y calidad. En el ámbito de los revestimientos, y específicamente en las pinturas, se hace necesario conjugar diferentes variables como la **DURABILIDAD**, que debe ser la adecuada para garantizar al cliente final una vida útil razonable de la pintura, el **COSTO**, que no debe ser excesivo para no encarecer el costo total del proyecto, y el **RENDIMIENTO y PODER CUBRIENTE**, factores de gran importancia si consideramos que el costo de mano de obra es mucho más significativo que el de la pintura en este proceso.

Desde hace muchos años Pinturas Sherwin Williams ha sido un importante proveedor en el mercado de la construcción, destacándose por la calidad superior de sus productos y su gran capacidad de innovación, que se refleja en soluciones concretas como "Pintado en 15 días en hormigón", acondicionador de muros con gran resistencia a la alcalinidad que permite pintar tras sólo 15 días de fraguado del hormigón y evita la necesidad de quemado con ácido, Conflex, revestimiento elastomérico con memoria retráctil que puede expandirse hasta 300% y luego vuelve a su forma original, lo que lo hace ideal para cubrir superficies agrietadas y/o sometidas a un intenso trabajo mecánico, entre otros.

Conscientes de los requerimientos cada vez más exigentes de los profesionales de la construcción, Sherwin Williams ha desarrollado LOXON, una nueva línea de productos de alto desempeño especialmente formulados para satisfacer los altos estándares de calidad y rendimiento que demanda este mercado. El primer producto en ser lanzado es el nuevo Látex Cubriente Total: luego de varios meses de investigación, ensayos y pruebas, Sherwin Williams consiguió desarrollar un nuevo látex que ofrece el mayor poder cubriente disponible en el mercado, además de la calidad, durabilidad y resistencia propias de los productos fabricados por esta empresa.

Además de su extraordinario poder cubriente, este látex se caracteriza por permitir una mejor humectación del sustrato en relación a su competencia. Esto hace que la pintura se distribuya de manera más uniforme sobre la superficie, evitando que al secar se



aprecie el fenómeno conocido en el mundo de las pinturas como "colinas y valles"; estas son pequeñas irregularidades en la capa de pintura seca, que le dan una apariencia levemente rugosa que la afecta estéticamente y además reducen el rendimiento de la pintura, ya que en las zonas más levantadas (colinas) se acumula más pintura que la necesaria para cubrir en forma eficiente la superficie.

Este producto posee excelente resistencia a la intemperie, por lo cual se recomienda como pintura de terminación en interiores y exteriores de vivienda. Su excelente poder cubriente

y rendimiento lo hacen ideal para uso en la construcción, permitiendo pintar extensas superficies con menos manos de pintura.

Como señalamos con anterioridad, este nuevo producto es sólo el inicio de una serie de innovaciones orientadas al mercado de la construcción que lanzará en los próximos meses Pinturas Sherwin Williams, orientadas todas ellas a hacer más eficientes sus productos de acuerdo a los requerimientos cada vez más exigentes de la construcción, manteniendo la calidad tradicional que ha hecho a esta marca destacar en este competitivo mercado.



NUEVO LATEX CUBRIENTE TOTAL DE SHERWIN WILLIAMS

Mayor poder cubriente para tu obra.

LOXON
ALTO DESEMPEÑO





EDIFICIO ENAP EN PUNTA ARENAS COFRE DE CRISTAL

Los fuertes vientos que reinan en Punta Arenas obligan a guardar el edificio de ENAP al interior de un cofre de cristal. Un mágico recipiente que se inspira en los invernaderos magallánicos. Una obra transparente para enfrentar el rigor del clima.

PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT

“**V**IENTO QUE LLEVA y trae recuerdos del pasado como el viejo perfume de un frasco destapado”, dice el poeta Enrique Cadícamo. Añoranzas que vuelan a más de 120 km por hora, como las ráfagas que predominan en Punta Arenas, la ciudad más meridional de Chile sobre el Estrecho de Magallanes. Este panorama se debía enfrentar para la construcción del nuevo edificio corporativo de ENAP en Magallanes, cuya inauguración fue el 19 de diciembre pasado, aunque desde finales de noviembre el edificio se encuentra ocupado por personal administrativo de la empresa. Ante la necesidad de trasladar sus oficinas a un nuevo emplazamiento, la empresa decidió llamar a un concurso de arquitectura “que fuera más allá de un inmueble administrativo, generando una oportunidad para contribuir a la eficiencia energética”, indica Patricio Herrera, director de proyecto de ENAP en Magallanes.

Los vientos fueron los grandes protagonistas de la historia, y las ideas volaron. Hubo ocho propuestas, siendo el diseño ganador un edificio bioclimático perteneciente a la oficina de Gross Arquitectos Asociados con Alberto Contesse y Harley Benavente. Siga leyendo. El edificio, cuya superficie es de 1.776 m², una altura de 14 m y un perímetro



FICHA TÉCNICA

Obra: Edificio Corporativo de ENAP en Magallanes
Mandante: ENAP
Ubicación: Avenida Presidente Bulnes, Punta Arenas, Región de Magallanes
Constructora: Socovesa Ingeniería y Construcción
Arquitectos: Gross Arquitectos + Alberto Contesse + Harley Benavente
Arquitecto Asesor de ENAP: Dante Baeriswyl
Cálculo: Marcial Baeza
Electricidad: Carlos Gana
Climatización: Julio Gormaz
Asesor Clima: Javier del Río
Paisajismo: Mario Pérez de Arce
Obras Sanitarias: Carlos Pérez
Superficie terreno: 9.603 m²
Superficie construida: 1.776 m² + 324 m² invernadero
Año proyecto: 2006
Año construcción: 2007- 2008
Materiales predominantes: Hormigón, madera, acero, vidrio
Inversión: 29,8 UF/m²



SECUENCIA ANDAMIOS

1. Puntal soldado en su parte superior y amarrado con alambre en la parte inferior.
2. Se tuvo que cubrir el edificio con andamios porque su armado y desarme era muy complejo.
3. Se observa cómo se ubicaban los tacos para evitar que los andamios choquen a la estructura metálica que se encontraba lista para recibir la estructura de aluminio.



exterior de 20 x 60 m, a simple vista parece normal. Lo es, salvo que está revestido por una piel de cristal a modo de gran invernadero. “Más que un proyecto tradicional, ideamos un edificio bioclimático para marcar el liderazgo en una empresa clave en el negocio energético nacional”, indica el arquitecto Patricio Gross. Se apuntó a crear una solución energética mediante la reinterpretación de uno de los medios pasivos tradicionales de la zona: el invernadero, que emerge como un elemento típico de Magallanes. Un cofre de cristal que encierra más de alguna sorpresa.

Invernadero bioclimático

“Los edificios bioclimáticos se justifican en determinadas zonas, como la de Magallanes. Por ello, se llegó a la conclusión de que era muy sensato hacer una doble piel”, indica Patricio Gross. Con esta definición, ingresamos al invernadero. El edificio se compone de una piel exterior a modo de cáscara transparente: una gran fachada acristalada que en-

vuelve libremente a una segunda piel de madera y hormigón, que contiene el edificio de oficinas.

El concepto bioclimático surge del doble muro que genera un efecto invernadero. “En invierno, considerando la baja sensación térmica causada por los vientos, la carcasa crea un microclima que aumenta la temperatura base, aísla el edificio interior y toma aire templado para la calefacción, generando un ahorro energético estimado de un 68%. En verano, se ventila y enfría gracias al efecto chimenea generado por la apertura de ventanas mecanizadas ubicadas en el zócalo y en la cumbre”, apunta el arquitecto Cristóbal Gross.

Parece sencillo. Pero no lo fue. ¿Cómo elevar la temperatura en invierno y reducirla en verano para que el edificio cumpliera la premisa inicial? Difícil tarea, ya que había que ganarle a la temperatura exterior, independiente

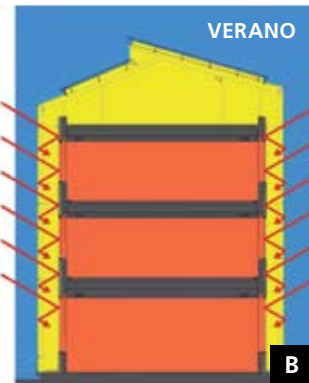
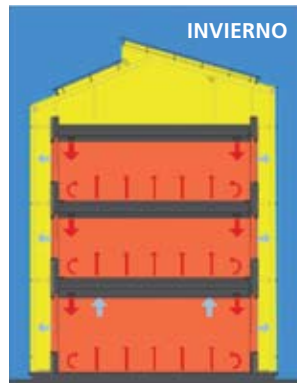
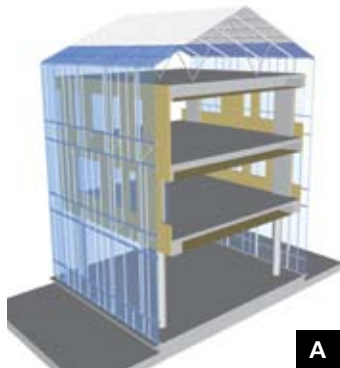
de la época del año. En invierno existe una temperatura promedio de 1,9° al exterior. ¿Qué hacer? La primera decisión consistió en aplicar un cristal que logra elevar la temperatura interior del invernadero hasta los 4,2°. Si seguimos avanzando hacia el interior, los cristales debían lograr que el edificio de hormigón elevase su temperatura hasta los 11,8°. Sin embargo, había que llegar a 18° ideales. “No era tan difícil porque son casi 6 grados que se logran con apoyo de climatización mecánica”, apunta el arquitecto Alberto Contesse.

Y se logró. Los vidrios que conforman los muros cortina del invernadero son cristales laminados Salvid, proporcionados por Vidrios Lirquén, sándwich compuesto por dos o más capas de cristal float unidas entre sí, intercaladas por una o más láminas de polivinil butiral

COMPORTAMIENTO TÉRMICO

A. Sección Transversal del edificio y su doble piel, la caja acristalada y el edificio habitable.

B. En invierno se produce el calentamiento del edificio por medio de los rayos solares que se quedan en el interior y en verano se accionan ventanas inferiores y superiores que logran enfriarlo.



AHORRO ENERGÉTICO

Según estudios de ENAP, la proyección del ahorro energético del edificio será de 68%, logrando una recuperación de la inversión en la caja vidriada antes de 20 años (ver tablas 1 y 2). Se consideraron los siguientes valores y condiciones:

- Temperaturas exteriores promedio de diseño, 10,8°C en enero y 1,9°C en julio.
- No se consideraron ocupantes al interior (115 personas), equipos ni artefactos eléctricos, a fin de comparar sólo el diseño constructivo. No se incorporan sombras del exterior ni del interior sobre ventanas.
- Color interior (fachada volumen oficinas) tipo terracota (ladrillos o maderas tipo rojas), con valor absorbencia de 0,8.
- La temperatura interior de confort mínima a lograr es de 18° C.
- Los cambios o renovaciones por hora del aire tomado son:
 - entre oficinas y exterior 0,5, entre oficinas e interior vidriado 1,0.
 - entre espacio vidriado y exterior 1,5.
 - Color interior (fachada volumen oficinas) tipo terracota (ladrillos o maderas tipo rojas), con valor absorbencia de 0,8.

TABLA 1. DEMANDA COMPARATIVA DE ENERGÍA

ITEM	MMS
Inversión	219,6
Ahorro mínimo anual	22,6
Van ahorro (20 años)*	239,7

* Término que indica cuando se recupera una inversión y se comienzan a generar utilidades.

TABLA 2. INVERSIÓN Y AHORRO**

	Demanda Kwh/m ² /año	Demanda Kwh/año
Sin cubierta vidriada	194	346.693
Con cubierta vidriada	62	111.284

** La inversión se refiere al valor de la caja vidriada.

(PVB). Las secciones de los vidrios son variadas, debido a los quiebres de la arquitectura exterior, pero en general son módulos de 60 x 120 centímetros.

Entre sus atributos, el PVB es capaz de filtrar el 99% de los rayos UV. El edificio cuenta con grandes espacios con ventilación natural por el cristal incoloro, que provee una transmisión lumínica del 80%. Así, esta doble piel genera un "efecto invernadero". La explicación: "Cuando los rayos solares llegan al cristal, lo penetran y cambian de onda, como consecuencia el vidrio impide que salgan, generando un espacio intermedio más caluroso", comenta Patricio Gross.

El invierno ya se solucionó, pero faltaba el verano. En esta época la temperatura exterior promedio es de 10,8°, y sube a 22,8° en el interior del edificio, debido a ganancia térmica del efecto invernadero. Para

ello, se aplicó una solución mediante ventanas que se accionan mecánicamente y donde un tercio de los ventanales inferiores de todo el edificio se abren. El mismo recurso se aplicó en la parte superior, generando un efecto chimenea o "Venturi". A esto se suma que el edificio de hormigón cuenta con ventanas convencionales en un 25% de su superficie, logrando desplazar el aire caliente hacia el exterior.

Caja transparente

Lo más desafiante en la construcción del edificio fue armar el cofre de cristal. "Por el clima de la zona y por las juntas como

Proyecto de paisajismo del inmueble. Además de estacionamientos en superficies, se proyectan colocar árboles nativos y luminarias.



SISTEMAS DE DRENAJE

atlantis

- ZANJAS DE INFILTRACIÓN
- POZOS ABSORBENTES
- ESTANQUES DE ACUMULACIÓN
- 90% DE POROSIDAD
- 38 ton/m² DE RESISTENCIA
- 300 m³ POR CAMIÓN
- DRENAJE SOBRE LOSAS DE HORMIGÓN
- REDUCCIÓN DE PATIOS DUROS
- PAVIMENTOS VERDES

MUROS DE CONTENCION

MESA

- MUROS TEM O MSE ANTISISMICOS
- SISTEMA PREFABRICADO
- NO UTILIZA ACERO
- TERMINACIÓN ESTÉTICA
- BLOQUES DE COLORES
- RAMPAS DE ACCESO
- ESTRIBOS DE PUENTES

EMIN
SISTEMAS GEOTECNICOS S.A.

www.sistemasgeotecnicos.cl - geoemin@emin.cl
Fono (56-2) 299 8001 - Fax (56-2) 206 6468



El rigor del clima estuvo presente de principio a fin en la obra. El viento y la nieve fueron protagonistas constantes.



GENTILEZA SOCOVESA INGENIERIA Y CONSTRUCCION

las del cristal de cubierta con el vidrio del muro, ya que en esa área el edificio se vuelve irregular y había que efectuar distintas uniones”, señala Dante Baeriswyl, arquitecto coordinador por parte de ENAP.

El cuerpo soportante del invernadero se estructura en base a una carpintería de acero apoyada al edificio de hormigón armado, a modo de tensores metálicos embebidos en pletinas de anclaje. La caja de vidrio se apoya en el hormigón, salvo en algunas áreas donde existen marcos metálicos rígidos de acero que se alcanzan como estructuras independientes.

Los vidrios laminados van adosados en sus extremos a una subestructura de aluminio. “Las secciones de muro cortina se izaban con grúas de 60 t, luego se fijaban al hormigón en algunos casos y a los pilares en otros”, indica Patricio Gross.

Pero no bastaba. Para soportar el viento, a cada vidrio se le agregaron cuatro refuerzos mecánicos, perfiles L de aluminio que acentúan los juegos de reflejos –dinámicos y secuenciados- y de transparencias de las fachadas. Son de largos variables que van entre los 50 y 80 centímetros. “Se dudó de que efectivamente los vidrios adheridos con silicona



Arriba: Lógica constructiva. Se aprecia, de adentro hacia afuera: el edificio, la estructura metálica y los andamios.

Izquierda: El piso técnico en pendiente que se destinó para archivar documentos y en donde está la zona de máquinas del edificio.

estructural al aluminio fueran capaces de resistir los vientos, especialmente los de succión, los más peligrosos porque golpean el frente de la estructura, empujando hacia el exterior al vidrio. Por ello se colocaron estos perfiles exteriores soportantes unidos con tornillos directamente al aluminio, para aumentar la fijación. Si bien son elementos netamente estructurales, al mismo tiempo se transformaron en un acierto arquitectónico”, explica Baeriswyl.

Andamios reforzados

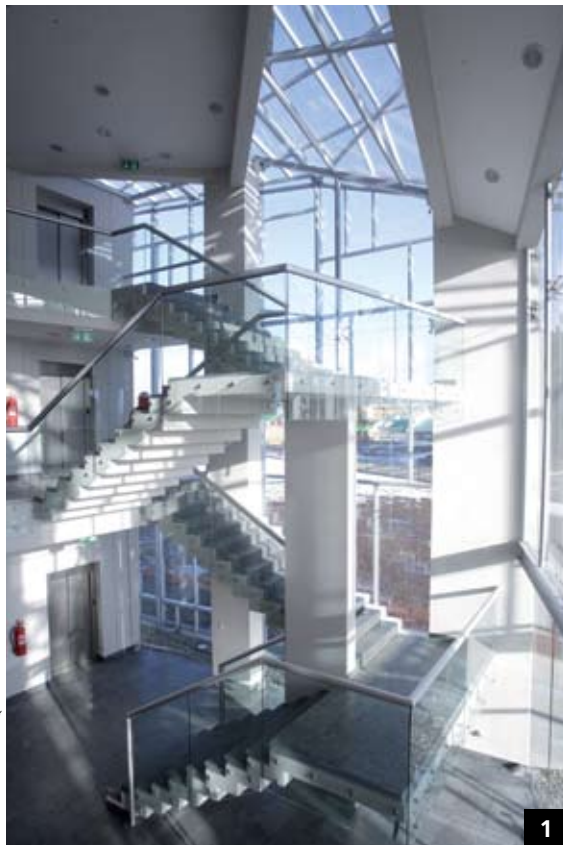
La seguridad en las alturas. Todo un tema. Y cómo no, si había que sujetar la carcasa acristalada para lograr montarla sin que el viento fuese un dolor de cabeza. Para ello se elaboró un proyecto de sujeción de los andamios, a fin de poder levantar la piel de cristal. “Para afianzar los cristales se dejó el edificio forrado con andamios, pero a ellos había que ponerles tensores y tirantes, con el fin de asegurarnos de que funcionaran bien y no se los llevara el viento”, comenta Pablo Aguirre, gerente del área de edificación de Socovesa.

Se afianzaron los andamios con puntales metálicos ya que la estructura soportante de la piel exterior existente no dejó afianzar los andamios a los muros. Este afianzamiento se realizaba de la siguiente manera: El tubo se soldaba en la parte superior al andamio, luego se enterraba un fierro de 50 cm y se fijaba la parte inferior del tubo mediante alambre N° 18 tortoleado (trenzado con tres hebras para mayor resistencia y evitar su corte), siendo necesario armar andamios en todo el perímetro del edificio.

Las barandas fueron construidas con dos bastones hechos de perfil metálico, y dos



A medida que el edificio de hormigón crecía, paralelamente lo hacía la estructura metálica que recibe a la de aluminio.



ARQUITECTURA INTERIOR

1. Escalera que se encuentra en el hall central.
2. Área de circulación entre ambas pieles. Arriba se ven los tensores metálicos que descansan sobre el hormigón y que soportan la estructura de aluminio y los cristales.
3. Espacios que se logran en ambas fachadas, donde se forman jardines entre la caja de cristal y el edificio de hormigón, ayudados por los quiebres del invernadero.

El interior del edificio es sencillo, son 9 m de luz y plantas libres destinadas a oficinas. La asimetría se observa en el exterior porque el invernadero empieza a componer espacios intermedios donde se generan jardines interiores, favoreciendo el esparcimiento informal en el edificio.

El primer piso demandó más trabajo. "Había una escalera interior con vigas inclinadas y hormigones vistos en medio del hall de triple altura", señala Pablo Aguirre. La complejidad consistió en llegar a la altura para instalar las alzaprimas y el moldaje, aproximadamente 10 m, lo cual se logró con andamios sobre los cuales se construyó una plataforma para anclar las alzaprimas que soportaron el moldaje.

El viento ya dejó los recuerdos sobre una obra transparente, un cofre de cristal que exhibe sin traumas sus virtudes. ■

www.enap.cl

EN SÍNTESIS

Un manto exterior de vidrio que cubre un edificio en hormigón armado y proporciona confort con bajo consumo de energía en un medio climático severo, es la nueva imagen corporativa de ENAP en Magallanes. Hacer frente al viento representó el mayor desafío a la hora de levantar el invernadero acristalado. Un edificio que requirió de fijaciones especiales para que, literalmente, el viento no se lo llevara.

BIT 64 ENERO 2009 ■ 95

ganchos soldados por donde pasan las barandas. Por el viento existente en la región, los tabloncillos y las bandejas se amarraban con alambre tortoleado en los toques, acción que se ejecutaba para impedir que los tabloncillos o bandejas se levantaran y cayeran. A pesar de las precauciones, igualmente el viento alcanzaba velocidades que cortaban los alambres, "cuando se producían frentes de mal tiempo con ráfagas de vientos sobre los 80 km, se retiraban las bandejas de los andamios para evitar desprendimientos", apunta el profesional de Socovesa.

Los cuerpos se amarraron con dos alambres tortoleados por lado para impedir que se desmontaran los andamios. Finalmente, y cuando era posible se instalaban tacos de madera en-

tre la estructura metálica y el andamio afinado con alambre tortoleado.

El revestimiento

La construcción habitable en tanto, es una estructura simple de losas y pilares de hormigón, que se protegió con aislamiento en muros y ventanas. Es un rectángulo de tres pisos más un altillo mecánico para archivo, a modo de entretecho y que recorre toda la planta, siempre dentro del invernadero. El primer piso posee una altura de 3,15 m, el segundo y el tercero son de 2,65 m, y un techo en pendiente que conforma el altillo. Para mejorar el clima interior, entre el hormigón y el revestimiento de madera se colocó un aislante de 10 centímetros.

FUNDACIONES ESPECIALES ESTRATOS

Anclajes Postensados
Micropilotes
Shotcrete
Soil Nailing
Inyecciones
Pernos Auto-Perforantes
Pilotes



Ejecución de pilotes de gran diámetro



Av. Américo Vespucio 1387
Quilicura - Santiago - Chile
Dirección Postal:
Casilla 173 - Correo Central
(Santiago)
Teléfono: 431 22 00
Fax: 431 22 01
E-mail: estratos@drillco.cl www.estratos-fundaciones.cl



TERMINAL GNL MEJILLONES

LA ENERGÍA DEL NORTE

A 12 km de la ciudad de Mejillones, en la II Región, rodeada de arenas blancas y extensas playas, con temperaturas que superan los 35°C buena parte del año, se construye la segunda planta de gas natural de Chile. Es el Terminal GNL Mejillones, un coloso que será un tremendo aporte a la matriz energética del país. Revista Bit fue testigo privilegiado del hincado de los pilotes aguas adentro y de las obras civiles terrestres. Todo pasa allí, frente al mar.

PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT, ENVIADA ESPECIAL A MEJILLONES



VISTA PANORÁMICA DE LA PLANTA



BARCO ESTANQUE Y BARCO DESCARGA



CABEZO DEL MUELLE



CONSTRUCCIÓN DEL MUELLE

GENTILEZA GNL MEJILLONES

ESTUVIMOS ALLÍ. En Mejillones. Nos recibe el calor agobiante de la zona y un termómetro que no piensa bajar de los 35°C. Pero el proyecto a visitar justifica plenamente enfrentar el clima extremo y cualquier otro desafío. Hay que dar una buena noticia. Este puerto de la II Región se transformará en uno de los grandes protagonistas del futuro energético del país. A toda marcha se construye el Terminal de Gas Natural Licuado (GNL) Mejillones, que abastecerá al Sistema Interconectado del Norte Grande (SING).

Para enfrentar un complejo escenario energético, en 2007 el Gobierno encargó a Codelco liderar la tarea de construir un puerto regasificador de GNL. Para ello, junto a Suez Energy, formó la sociedad GNL Mejillones para abastecer a las generadoras del SING a partir del primer trimestre del 2010. La iniciativa se hace realidad.

Resulta inevitable comparar este proyecto con el terminal de GNL en Quintero (más información en Revista Bit n°60, página 32, mayo 2008). Hay diferencias. La más importante reside en que Mejillones tendrá un muelle de 900 m de longitud, con un cabezo (tablero de hormigón fundado sobre pilotes, ubicado al término del puente de acceso, con 1 o más sitios de atraque, donde se realizan las operaciones de carga

FICHA TÉCNICA

Obra: Terminal GNL Mejillones
Mandante: GNL Mejillones S.A.
Ingeniería: GDF Suez
Inversión total: US\$ 500 millones aprox.

OBRA MUELLE

Muelle y Pilotes: Constructora Belfi
Suministro e hincado de 308 pilotes de acero: 10.000 t
Término: 19 de agosto de 2009
Monto contrato: US\$ 105.000.000

OBRAS CIVILES Y ÁREA DE PROCESO

Contratista: Técnicas Reunidas
Subcontratista obras civiles y montaje electromecánico: Echeverría Izquierdo Montajes Industriales
Término: 16 de mayo y 16 de septiembre de 2009
Monto contratos: US\$ 60 millones

ARMADO DE LOS PILOTES

- A. A la maestranza de Puerto Angamos llegan los tramos de tubos, y se arman en las longitudes que indica el proyecto.
- B. Se ejecutan las faenas de limpieza con máquinas industriales.
- C. En bodegas techadas se pintan.
- D. Una vez listos, en Puerto Angamos se izan con grúas y se lanzan al mar.



GENTILEZA BELFI

HINCADO DE PILOTES EN EL MAR

1. Los pilotes se lanzan al mar desde uno de los sitios de embarque.
2. A través de botes se remolcan a los frentes de trabajo.
3. Buzos ayudan en el traslado de los pilotes y en su acomodo para el proceso de hinca.
4. Grúas los izan hasta el punto de hincado.
5. Panorámica del martinete diesel que los hinca al suelo marino.
6. Tramo del muelle con cepas de pilotes hincados y con la superestructura hecha de vigas de acero.



y descarga del barco) habilitado para dos buques. Sí, porque al puerto nortino arribarán dos buques, uno que operará como estanque y otro como descarga. “Dado que estamos en la ingeniería base del estanque en tierra, por ahora cerramos un contrato con un barco de GNL de 160 mil m³, el mismo tamaño del futuro estanque, que quedará fijo al muelle en el lado norte, y se cargará con otro barco por el lado sur”, indica Frederik Janssens, gerente general de GNL Mejillones. Este sistema se extenderá por tres años, lapso en que se espera construir el estanque terrestre, que estaría disponible para el 2013.

Con una inversión aproximada de US\$ 500 millones, el terminal está diseñado para entregar 5,5 millones de m³ de gas natural por día (en Quintero son 10 millones de m³ diarios). Este gigante se levanta a 65 km de Antofagasta y Revista BIT recorrió las faenas del muelle de descarga y las obras civiles en tierra. Una experiencia impresionante frente al mar. La historia, a continuación.

Los pilotes

Un muelle de 900 m de longitud y el hincado, en mar y tierra, de 308 pilotes, es el desafío que asumió la empresa constructora Belfi. Un muelle de 680 m desde el inicio en tierra hasta el eje del cabezo y 220 m más hasta el frente cuatro, donde se encuentran 4 duques de alba (estructuras conformadas por pilotes y un macizo o losa de hormigón, que lleva defensas para absorber la energía que le imprime el barco durante la maniobra de atraque) y 9

INSPECCIÓN DE PILOTES

La empresa Proconsa es la I.T.O. de las faenas marinas. "Se ha puesto especial énfasis en la fabricación de los pilotes. Se limpian y se dejan desnudos para hacer la inspección por ultrasonido. Adicionalmente, todos los sectores en donde se daña la pintura producto de las labores propias del montaje, se vuelve a restaurar", comenta Ernesto Beltrami, jefe de inspección.

postes de amarre para los barcos.

El muelle se inicia en una cota con una pendiente del 0,2% hasta llegar al cabezo. "En tierra partimos en la cota +8 y en el cabezo llegamos a la +6,70. En este sector hay pilotes de hasta 72 m de largo y los más cercanos a la playa son de 30. Los diámetros van desde las 30" al inicio del muelle hasta las 48" en la zona de atraque", señala Rafael Paredes, jefe de terreno de Belfi. Son principalmente de acero ASTM 572, grado 50, de alta resistencia para soportar las cargas de diseño de proyecto.

Los pilotes llegaron procedentes de China, Corea y también de Chile (Maestranza Cerrillos), hasta Puerto Angamos, terminal marítimo vecino a la planta y donde se levantó una maestranza para almacenamiento y fabricación de los pilotes.

Se elaboran en base a tubos estándar de 12 metros. Una vez en obra, y tras verificaciones complementarias a los controles en fábrica, se confecciona un plan de armado con la siguiente secuencia:

1. Emplantillado y empalme de tubos mediante un proceso de soldadura con equipos de arco sumergido en tramos estándar de 24 y 36 metros.

2. Proceso de Pintura: Se aplican dos esquemas de pintura: "Zona Intermarea" y "Zona Sumergida", que requieren los mismos procesos de preparación y aplicación.

La pintura Zona Intermarea es de tipo epóxica aducto amina, de alta resistencia al

efecto del splash, el impacto y la abrasión. La Zona Sumergida es epóxica bituminoso poliamida, de alta resistencia al efecto del splash y la abrasión. Este proceso comienza con el lavado y limpieza previa de los tubos, que incluye hidrolavado y limpieza mecánica. A continuación viene el granallado con una Granalladora industrial, y finalmente la aplicación de pintura en capas con equipos de alta presión.

3. Los tramos empalmados y pintados se unen con tramos empalmados sin pintura para conformar el pilote. En esta etapa se produce el ajuste de la dimensión final, y se le agrega un "Zapato de Hincia", mediante proceso de arco sumergido. Finalmente los tubos son preparados para su despacho vía marítima a los frentes de trabajo.

El hincado

La obra se dividió en cuatro frentes, uno en tierra, con 39 pilotes y tres en el mar, siendo el de mayor cuidado el frente tres, donde va el cabezo y los equipos de operación y descarga, con cinco brazos que trasladan el gas de un buque a otro.

Comienzan las precauciones. Debido a las capas existentes de arena en el suelo marino, se consideró que, de darse un sismo de magnitud importante, el diseño de los pilotes contemplara el suelo firme, un estrato de diatomita (tipo de ceniza volcánica) del orden de unos 50 metros.

Otra medida se tomó en la rompiente de la ola. En este sector el oleaje genera un efecto abrasivo sobre el pilote. Por ello, se hincia con una porción desnuda, sin pintura, a la que se aplica una camisa de acero que sirve como moldaje que se groutea o se hormigona, de manera que quede con un revestimiento de hormigón (cerca de 1 m sobre el nivel del agua). Así, se evita que la abrasión generada por el arrastre de arena le quite espesor.

Vamos mar adentro. En Puerto Angamos comienza la travesía. "Desde uno de los si-



MANTO

Máxima velocidad de armado ✓

Hormigones perfectos ✓

Rendimiento a toda prueba ✓

soinsa
ANDAMIOS Y ENCOFRADOS

SOINSA, con seguridad,
en todos tus proyectos.



Casa Matriz: (56-2) 345 5300

Antofagasta: (56-55) 218 512
Viña del Mar: (56-32) 614 084
Concepción: (56-41) 430 235

encofrados@soinsa.cl
www.soinsa.cl



EXIGENCIAS EN SEGURIDAD

En el mar la seguridad es clave. "Trabajar en el mar es distinto a otras faenas. La ventaja es que si un trabajador se cae al agua, tiene grandes posibilidades de sobrevivir. Pero hay muchas otras desventajas, por ejemplo, las condiciones de la superficie cambian todos los días. Avanzamos con los frentes pero nos encontramos con diversas situaciones en el suelo marino que hay que salvar", indica Paredes.

En tierra la implementación de seguridad es obligatoria: casco, arnés, calzado, guantes, protecciones faciales y trabajo en altura. Se les exige a los trabajadores cumplir con el examen ocupacional que los habilita para este tipo de labor.



Imagen donde se muestra parte de las cañerías criogénicas que conducen el gas hasta llegar a la trinchera de hormigón que se eleva por 15 metros. Detalle real de los trabajos de excavación.

GENTILEZA GNL MEJILLONES

tios de atraque los pilotes se lanzan al agua sellados por ambos extremos mediante tapas fijadas con hilo sin fin y con silicona”, relata Jorge Keupuchur, administrador de obra de Belfi. Se bota al agua, lo toma una embarcación, que puede ser una panga o bote dependiendo de las condiciones del mar, se lleva flotando hasta el frente de trabajo, donde lo toma una grúa de 200 t de capacidad, para ser izados a la plataforma Jack Up. La asistencia de buzos es necesaria, ya que colaboran cuando el pilote se deposita y se retira del agua, en la colocación y retiro de las manobras de izaje, y en el retiro de las tapas que permiten al pilote conservar el aire en su interior y así flotar.

Ya en la torre de hincado, se hinca en el suelo marino con martinetes diesel. “Se utiliza un martinete tipo DELMAG D-80”, señala Keupuchur. En el sector de la playa hablamos entre 17 y 25 m de fichas (aquella parte del pilote que se entierra) y en el sector del cabezo entre 20 a 45 metros. Son 3 pilotes por frente, 10 a 12 pilotes a la semana.

Una vez hechas las cepas o conjuntos de pilotes, se arma la superestructura del muelle, que consiste en la colocación de vigas de acero de 1,60 m de altura, donde van los brazos de descarga y de 1,5 m en las restantes áreas del muelle. “Los brazos de descarga llegarán semiarmedados, se armarán y montarán. Son de 30 m de altura, pesan 70 t y son articulados, por ello es que las vigas de acero son de mayor sección para soportar el peso”, indica Keupuchur.

Sobre las vigas se colocan losetas prefabricadas de 25 cm de espesor. Se hormigona y se aplica una carpeta asfáltica para imper-

meabilizar. Detrás viene la cañería criogénica por donde pasa el gas rumbo a la planta de proceso, obra que la ejecutará la empresa española Técnicas Reunidas.

El plazo de entrega de Belfi es el 19 de agosto de 2009. Hasta nuestra visita, en noviembre 2008, se llevaba un 45% de los pilotes hincados.

Desafíos en tierra

A falta de estanque, en tierra se ejecutan varias obras. “El contrato se lo adjudicó Técnicas Reunidas, y subcontrataron los servicios de Echeverría Izquierdo para la construcción de obras civiles y montaje electromecánico”, apunta Janssens. Involucra planta de proceso, plataforma con el montaje de los equipos en tierra y underground.

Sin duda que la obra de mayor complejidad es el Culvert de Entrada, trinchera de hormigón por donde se eleva la tubería criogénica que transporta el gas.

Se trata de una obra civil bastante singular. ¿Por qué? En Mejillones el muelle llega en desnivel a la plataforma donde se inicia el área de proceso. “Hay que superar un declive de 20 m entre la plataforma litoral y la meseta donde se construye la planta”, cuenta Roberto Monasterio, administrador de obra de Echeverría Izquierdo Montajes Industriales.

Belfi llega con el muelle hasta un muro de contención al pie del acantilado, que constituye el límite de batería (una frontera física entre distintos alcances de trabajo licitados)

entre los contratos off shore y on shore, que separa las obras del muelle del Culvert. La trinchera será de aproximadamente 10 m de ancho, lo que exige construir dos muros de contención, de 8,40 m y 6,65 m de altura, en forma sucesiva para conformar tres niveles escalonados, totalizando 15,05 m de altura. La complicación ha sido el gran movimiento de tierra, que exige estabilizar el talud, abrir una gran brecha, con una pendiente donde el terreno alcance un ángulo de reposo natural, reduciendo el riesgo de deslizamientos. Hacia arriba sigue como una gran trinchera que será cruzada por un futuro camino público costero desde Mejillones y un camino al interior de la planta a través de puentes de hormigón.

Bajo la arena, según prospecciones ejecutadas, se espera hallar material sedimentario consolidado que ayudará a estabilizar la excavación y evitar sostenimientos. “Limos cementados (diatomita) se encuentran a 3,0 m bajo la capa de arena, vamos a remover ese volumen y esperamos encontrar esa formación para excavar con un talud no muy pronunciado”, comenta Monasterio. Para apoyar la construcción, y dada la dificultad de acceso, se montará una grúa torre de 50 m de cobertura desde la parte superior.

Área de proceso y edificios

El principal proceso que se realizará en la planta será elevar la temperatura del gas, que viene en estado líquido a -160 °C, para transformarlo al estado gaseoso e inyectarlo, a través de un gasoducto de 8 km, al SING. El gas procedente del barco llega a tres vaporizadores, cuya función es elevar su temperatura. La cualidad de estos contenedores de hormigón de 10x5 m, es que son de llama sumergida, vale decir, se retroalimentan con el mismo gas. “Son tinas de agua, selladas y con un soplador que alimenta la llama con oxígeno, elevando la temperatura”, explica Janssens.

Hoy se construyen las fundaciones de éstos y otros equipos del área de proceso. Una vez más el tipo de suelo ha sido el protagonista. Como en arena (predominantemente arenas tipo conchal con trazas de suelo tipo caliche) es imposible fundar, se hicieron me-



Izquierda: Fundaciones de los vaporizadores, estructuras de hormigón que elevan la temperatura del gas para transformarlo de estado líquido a gaseoso. Abajo: Vista del futuro edificio de bodega de 8 m de alto. Los edificios están fundados sobre mejoramiento de hasta 2 m de material seleccionado.

joramientos masivos de hasta 4 m en plataformas de amplia superficie.

Hay más obras. Los edificios del complejo. El de administración, Warehouse o bodega principal de 8 m de alto, donde estará el taller y laboratorio. El edificio de control y dos subestaciones eléctricas. Todos diseñados en base a cimientos corridos, fundados sobre mejoramiento de hasta 2 m de material seleccionado. Para la construcción de estos recintos se usan grúas hidráulicas todo terreno de 35 t (la obra cuenta actualmente con dos) para apoyar el montaje de armaduras prearmadas y módulos de moldaje. Para el transpor-



GENTILEZA EC-HEVERRIA IZQUIERDO MONTALES INDUSTRIALES

te y movimiento de equipos y materiales en general se opera con camiones pluma de hasta 12 toneladas. Finalmente, para facilitar la colocación de hormigón se cuenta con un camión-bomba de hormigón Putzmeister, con pluma articulada 36 m (hasta 38 m con el terminal flexible).

La fecha está a la vuelta de la esquina. El

plazo de ambos contratos es el 16 de mayo en el caso de las Obras Civiles y Underground, y el 16 de septiembre para el montaje.

La primera semana de diciembre de 2009 está previsto recibir el primer barco de GNL. Será un test inicial para que entre en operación comercial, a partir de marzo de 2010, la primera etapa del proyecto con ambos buques. Energía frente al mar. ■

www.gnlm.cl

EN SÍNTESIS

Una nueva planta de GNL tendrá Chile. Y el puerto de Mejillones es el epicentro de las obras. Un muelle de 900 m y la hincada de 308 pilotes con un cabezo que recibirá dos barcos, un buque estante permanente y un buque descarga, son sólo algunos de los desafíos que hoy en día se ejecutan.

BIT 64 ENERO 2009 ■ 101

PERI CHILE, siempre presente en las obras más importantes de nuestro país, ahora en la segunda región "Planta de Regasificación - Mejillones". Codelco lidera la tarea de construir un puerto de gas, con el objeto de abastecer a los generadores del sistema interconectado del norte grande.



PERI CHILE Ltda.
Santiago
Fono: 444 6000
Perich@peri.cl

PERI Centro Costa
Viña del Mar
Fono/Fax: 32-687713
peri.centrocosta@peri.cl

PERI Norte
Antofagasta
Fono: 55-216193
peri.norte@peri.cl

PERI Sur
Concepción
Fono: 41-2310808
peri.sur@peri.cl



EL ÉXITO ES CONSTRUIR CON PERI

www.peri.cl

MEMBRANAS ESTRUCTURALES

TENSIÓN CREATIVA

Las membranas textiles aplicadas de manera tensada generan formas arquitectónicas que combinan curvaturas en más de un eje, obteniendo cubiertas de alto valor estético. Con la aplicación de esta solución en los nuevos estadios construidos para el Campeonato Mundial Femenino de Fútbol, creció el interés por conocerlas y considerarlas en los proyectos. Especialistas entregan sus recomendaciones para aplicaciones impecables y duraderas.

DANIELA MALDONADO P.
PERIODISTA REVISTA BIT

CÓMO LOGRAR CUBRIR grandes espacios con un material dúctil, resistente, duradero, que proteja de los rayos UV y que permita crear una gran diversidad de formas arquitectónicas, es lo que han respondido especialistas al conformar las tensoestructuras o membranas estructurales. La técnica no es nueva, pero en nuestro país, recién se comienza a conocer. Pese a que existen algunos casos que ya tienen más de 10 ó 20 años, como la membrana instalada en el teatro al aire libre en el parque Bustamante o el restaurante de Villa Baviera en las cercanías de Concepción, son los estadios construidos para el Mundial Femenino Sub 20, los que han despertado un gran interés por su diseño, técnica y construcción (Ver Bit 63, pág. 30).

La particularidad de las tensoestructuras radica en que la membrana trabaja estructuralmente (junto a cables y estructuras sólidas) y no sólo cubre la estructura soportante, como ocurre en una techumbre tradicional de planchas metálicas, además esta solución mezcla formas cóncavas, capaces de resistir las cargas verticales (como la nieve) y convexas, que hacen frente al viento, resistiendo las fuerzas debidas a presiones y succiones.



Paseo Quilín,
Santiago.



GENTILEZA TECNOSPORT CONSTRUCTORA

Las membranas están constituidas por un tejido y un revestimiento para protección e impermeabilización. Existen de distintas calidades y colores. Las combinaciones más conocidas son PTFE-Glass, Silicone-Glass y PVC-Polyester, siendo esta última la más económica y de aplicación más masiva. Este textil, se instala entre estructuras existentes o anclado a estructuras especialmente diseñadas. Sus usos son muy variados y pueden ir desde cubiertas en patios, piscinas, centros comerciales, hasta recintos deportivos de

grandes extensiones. Una solución en PVC-Polyester, considerando el proyecto de arquitectura, la ingeniería, la fabricación y la instalación (sin incluir las obras civiles) tiene un costo aproximado que va desde \$ 95.000 por m² a \$ 300.000 por m², dependiendo de la complejidad y escala del proyecto. En la mayoría de los casos, la estructura corresponde al 50% y la instalación al 10% del costo total.

La experiencia aplicada desde su diseño hasta su instalación, son claves. Sólo de esta

manera se lograrán formas arquitectónicas que sorprenden por su funcionalidad y sobre todo por su belleza y gracilidad.

Paso a paso

No existe un proyecto que sea igual a otro, enfatizan los especialistas. Cada tensoestructura es diferente y por lo tanto, los procesos cambian dependiendo del diseño, los materiales, la extensión y del clima, entre otros factores. Pese a esto, existen algunos pasos básicos que se siguen al abordar un proyecto

SECUENCIA DE MONTAJE TENSOESTRUCTURAS

1. Armado de la estructura
2. Izaje de los arcos
3. Estructura soportante lista
4. Anclaje de la membrana a la estructura
5. Tensado inicial de la membrana
6. Membrana tensada
7. Proyecto terminado



GENTILEZA CIDELSA CHILE

dependiendo de las solicitudes de los mandantes. En esta etapa se define la forma que se le dará a la membrana y el lugar exacto donde se instalará.

2) Ingeniería: Junto al diseño arquitectónico, trabajan ingenieros que se encargan de analizar la forma y sugerir los apoyos y la estructura que soportará la membrana, ya sea a través de pilares metálicos, de madera o de hormigón. Las membranas estarán sometidas permanentemente a grandes esfuerzos, debido a que su estado natural es de tensión, al que hay que sumar los estados de carga externos como las cargas de nieve y viento. En esta etapa además se calcula y diseña las fundaciones y/o los anclajes a los edificios existentes. Además se especifica el tipo de membrana y la duración estimada, la que va de 10 a 50 años o más.

3) Confección de membrana y estructura: En fábrica se corta la membrana en base al diseño definido. Posteriormente es sellada con máquinas de alta frecuencia. Al realizar este sello, las capas pasan a constituirse en un solo elemento resistente. Paralelo a esto, también se confecciona la estructura soportante y las fijaciones que se usarán, ya sean placas, ganchos, fijaciones encorvadas o cables de acero y grapa.

4) Fundaciones y anclajes: Una vez que se llega al terreno, se comienza con un trabajo de topografía el que indicará las excavaciones y fundaciones que se requiere realizar. Si las tensoestructuras se instalan en edificaciones ya existentes, se analiza si la

estructura es capaz de soportar las tensiones, si es así, se anclan directamente. Si los cálculos indican lo contrario, se deberán realizar fundaciones y enfierraduras especiales, para posteriormente fijar las placas de anclaje.

5) Armado de la estructura: Generalmente, la estructura soportante de la membrana, se arma tipo mecano, apertándola. Con la posibilidad de desarmarla en cualquier momento se convierte en un elemento temporal de edificación.

La estructura es relativamente liviana, por lo que el montaje se puede realizar rápidamente.

6) Instalación de membrana y tensado: Para realizar un montaje más eficaz, generalmente la membrana se divide en secciones, por ejemplo para una estructura de 45 m de largo por 20 m de ancho, lo ideal es dividirla en unidades de 15 m de ancho, de esta manera se vuelve más maniobrable. Las membranas generalmente se instalan a mano por cuadrillas de 4 a 20 personas dependiendo de sus dimensiones, sin embargo, hay casos en que se requieren grúas para armar la estructura y para subir la membrana. Antes de izarlas, se extienden en el suelo, previamente cubierto para no ensuciarlas. Una vez estiradas, se suben a la estructura a través de sogas que van de un extremo a otro. El perímetro de cada una de las membranas tiene un doblez donde se colocan ojillos de aluminio o acero inoxidable, por donde se pasan las cuerdas. En

de membranas estructurales.

1) Diseño: Todo comienza en un computador. Una vez que se recolecta datos como el objetivo de la tensoestructura, la ubicación, la extensión, el clima y las posibilidades de sujeción, se propone un diseño a través de programas computacionales especialmente diseñados para este uso. La primera etapa, conocida como form finding, es una de las más importantes, ya que es aquí donde se aplica toda la creatividad. Este diseño generalmente se va modificando en el tiempo,

EJEMPLOS DE ERRORES

Derecha. Baja pendiente y cables de acero mal calculados provocaron diques de agua, lo que generó el colapso del sistema.

Abajo. Mal cálculo de tensión de los cables de acero provocaron la ruptura de la membrana.



el perímetro de la estructura, donde se va a fijar la membrana, se colocan barras de acero, sobre las que se van a ceñir las cuerdas. Para lograr la tensión, cada vez que se pasan las cuerdas por el ojetillo hacia la barra de acero, se aplica una gran tracción, trabajando como un nudo corredizo que aumenta el esfuerzo. Con este mecanismo el esfuerzo se divide en diferentes partes, haciendo trabajar a la membrana completa. Como referencia, cada sección de 40 cm debiera tener entre 30 y 60 kilos de tracción por cada uno de los ojetillos. Esto puede variar dependiendo del tipo y tamaño de membrana, el tipo de ojetillo y el tipo de cuerda.

Con condiciones favorables de tiempo y una cantidad adecuada de trabajadores disponibles, se podrán instalar aproximadamente 1.500 m² diarios.



Los errores

Los errores que pueden repercutir en la vida útil de una membrana estructural se pueden encontrar en todas las etapas, algunos suceden durante el diseño o cálculo de ingeniería y otros se cometen durante el proceso de fabricación de la estructura, cables o membranas o durante el montaje. Un posible error se puede manifestar en pequeños daños, que en un principio no son notorios, pero que después de soportar cargas externas como grandes vientos o cargas de nieve, puede llevar a una estructura al colapso. Con un buen diseño, comentan los expertos, esto se puede prever.

Otro posible error se puede encontrar en la aplicación imprecisa del nivel de tensión proyectado. Tanto una tensión por debajo de la proyectada o superior a ella, puede ser significativa en la estabilidad o vida útil de una tensoestructura. Si existe un mal diseño o mala confección, pueden quedar los centros flojos y por más tensión que se aplique en

los perímetros no se va a solucionar. Es en estos casos donde se producen apozamientos de agua.

En oportunidades se pueden lograr esfuerzos de 10 toneladas por cada esquina de la tensoestructura, por lo que es fundamental usar siempre anclajes, pernos y cables de materialidad y diámetros adecuados, según los cálculos del proyecto de ingeniería. Tener un orden y seguir a cabalidad las indicaciones del equipo que desarrolla el proyecto y los proveedores, evitará errores difíciles de remediar.

Sugerencias técnicas

El montaje de tensoestructuras es un trabajo complejo que requiere tomar algunas precauciones. Especialistas entregan sus recomendaciones:

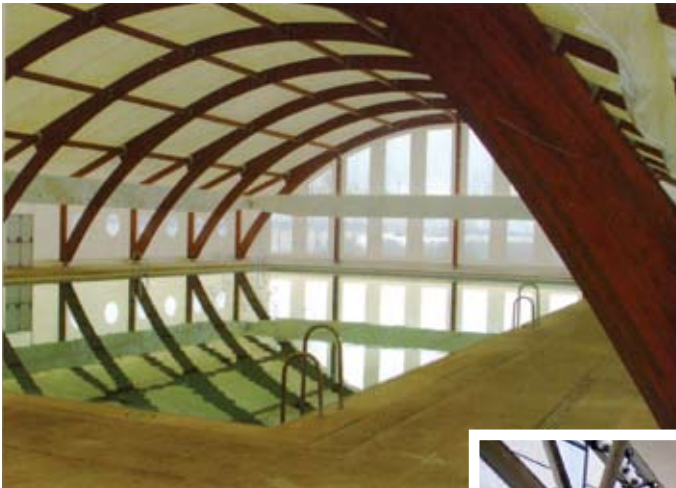
- Si se trata de la instalación de la membrana en una obra que se encuentra en construcción, las fundaciones y anclajes deben realizarse en las primeras etapas de la obra. En cambio, el montaje de la membra-

Acercando a Chile el Mundo de la Arquitectura Textil

Telefono: (56 2) 777 0030 • Santiago • Chile • sergatex.ventas@sergatex.cl

 **SERGATEX**
TEXTILES TÉCNICOS
Distribuidor oficial membranas duraskin®

 **VERSEIDAG**
COATING AND COMPOSITE
Calidad Alemana Asesoría Profesional



Estructura de madera laminada con cubierta de tensomembrana.

na es conveniente realizarlo en las etapas finales. Es importante tener en cuenta que una vez instalada la membrana, no es posible hacer trabajos de soldadura en sus proximidades.

- Las telas se deben manipular como un material destinado a durar 20 años, teniendo especial precaución con las capas y barnices, evitando dañarlas por abrasión, con químicos u otros agentes nocivos. Si las membranas llegasen a mancharse, siempre se debe recurrir al fabricante antes de intervenirlas. Una vez instaladas, la limpieza debe realizarse solamente con agua y jabón neutro para no dañar las capas autolimpiantes que posee. No se debe descartar realizar eventualmente una re-tensión de la membrana cada cierto tiempo. De ninguna manera la estructura deberá quedar con puntas o quiebres que puedan dañar la membrana cuando se esté izando.

- Las condiciones climáticas de los días de



SEGURIDAD

La manipulación de grandes paños de tela en altura es un trabajo delicado que requiere considerar varias medidas de seguridad. Especialistas recomiendan el uso de zapatillas o zapatos livianos que brinden firmeza para desplazarse por los arcos que conforman la estructura. Además se debe utilizar casco y arnés de seguridad (idealmente un arnés tipo paracaídas de tres puntas) y cuerda de vida fijada a los marcos.



Piscina temperada de la Municipalidad de Graneros. Año 2006.



Detalle de corners y fijaciones de una tensoestructura.

montaje son claves. Lo que más complica a las tensoestructuras es el viento. Si éste surge de un momento a otro, y encuentra a las membranas sin anclaje, puede introducirse por debajo, transformándola en una verdadera vela que no hay cómo sujetarla. Lo ideal es contar con un poco de viento, ya que trabaja a favor al desplegarla. Especialistas recomiendan tomar todos los recaudos posibles, ya sea poniendo pesos sobre la membrana o conectando los sistemas de anclaje lo más rápido posible, evitando que queden puntas sueltas.

- Otro tema de preocupación es la tensión que hay que darle a la membrana en el montaje. Esto se realiza generalmente con el apoyo de gatas hidráulicas y si se supera la tensión admisible, existe la posibilidad de dañar la membrana o la estructura soportante. Es fundamental que la realización de esta etapa, se considere desde el diseño y sea ejecutada por profesionales con experiencia.

Los especialistas concuerdan en que un buen montaje se reconoce cuando no se observa ninguna arruga en la membrana, ya que esto demuestra que se diseñó, fabricó e instaló correctamente. Adicionalmente, se distingue una buena instalación cuando, bajo

cargas de viento, no se producen grandes vibraciones. Belleza y resistencia se unen para formar una tensión creativa.

EN SÍNTESIS

Las tensoestructuras o membranas estructurales son formas arquitectónicas creadas a partir de membranas tensadas, las que se convierten en cubiertas que otorgan las mismas prestaciones de las tradicionales, pero que tienen la ventaja de que son rápidas de instalar, permiten el paso de la luz, son térmicas, resistentes y duraderas. Especialistas recomiendan poner la mayor dedicación en el diseño, ya que es en esta etapa donde se deben prever posibles errores. En la etapa de montaje es fundamental tener precaución con el viento, especialmente cuando se despliega la membrana. Además es fundamental lograr una tensión adecuada.

COLABORADORES

- Jorge Roca, representante, Cidelsa Chile
- Marco Becerra, gerente general, Tecnosport Constructora
- Nelson Gazali, gerente general Sergatex
- Osvaldo Sotomayor, arquitecto, gerente general Desmontables S.A.

**30 AÑOS
AVANZANDO JUNTOS.**



Fira Barcelona

**Recinto Gran Via
20-25 Abril 2009**

Construmat es una referencia obligada para el sector de la construcción en Europa. Una cita que ofrece a su empresa una consolidada plataforma de negocio y proyección internacional. En el recinto Gran Via, uno de los más innovadores de Europa. Miles de profesionales de todo el mundo vendrán para seguir avanzando juntos.



**CONSTRUMAT
BARCELONA**

www.construmat.com

Aerolínea Oficial
clickair
vuela inteligente

Enero



BAU

12 AL 17 ENERO

Salón internacional de materiales para la construcción y de sistemas constructivos.

Lugar: Nuevo recinto Ferial Munich, Alemania.

Contacto: www.bau-muenchen.com



CONTRACTWORLD

17 AL 20 DE ENERO

Feria de nuevos materiales de arquitectura, e innovaciones tecnológicas.

Lugar: Deutsche Messe ag Hannover, Alemania.

Contacto: www.contractworld.com/homepage_e



DOMOTEX HANNOVER

17 AL 20 DE ENERO

Feria de tecnologías en pisos.

Lugar: Deutsche Messe AG Hannover, Alemania.

Contacto: www.domotex.de



BUILDERS' SHOW & NESTBUILD

20 AL 23 DE ENERO

Las últimas tecnologías y productos del sector de la construcción.

Lugar: Las Vegas Convention Center, Estados Unidos.

Contacto: www.buildersshow.com

Febrero



WORLD OF CONCRETE

03 AL 06 DE FEBRERO

Salón internacional en tecnologías de la construcción.

Lugar: Las Vegas, Estados Unidos.

Contacto: www.worldofconcrete.com



SALONE IMMOBILIARE – REAL ESTATE EXPO ITALIA

19 AL 22 DE FEBRERO

Feria que mostrará las últimas tendencias de la industria inmobiliaria.

Lugar: Bolonia, Italia.

Contacto: www.saloneimmobiliare.it

Marzo



CONSTRUEXPO

18 AL 22 DE MARZO

III Exposición internacional de la industria de la construcción, maquinarias, equipos, materiales y otros insumos.

Lugar: Venezuela

Contacto: www.construexpo.com.ve



FEICON BATIMAT

24 AL 28 DE MARZO

Décimo séptima feria internacional de la industria de la construcción.

Lugar: São Paulo, Brasil.

Contacto: www.feicon.com.br



EXPO CONSTRUCCIÓN YUCATÁN

27 AL 29 DE MARZO

Feria que muestra las últimas novedades en el rubro de la construcción.

Lugar: Yucatán, México.

Contacto:

www.expoconstruccionyucatan.com



CASA PASARELA

27 AL 31 DE MARZO

Feria con las últimas tendencias interiores de las viviendas.

Lugar: Madrid, España.

Contacto: www.ifema.es/ferias/casapasarela/default.html

Abril



CONSTRUMAT 2009

20 AL 25 DE ABRIL

En 2009, Construmat cumple 30 años mostrando tendencias y novedades en el rubro de la construcción.

Lugar: Recinto Montjuic-Gran Vía, Barcelona, España.

Contacto: www.construmat.com



INTERMAT

20 AL 25 DE ABRIL

Exposición internacional de materiales técnicos para la construcción.

Lugar: Francia.

Contacto: www.intermat.fr

Mayo



GENERA

12 AL 14 DE MAYO

Feria Internacional de Energía y Medio Ambiente.

Lugar: Madrid, España.

Contacto: www.genera.ifema.es



FIDER

20 AL 22 DE MAYO

Feria Internacional de demolición y reciclaje.

Lugar: Zaragoza, España.

Contacto: www.fider.net

Junio



Z-MAC

02 AL 05 DE JUNIO

Salón de Maquinaria para el mueble y la madera.

Lugar: España.

Contacto:

www.feriazaragoza.com



BATIMAT EXPOVIVIENDA

02 AL 06 DE JUNIO

Feria de nuevas tendencias y servicios de la industria de la construcción.

Lugar: Buenos Aires, Argentina.

Contacto: www.batev.com.ar



CONGRESO INTERNACIONAL DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

10 AL 11 DE JUNIO

Evento que convoca a investigadores, especialistas y profesionales.

Lugar: Madrid, España.

Contacto:

www.tecnifuego-aespi.org



WORLD OF CONCRETE MEXICO

16 AL 18 DE JUNIO

Salón de la Construcción, equipamiento e Instalaciones.

Lugar: Centro Banamex, Ciudad de México, México.

Contacto: www.worldofconcretemexico.com

Agosto



CONCRETE SHOW 2008

26 AL 28 DE AGOSTO

Feria internacional de innovaciones en tecnologías de la construcción.

Lugar: São Paulo, Brasil.

Contacto: www.concreteshow.com.br

Octubre



MEMBRANAS ESTRUCTURALES

05 AL 07 DE OCTUBRE

IV Conferencia que aborda la aplicación de las Tensoestructuras.

Lugar: Stuttgart, Alemania.

Contacto: <http://congress.cimne.upc.es/membranes09/frontal/default.asp>



CERAMITEC

20 AL 23 DE OCTUBRE

XI Feria de maquinaria, aparatos, instalaciones, procedimientos y materias primas para la cerámica.

Lugar: Munich, Alemania.

Contacto: www.ceramitec.de



PISCINA BCN

20 AL 23 DE OCTUBRE

Feria cuyo objetivo es mostrar tendencias en piscinas, materiales y nuevas tecnologías de la industria.

Lugar: Barcelona, España.

Contacto: www.salonpiscina.com

Julio



FITECMA

07 AL 11 DE JULIO

Feria de maquinaria y mobiliario industrial.

Lugar: Buenos Aires, Argentina.

Contacto: <http://feria.fitecma.com.ar>

Noviembre



BATIMAT

02 AL 07 DE NOVIEMBRE

Salón Internacional de la Construcción con las innovaciones tecnológicas del rubro.

Lugar: París Expo, Francia.

Contacto: www.batimat.com



BMP

03 AL 08 DE NOVIEMBRE

Salón Internacional de la Industria Inmobiliaria.

Lugar: Barcelona, España.

Contacto: <http://www.firabcn.es/showsCongresses/begin.do>; info@firabcn.es



BIEL LIGHT + BUILDING

03 AL 07 DE NOVIEMBRE

Feria donde se reúnen integrantes de cámaras, asociaciones de la construcción, iluminación y electrónica.

Lugar: Recinto La Rural, Buenos Aires, Argentina.

Contacto: www.biel.com.ar

Marzo

FITAL EXPO

26 AL 30 DE MARZO

Feria de maquinarias y equipos.

Lugar: Recinto Ferial Fimaule, VII Región.

Contacto: www.fimaule.cl



FITAL

26 MARZO AL 05 ABRIL

Feria Internacional de la región del Maule de industria, agricultura y comercio.

Lugar: Recinto Ferial Fimaule, VII región.

Contacto: www.fimaule.cl

Septiembre

X CONGRESO CONPAT

29 DE SEPTIEMBRE AL 02 DE OCTUBRE

Congreso Internacional de Patología, Control de Calidad y Recuperación de la Construcción.

Lugar: Valparaíso.

Contacto: www.conpat2009.cl



Abril

XII FERIA DE OFERTA INMOBILIARIA DE SANTIAGO

24 AL 26 DE ABRIL

Feria habitacional con las últimas novedades en proyectos de viviendas e innovación.

Lugar: Centro Cultural Estación Mapocho.

Contacto: www.feriaexpovivienda.cl



Octubre

XXI COPINAVAL

19 AL 22 DE OCTUBRE

Congreso Panamericano de Ingeniería Naval, Transporte Marítimo e Ingeniería Portuaria.

Lugar: Viña del Mar.

Contacto: www.copinaval.com



Mayo

SEMANA DE LA CONSTRUCCIÓN

FECHA POR CONFIRMAR

Séptima versión del evento más importante del sector construcción.

Lugar: Santiago.

Contacto: www.cchc.cl



Noviembre

EXPOCORMA

11 AL 14 DE NOVIEMBRE

XV Feria Internacional Forestal, Celulosa y Papel.

Lugar: Concepción.

Contacto: www.expocorma.cl



II BIENAL DE ARQUITECTURA CHILE SUR

FECHA POR CONFIRMAR

Foro panel donde se reúnen expertos regionales de la arquitectura local.

Lugar: Temuco.

Contacto: www.colegioarquitectos.com

Junio

CORROMIN

11 AL 12 DE JUNIO

Primer Workshop en Corrosión.

Lugar: Hotel de la Bahía, Coquimbo.

Contacto: <http://www.edoctum.cl/2008/calendario09.htm>



Eventos CDT 2009

V ENCUENTRO PROFESIONALES DE OBRA: PRO-OBRA

FECHA POR CONFIRMAR

Evento orientado al perfeccionamiento técnico de los profesionales de obra.

Contacto: www.pro-obra.cl



IV ENCUENTRO CONSTRUCCIÓN-UNIVERSIDAD

FECHA POR CONFIRMAR

Evento que analiza la integración entre el mundo académico y el profesional.

Contacto: www.construccion-universidad.cl



V ENCUENTRO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE

FECHA POR CONFIRMAR

Eficiencia energética y construcción sustentable en Chile.

Contacto: www.construccion-sustentable.cl





IRRADIANCIA SOLAR EN TERRITORIOS DE LA REPÚBLICA DE CHILE

Editado por la CNE, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, la Global Environment Facility y la Universidad Técnica Federico Santa María.

Margen Impresores.

Santiago, Chile: Año 2008. 248 pp.

Desde Arica a la Antártica. Ninguna zona de Chile quedó desprovista de un registro sobre radiación solar en este libro, el cual tiene por objetivo realizar una adecuada difusión de información relativa a energías renovables no convencionales, como también entregar antecedentes técnicos necesarios y útiles para el diseño de sistemas solares térmicos y fotovoltaicos a lo largo del país.



REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318S-08) Y COMENTARIO

Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile.

Santiago, Chile: Año 2008. 522 pp.

Los requisitos de reglamento para concreto estructural cubren el diseño y construcción de concreto estructural

en edificaciones y donde sea aplicable en otras construcciones. También cubre la evaluación de resistencia de estructuras existentes de concreto reforzado. Dentro de los temas tratados están: planos y especificaciones, supervisión, materiales, requisitos de durabilidad, calidad del concreto, encofrados y cimbras, tuberías embebidas, detalles del refuerzo, entre muchos otros.



GUÍA METODOLÓGICA. 50 OBRAS ARQUITECTÓNICAS DEL PATRIMONIO DE CHILE

Colegio de Arquitectos de Chile y Fundación Futuro.

Santiago, Chile: Año 2008. 60 pp.

Selección de obras que constituyen el patrimonio arquitectónico del país. A través de esta guía, se quiere transmitir

la importancia de visitar desde las centenarias iglesias construidas en el desierto, hasta el austral cementerio de Punta Arenas. Destacan, ente otras, la Ex Aduana de Arica en el Norte, el Museo Nacional de Bellas Artes en Santiago y el Viaducto del Malleco en el sur.



www.gnlm.cl



Página que muestra el avance de la construcción del segundo Terminal de Gas Natural Licuado de Chile (GNL), que se construye en el puerto de Mejillones. Se pueden ver videos de cómo será la planta y de la

descarga del GNL mediante dos barcos, así como una secuencia en imágenes de la obra. Lea el artículo en la sección "Regiones", de la construcción del Terminal, en página 96.

www.mandante-contratista.cl



Las principales debilidades y vacíos en contratos de construcción fueron analizadas por prestigiosos expertos en la tercera versión del Encuentro Mandante Contratista, realizado el 2 de diciembre con la organización de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC).

En este sitio podrá descargar las presentaciones del encuentro.

www.cetiuc.cl



Sitio del Centro de Estudios de Tecnologías de la Información, perteneciente a la Universidad Católica de Chile. Entre las áreas de trabajo, destacan la Estrategia y Gestión TI, la Gestión de Procesos de

Negocio, Las Tecnologías Emergentes, entre otras. En esta edición lea un completo reportaje en la sección "Artículo Central", página 18, cuyo foco es la Planificación y coordinación de obras con TI.

<http://en.beijing2008.cn/90/41/othervenues.shtml>



Sitio gráfico que muestra todas las instalaciones que se construyeron para albergar los Juegos Olímpicos de Beijing 2008. En esta edición un amplio reportaje del "Nido de Pájaros" y "El Cubo de Agua", dos símbolos de la arquitectura china creada

especialmente para la cita deportiva. Ver página 60.

Un nuevo amanecer para la



industria del cemento...



Cemento - Hormigón - Mortero

www.bufalo.com

595 57 00



Antofagasta - La Serena
Viña del Mar - Santiago - Concepción
Puerto Montt

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
ACERO

Un nuevo amanecer para la



industria del cemento...



Cemento - Hormigón - Mortero

www.bufalo.com

595 57 00



Antofagasta - La Serena
Viña del Mar - Santiago - Concepción
Puerto Montt