

Bit

CORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO
CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN

- > TABIQUES
- > EQUIPOS Y DUCTOS
- > CHUQUICAMATA
SUBTERRÁNEA

PUENTES

ANÁLISIS
Y REPARACIÓN



PLANOK
TECNOLOGIA & SERVICIOS

SOLUCIONES TECNOLÓGICAS
PARA LA GESTIÓN INMOBILIARIA
Y DE LA CONSTRUCCIÓN

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

Junto a la industria inmobiliaria **CELEBRAMOS 10 AÑOS** DE INNOVACIÓN Y EXPERIENCIA

Agradecemos la confianza depositada en nuestro equipo, más de 2.000 proyectos han sido administrados con PLANOK.





Expertos en la conducción de agua fría y caliente

PPR

- PP-R Polipropileno Random Tipo 3
- PN-10 y PN-20
- Uniones Termofusionadas
- Baja Conductividad Térmica
- Alta resistencia a los impactos
- Durabilidad PN-20, 50 años a 10 kg/cm2 a 60°C
- Evita robos en obra
- Cubicaciones y Asistencia Técnica en Obra



Autorización SISS

Exige nuestros productos
Vinilit en los mejores distribuidores
a lo largo de todo el país.



SANTIAGO, ASÍ TE QUIERO VER

Mapocho Urbano Limpio.



Porque nuestra ciudad lo necesita, Melón Hormigones está presente en la construcción del **Colector** para el Proyecto **Mapocho Urbano Limpio**, proporcionando los materiales para descontaminar sus aguas y mejorar la calidad de vida en Santiago.



Series Multi V

SOLUCIONES INTEGRALES DE ALTA EFICIENCIA
Y AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE

Amigable con el
medio ambiente

Asesoría integral

Flexibilidad
de instalación

Alta Tecnología

Energéticamente
eficientes



MULTI V
SYNC

MULTI V
WATER



Una nueva generación en HORMIGÓN FLUIDO.

- Hormigón de gran fluidez, sin segregación.
- Minimiza la compactación.
- Fácil y rápida colocación del hormigón asistido por bomba.
- Muy buena terminación de la superficie de hormigón.



Ideal para:

- Muros de hormigón a la vista, con exigentes terminaciones superficiales.
- Rellenos de difícil acceso.
- Pilares, machones o muros muy estrechos, con alta densidad de fierro.
- Moldajes modulares esbeltos de pequeños espesores.
- Obras que requieren una rápida colocación del hormigón.
- Vigas y otros elementos pretensados.



ESTAMOS PRESENTES EN LAS OBRAS MAS IMPORTANTES DEL MUNDO

USA



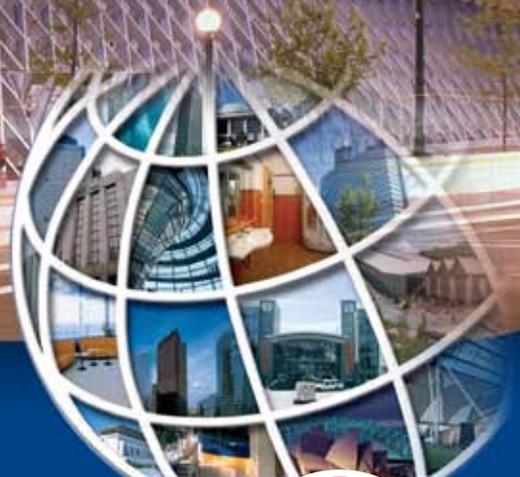
Biblioteca Central

Ciudad: Seattle

Área: 39.600 m²

Aplicación: Fachada y Ventanas

Productos: Sellantes



SERVICIO AL CONSUMIDOR / ASISTENCIA TÉCNICA: 800 - 223005 • www.agorex.cl - www.henkel.cl



LÍDER EN SOLUCIONES

Calidad 

**FUSIÓN TIGRE
DETRÁS DE TUS
PAREDES ESTÁ
PASANDO ALGO.**

**PPr Fusión y
Tigre Fusión BETA**
ahora en diámetros
hasta 125 mm en tubería
y conexiones.



Fusión Tigre para agua caliente y fría

Fusión Tigre es el sistema de conducción de agua de polipropileno Random Tipo 3 con garantía Tigre. Cuenta con una amplia gama de tubos y conexiones desde 20 a 125 mm.

Además de la línea tradicional, ahora disponemos de TIGRE FUSION BETA para conducción de agua caliente y fría a presión, fabricadas con materia prima de última generación (Polipropileno), cuenta con grandes beneficios para los usuarios y está disponible en diámetros de 20 a 125 mm. Mayor resistencia mecánica, mayor resistencia en condiciones de presión y temperatura, menor espesor (mayor caudal), posibilidad de optimizar los diámetros en comparación a las tuberías de PPr tradicional.

Lanzamiento
TUBO FUSIÓN BETA

SUMARIO > N°74

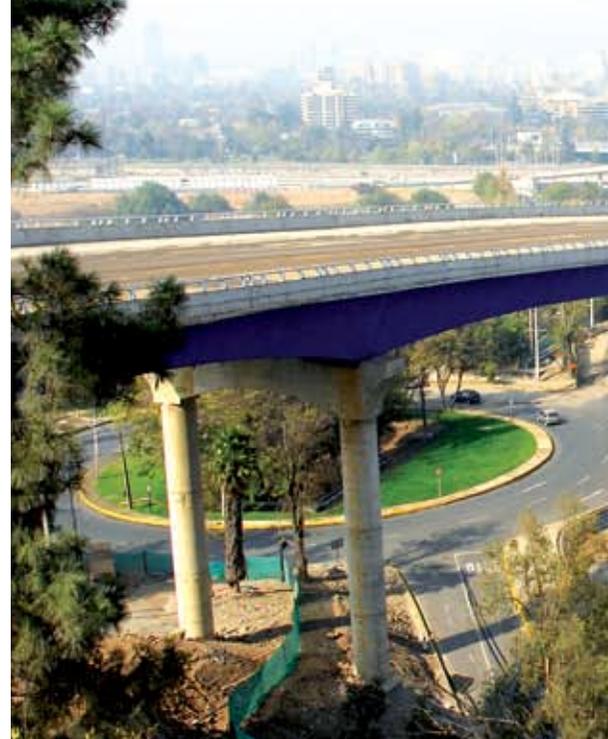
SEPTIEMBRE/OCTUBRE 2010

18 / ARTÍCULO CENTRAL

PUENTES

CONECTIVIDAD A PRUEBA

La reconstrucción de la infraestructura vial avanza. En puentes, las enseñanzas surgidas tras el terremoto, aunque preliminares, deslizan puntos críticos en el diseño que se deberán contemplar y actualizar en la normativa vigente. En otro artículo se investigan casos emblemáticos de estructuras colapsadas en Santiago y Regiones, y las técnicas para reconstruirlas. La conectividad puesta a prueba.



10 / CARTA DEL EDITOR

12 / FLASH NOTICIAS

Noticias nacionales e internacionales sobre innovaciones y soluciones constructivas.

28 / ARTÍCULO CENTRAL

CASOS: RECONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN

Uniendo puentes

Casos emblemáticos de puentes que resultaron dañados tras el terremoto y las técnicas que se aplican para levantarlos.



28

38 / ANÁLISIS

ESTRUCTURAS TSUNAMI-RESISTENTES

A prueba de olas

La reconstrucción de las zonas devastadas por el maremoto comienza, mientras los expertos dan sus recomendaciones para las futuras estructuras.

44 / ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

TABIQUES

Instalación precisa

Los expertos coinciden en que resulta fundamental la conexión en todo su perímetro y la interacción con la estructura resistente.



38

50 / ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

EQUIPAMIENTO MECÁNICO

En su sitio

Para evitar que los equipos se desplacen, los expertos recomiendan un adecuado montaje y aplicar diseño sismorresistente.

58 / SCANNER TECNOLÓGICO

INNOVACIÓN EN TEJAS

Techumbres seguras

Los nuevos modelos de tejas apuntan a incrementar su resistencia antisísmica.



58



64 / PROYECTO FUTURO

CHUQUICAMATA SUBTERRÁNEA

Un nuevo gigante

La mina a rajo abierto más grande del mundo, a partir del 2018 dejará de serlo, para transformarse en una de las mayores minas subterráneas.

72 / ANÁLISIS

MAPA NACIONAL DE CORROSIÓN

La huella del óxido

Los factores ambientales que inciden en el deterioro de los metales representa el objetivo de una investigación que encabezan varias entidades, entre ellas la CDT.

76 / OBRA INTERNACIONAL

AMPLIACIÓN DEL CANAL DE PANAMÁ

Avance seguro

La megaobra sigue avanzando con la construcción de un nuevo juego de esclusas.

84 / ANÁLISIS

REMODELACIONES ACÚSTICAS EN EDIFICIOS PATRIMONIALES

Prueba de sonido

La rehabilitación acústica de edificios patrimoniales encierra múltiples desafíos.

88 / SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

CERÁMICAS

Instalación sin fallas

El éxito de la colocación de estos revestimientos radica en llevar un orden de cada paso y una rigurosa planificación.

96 / ARQUITECTURA CONSTRUCCIÓN

CENTRO CULTURAL GABRIELA MISTRAL

Remodelación para las artes

En septiembre se inaugurará la primera etapa del ex edificio Diego Portales, ahora convertido en un gran centro cultural.

102 / REGIONES

VIÑA LAPOSTOLLE

Cien por ciento gravedad

La bodega destaca por su arquitectura pensada para favorecer la calidad del vino en un proceso de producción 100% gravitacional.

112 / EVENTOS

114 / PUBLICACIONES Y WEB

NUESTROS AVISADORES

	Página
Abastible	94
Abastible	111
Alsina	32
Aminfo	71
Antolin	67
Anwo	47
Anwo	107
Asfaltos Chilenos	66
Atika	93
Bautek	101
Bitumix	36
Bitumix	37
Blosec	91
Budnik	41
CAP	T4
Cementos Bio Bio	5
Cementos Bio Bio	Inserto
Cementos Búfalo	116
Cementos Búfalo	T3
Coflex	46
Ecovial	21
Emin	23
Estratos	113
Fleischmann	99
Form Scaff	17
Grau	16
Hebel	53
Henkel	6
Holcim	110
IDIEM	85
Junkers	49
Knauf	82
Krings	13
ElectroAndina Legrand	11
Leis	15
LG	4
Liebherr	70
Masonite	63
Melón	3
Melón Morteros	73
Mosaico Stretto	43
Nibsa	104
Orica	60
Peri	35
Pilotes Terratest	33
Plan Ok	T2
Plan Ok	1
Plan Ok	Inserto
Planeta Moldajes	21
Pontificia Universidad Católica	79
Rehau	56
Salfa	81
Salomon Sack	105
Sherwin Williams	24
Sherwin Williams	25
Sika	69
Silentium	57
Simma	61
SKC	115
Soletanche Bachy	78
Structuralia	Inserto
TCPavements	108
TCPavements	109
Tecnoglobal	74
Tensocret	26
Tierra Reforzada	87
Tigre ADS	75
Tigre Chile	7
Vidrios Dell Orto	95
Vinilit	2
Volcán	83
VSL Sistemas Especiales	27
Winter	55

COMITÉ EDITORIAL

PRESIDENTE

SERGIO CORREA R.

ANDRÉS BECA F.
BERNARDO ECHEVERRÍA V.
JUAN CARLOS LEÓN F.
HERNÁN LEVY A.
ENRIQUE LOESER B.
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.
GERALDINE ORMAZÁBAL N.
CATALINA CARO C.
PEDRO PABLO RETAMAL P.
GUSTAVO ASENJO A.

JEFA COMERCIAL

PAULINA TORRES A.

EJECUTIVAS COMERCIALES

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

COLABORADORES PERMANENTES

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

DIRECTOR DE ARTE

ALEJANDRO ESQUIVEL R.

FOTOGRAFÍA

JAIME VILLASECA H.

IMPRESIÓN

GRÁFICA ANDES

E-MAIL

BIT@CDT.CL

www.revistabit.cl

ALTO ESTÁNDAR

Al recibir esta revista en sus manos, habrán pasado ya seis meses del terremoto que marcó un antes y un después en nuestras vidas y en la industria de la construcción. Las enseñanzas, las lecciones y las conclusiones continúan multiplicándose. Desde aquel 27 de febrero, en Bit analizamos desde la mecánica de suelos hasta la albañilería, pasando por estructuras de hormigón, puentes y elementos no estructurales, entre muchos otros aspectos que preocupan al sector. Y en cada artículo, con visión de futuro, señalamos las fallas más recurrentes, las distintas soluciones para cada caso, el análisis normativo y los puntos sensibles que no pueden quedar de lado al momento de concebir y ejecutar un nuevo proyecto.

En los reportajes siempre prevaleció una conclusión que nos parece importante destacar: El mercado chileno hoy exige a las construcciones un mayor estándar en seguridad. Una premisa que se observa no sólo en edificación pública altamente sensible como hospitales y colegios, también se aprecia en edificios de oficinas y de departamentos, viviendas sociales, obras viales y en gran parte de las iniciativas públicas y privadas. La buena noticia, que también aparece reflejada en cada artículo de la revista, es que la industria de la construcción chilena se encuentra a la altura de las nuevas exigencias. La inmensa mayoría de los profesionales del sector posee la preparación necesaria para asumir los desafíos que imponen estos tiempos.

En la reparación de estructuras dañadas, en el diseño de nuevos proyectos y en la ejecución de las faenas se observa un nuevo estándar, mayores exigencias. Y allí también es donde se manifiesta con claridad el valor agregado que aportan los profesionales de la construcción, aplicando con rigor tanto las soluciones tradicionales como innovadoras tecnologías.

Otro dato alentador. Los nuevos requerimientos no responden a una preocupación del momento ni a una mayor disponibilidad de recursos. Al contrario, los mandantes públicos y privados muestran una firme convicción en que las construcciones chilenas pueden, y deben, ser de alto estándar.

Es cierto, hay mucho por hacer y por mejorar. Tan cierto, como que nunca se estuvo tan cerca de masificar las construcciones de alto estándar. Sin dudas, una buena noticia para todos.

El Editor



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

REVISTA BIT, ISSN 0717-0661, es un producto de la **Corporación de Desarrollo Tecnológico** en conjunto con la **Cámara Chilena de la Construcción**. BIT es editada por la Corporación de Desarrollo Tecnológico, Marchant Pereira 221, Of. 11, Santiago, Chile, Teléfono: (56 2) 718 7500, Fax: (56 2) 718 7503. **Representante Legal** Claudio Nitsche M.

El Comité Editorial no se responsabiliza por las opiniones vertidas en los artículos ni el contenido de los avisos publicitarios. La intención de esta publicación es divulgar artículos técnicos no comerciales. Prohibida su reproducción total o parcial sin citar la fuente. **Distribución gratuita** de un ejemplar para los **Socios** de la **Cámara Chilena de la Construcción**. Precio de venta público general \$ 3.500.

SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN WATT STOPPER

Green buildings...green solutions



- Ahorro de energía hasta un 50% en iluminación
- Permite de sumar puntos para la certificación LEED
- Control centralizado y flexible a través de un PC en red
- Armonía entre la luz natural e iluminación controlada

Sensores de ocupación, fotosensores y tableros de control centralizado de iluminación, para un uso eficiente de la luz en zonas y aplicaciones programadas.

www.legrandgroup.cl



Este símbolo identifica los productos Legrand que contribuyen a la eficiencia energética.

legrand[®]

MOLDAJES LIGEROS

Un nuevo sistema de moldajes ligeros para muros de hormigón fue introducido al mercado chileno a través de una empresa especializada en encofrados, diseñado para manipular los moldajes sin necesidad de grúa, pues tiene un peso de 30kg/m cuadrado. Los encofrados están compuestos por un marco reforzado de acero y un contrachapado fenólico que ofrece un buen acabado de hormigón. Se diseñaron para un armado rápido y fácil, pues el marco facilita el ensamblaje y alineación de los paneles y la grapa manual permite la unión en cualquier punto del bastidor, consiguiendo además alinear los paneles.

+ INFORMACIÓN: Alisply Manual; www.alsina.com



VISUALIZACIONES EN 3D



Un novedoso servicio de visualizaciones en 3D para proyectos civiles ofrece una empresa chilena capaz de desarrollar animaciones en video 3D estereoscópicas, interactivas y de realidad virtual. Puede ser utilizado para presentar proyectos mostrando animaciones hiperrealistas con elementos móviles en infraestructura comercial, industrial, portuaria y vial, entre otros. La empresa se ha destacado en la visualización de infraestructura de transportes, realizando proyectos orientados a corredores urbanos para locomoción colectiva, autopistas urbanas, carreteras, puertos, aeropuertos, entre otros, considerando en la animación el flujo vehicular esperado y las características del mismo.

+ INFORMACIÓN: www.voxel.cl

CADENAS PARA NEUMÁTICOS

Existen en el mercado cadenas protectoras para neumáticos y de izaje, utilizadas en los rubros minero y forestal, fabricadas en base a un tratamiento térmico en los eslabones de acero que permite optimizar su vida útil en rangos que van desde un 5 a un 20% en comparación con productos similares. La marca ofrece un sistema de garantía consistente en predecir la vida útil de la cadena a través de un análisis en el momento que se realiza la compra. Si la cadena tiene una menor duración a la estimada, los clientes son compensados por las horas faltantes a través de un sistema de crédito. El servicio se realiza a través de la medición del odómetro del vehículo, confirmación del modelo y número interno tras lo cual comienza a cubrir la garantía. Este servicio de posventa es realizado por una empresa chilena representante de la marca austriaca.



+ INFORMACIÓN: Cadenas Pewag; www.simma.cl

TERMINAL SATELITAL

Una empresa de telecomunicaciones lanzó al mercado una terminal satelital ultraliviana para comunicación de voz y datos, que permite tener acceso remoto a redes empresariales (telefonía y e-mail) e Internet de forma rápida. El aparato tiene un peso de sólo 1,5 kg, y sus dimensiones alcanzan los 217 mm de largo, 217 mm de ancho y 52 mm de fondo, lo que lo hacen fácilmente portable. Asimismo, tiene cobertura global que permite la transmisión de datos por paquetes IP (hasta 448 kbps de envío y 464 kbps de recepción) o por conmutación de circuitos, mediante interfaces LAN, USB, Bluetooth y de teléfono/fax. El equipo opera a través del servicio BGAN (Broadband Global Area Network).

+ INFORMACIÓN: Explorer 500; www.tesacom.net



CELULAR ECOLÓGICO

Una empresa de tecnología lanzó al mercado nacional siete nuevos modelos de teléfonos celulares con aplicaciones para conexión a Internet y redes sociales. Los móviles incorporan correo electrónico y widgets para acceder a Twitter, Facebook y My Space. El modelo GD510 es un eco-phone, ecológicamente consciente, que incluye aplicaciones que ayudan al usuario a registrar y monitorear las emisiones de CO2. Está fabricado con materiales libres de PVC, lo que incide en la reducción de la huella de carbono.

+ INFORMACIÓN: www.lge.com



SOLUCIONES ELÉCTRICAS

Una empresa de sistemas para instalaciones eléctricas y redes de información lanzó al mercado sus nuevos catálogos generales 2010/2011. Estas herramientas contienen soluciones orientadas al ahorro de energía en ambientes residenciales, terciarios e industriales; así como sistemas de automatización, funciones eléctricas, distribución de energía, protecciones y tableros eléctricos. Adicionalmente, la empresa inauguró su Workshop 2.0 de distribución y potencia, donde se abordan temas relacionados con la prevención y seguridad, como iluminación de emergencia, alarmas contra incendio y control de acceso.

+ INFORMACIÓN: www.legrand.cl; www.btcino.cl



**RAPIDEZ
SEGURIDAD
EFECTIVIDAD**

Solución Integral en Entibaciones Metálicas

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



Casa Matriz

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

Guillermo Schrebler
gschrebler@krings.cl

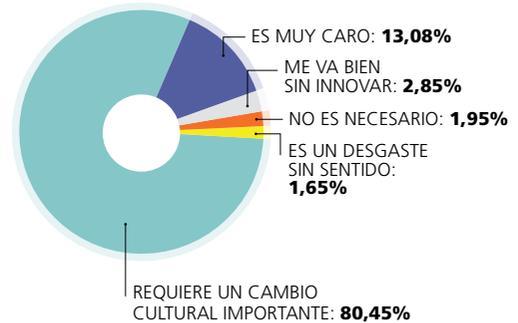
WWW.KRINGS.CL

RADIOGRAFÍA A LA INNOVACIÓN

En una constante preocupación por la innovación, la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) publicó en su página web una encuesta con la pregunta ¿Por qué no innovamos? El sondeo, abierto a todos los usuarios de la página, reveló que el 80,45% de quienes opinaron creen que en Chile no se innova porque para ello se requiere un cambio cultural importante. Mientras que el 13,08% de los votantes respondió que “es muy caro” apostar por las novedades. Otro 2,85% manifestó que para ellos no se hacía necesario pues “me va bien sin innovar”. En tanto, las opciones “no es necesario” y “es un desgaste sin sentido” obtuvieron los menores porcentajes.

+ INFORMACIÓN: www.cdt.cl

¿POR QUÉ NO INNOVAMOS?



NORMATIVA AMBIENTAL

Una novedosa herramienta web para acceder a información especializada sobre normativa ambiental, seguridad y salud ocupacional fue lanzada por un grupo de abogados. El servicio disponible en Internet actualiza diariamente su información teniendo como referencia las normas publicadas en el Diario Oficial y sitios web de organismos públicos con competencia en materias ambientales y sanitarias, permitiendo descargar e imprimir las normas. Los documentos se encuentran clasificados por categoría y son de gran utilidad para las empresas que están implementando o se han certificado bajo las normas ISO 14001 y OHSAS 18008.

+ INFORMACIÓN:

Asesor Legal Ambiental (ALA); www.alambiental.cl

GESTIÓN COMERCIAL

Una compañía dio a conocer un sistema de información y gestión comercial que permite el seguimiento efectivo de proyectos, oportunidades comerciales y clientes en forma sistemática y organizada. El sistema permite la interrelación de todo el equipo de ventas, mejorando así la información y logrando cierres más efectivos, mayor control en el proceso de ventas y eficiencia en el área comercial, a través de indicadores de gestión para la gerencia. Se puede acceder a través de Internet y dispositivos móviles.



+ INFORMACIÓN:

Solulnnova; www.solusales.com

MOLDAJES EPS PARA RECONSTRUCCIÓN

La solución constructiva de hormigón armado aislado está siendo presentada por una constructora en la Feria Inmobiliaria de Talca, como alternativa habitacional que se ajusta al subsidio de reconstrucción que entrega el Ministerio de Vivienda. La solución está conformada por ladrillos livianos de poliestireno expandido (EPS) que se rellenan de hormigón armado para la fabricación de muros soportantes, permitiendo que el ladrillo quede incorporado a la estructura, aportando aislamiento térmico y acústico a la construcción. La vivienda ofrecida es de 51 m² y su plazo de construcción es de 40 días.



+ INFORMACIÓN: www.exacta.cl



BIENAL DE ARQUITECTURA

Bajo una nueva convocatoria, "8.8 Re-Construcción", se realizó el lanzamiento de la XVII Bienal de Arquitectura 2010, organizada por el Colegio de Arquitectos de Chile. En esta nueva versión el objetivo principal para los arquitectos es lograr transformar el terremoto

en una oportunidad de construir un Chile nuevo y mejor, como indica Guillermo Hevia, arquitecto presidente de esta Bienal. El evento se llevará a cabo entre el 18 y 27 de noviembre, en el museo Histórico y Militar de Chile.

+ INFORMACIÓN: www.colegioarquitectos.com

CDT INTEGRA GRUPOS TÉCNICOS POST TERREMOTO

La Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), integra dos Grupos Técnicos de Trabajo, formados a propósito que el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), solicitara al Instituto de la Construcción (IC) la generación y coordinación de siete Comités, para la elaboración de Normas Técnicas, en consideración a las facultades de la Ley 1.305 y la Ley General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), pudiendo ser éstas la base para la elaboración de una Norma Técnica INN. Los grupos de trabajo son: Anclaje y fijación de elementos secundarios (excluidos cielos falsos); Reparación Patrimonial; Edificaciones estratégicas y de servicio comunitario; Proyecto de Ingeniería estructural; Empujes de suelo sísmicos y estáticos sobre subterráneos de edificios; Actualización de normas de ascensores y Norma de Diseño estructural para maremoto y zonas inundables. La CDT por su parte, prestará asesoría en el grupo de Elementos Secundarios y Ascensores. El objetivo es la preparación de un documento técnico denominado "Norma Técnica MINVU". Para ello, se elaborará el "Anteproyecto de Norma", a cargo del Comité del IC en un lapso de dos meses. Se llevará a Consulta Pública por dos meses y se evaluará el proyecto de norma, por parte del Consejo Normativo del MINVU en un mes, para finalmente dar resolución de la norma en 15 días.

+ INFORMACIÓN: www.cdt.cl; www.minvu.cl; www.iconstruccion.cl



CARGADORES FRONTALES

Una empresa de maquinaria lanzó al mercado chileno una línea de cargadores frontales, que se caracterizan por ser equipos de tecnología simple y de fácil mantención para trabajar en aplicaciones específicas, en comparación con los equipos tradicionales. Sus capacidades de carga van desde los 1.800 k hasta los 5.000 kilos. Esta nueva línea de cargadores cuenta con un servicio postventa a lo largo de todo Chile.

+ INFORMACIÓN: Línea SDLG; www.asiandina.cl



HTC SUPERFLOOR™ SIMPLEMENTE HORMIGÓN



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

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

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



SOLUCIONES PARA LA REPARACIÓN DE PISOS

SANTIAGO

San Martín de Porres 11.121

San Bernardo

Fono: 490 8100 - Fax: 490 8101

CONCEPCIÓN

Manuel Gutiérrez 1318, esquina Paicaví

Fono: (41) 273 0120

www.leis.cl

PLÁSTICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Una empresa nacional ofrece una línea de soluciones constructivas fabricadas en plástico reforzado con fibra de vidrio y policarbonato. Incluyen perfiles estructurales, escalerillas porta conductores eléctricos, parrillas de piso y planchas para cubiertas, las que se presentan como una alternativa ante problemas de corrosión en estructuras, ya sea por químicos, salinidad y/o humedad. El material utilizado, según su proveedor, no se oxida y tiene una resistencia estructural similar a la del acero pero con un peso 70% menor.

+ INFORMACIÓN: Línea Industrial; www.femoglas.com



DEMOLICIONES PARCIALES SIN DAÑOS



Un sistema de demolición que no provoca mayores daños ofrece una empresa de demoliciones, que a través de nueva maquinaria de corte y perforación con diamante, junto con robots de demoliciones teledirigidos, prensas y alicates hidráulicos, permiten realizar demoliciones parciales en forma rápida, limpia, eficaz

y sin causar daños a la estructura por transmisión de vibraciones. Las nuevas brocas, disco y cables diamantados permiten hacer cortes y perforaciones en hormigón, granito, ladrillo o cualquier material utilizado en construcción con buenos resultados, con cortes limpios y en poco tiempo.

+ INFORMACIÓN: Corte y perforación con diamante, www.flesan.cl; cmachado@flesan.cl

ASCENSOR PERSONAL

Existe una nueva línea de ascensores personales, que pueden ser usados tanto en edificios públicos como privados con el fin de solucionar los problemas de movilidad de personas mayores y discapacitados. Además de tener un buen diseño, trabajado en aluminio anodizado y con puertas de cristal panorámico, el elevador ocupa reducido espacio, es silencioso, de fácil y rápida instalación. El aparato puede ser conectado a cualquier toma de corriente, y gasta la misma energía que un electrodoméstico común, explica su proveedor.



+ INFORMACIÓN: Domuslift; www.esat.cl



PISTAS de RODADO
Ampliación Líneas N°1 y 5

SEMINARIO DE CUBIERTAS VEGETALES

Más de 300 profesionales asistieron al Seminario de Cubiertas Vegetales organizado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción, en la actividad –realizada el 29 de julio– los relatores coincidieron en las ventajas que ofrece esta nueva solución como el manejo de aguas lluvia y el mejoramiento de la calidad del aire. Por su parte, el gerente general de la CDT, Juan Carlos León, subrayó que el evento representa la consolidación de una iniciativa nacida en 2008 e invitó a seguir las actividades de la Corporación.

+ INFORMACIÓN: www.cdt.cl



ENCUENTRO SOBRE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

El 28 de julio, con una jornada organizada por una Fundación Suiza y el Grupo Polpaico, se lanzó oficialmente la tercera versión del concurso internacional Holcim Awards, que reparte US\$2 millones en premios. El gerente general del grupo cementero, Louis Beauchemin, convocó a quienes quieran participar del concurso con proyectos de construcción sostenible en los ámbitos de arquitectura, paisajismo, diseño urbano, ingeniería civil, ingeniería mecánica y otras disciplinas relacionadas.

Por otro lado, en la exposición central del encuentro, el arquitecto y Director Ejecutivo de Elemental, Alejandro Aravena, detalló el Plan de Reconstrucción Estratégica Sustentable para Constitución presentado recientemente al Gobierno.

+ INFORMACIÓN:

www.holcimawards.org
holcimawards@polpaico.cl



ADHESIVO SPRAY PARA LA CONSTRUCCIÓN

Un nuevo adhesivo de alta resistencia y con una innovadora aplicación en spray fue lanzado al mercado por una empresa de pegamentos. Se trata de un adhesivo en base acuosa, que no daña el medio ambiente, que se presenta en una botella con rociador spray para ser utilizado en muros, para el pegado de cerámicos y linóleos, y en piso para el pegado de vinílicos. El producto cuenta, según su fabricante, con un rendimiento de 6 y 17 m² respectivamente para cada aplicación.

+ INFORMACIÓN: Línea Articolli; www.artecola.cl

BALAUSTRES DE ALTA COMPACTACIÓN

Una empresa de prefabricados de hormigón lanzó al mercado una línea de balaustres con sus respectivos remates, además de otras piezas de ornamentación, todas con un perfecto acabado y gran resistencia gracias a la técnica del vibro-compactado con la que son fabricadas, que permite su elaboración sin armaduras. Los hormigones con que son construidas estas piezas utilizan áridos triturados de mármol o cantera y cementos tipo Portland de alta resistencia. Los balaustres se presentan en hormigón blanco, y van desde los 40 a los 80 cm de alto. El resto de los productos también están disponibles en gris y beige.

+ INFORMACIÓN: Balaustres; www.sas-sa.cl



BIT 74 SEPTIEMBRE 2010 ■ 17

¿ANDAMIOS CIRCULARES? ...iFORM SCAFF LOS TIENE!



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

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

Visite nuestro
nuevo sitio
web



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

 form-scaff

Una empresa
certificada por



PUENTES CONECTIVIDAD

■ La reconstrucción de la infraestructura vial avanza. En puentes, las enseñanzas surgidas tras el terremoto, aunque preliminares, deslizan puntos complejos en el diseño que se deberán contemplar y actualizar en la normativa vigente. ■ En otro artículo se investigan casos emblemáticos de estructuras colapsadas en Santiago y Regiones, y las técnicas para reconstruirlas. LA CONECTIVIDAD PUESTA A PRUEBA.

PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT





A PRUEBA

A **TODA VELOCIDAD.** Sí, porque los puentes que resultaron con daños mayores tras el terremoto están en plena reconstrucción y reparación. Hay que devolver la conectividad al país. En paralelo, comienzan a vislumbrarse las primeras enseñanzas y conclusiones en materia de infraestructura vial. Destacados expertos explican a Revista BIT, de manera preliminar, las causas del colapso de puentes, pasos superiores e inferiores y pasarelas. La normativa tiene mucho que decir, así como las tecnologías que se están aplicando en terreno.

La autoridad es clara a la hora del balance. “En las zonas declaradas de catástrofe, que van desde la V hasta la IX Regiones, tenemos catastrados del orden de 6.000 puentes y estructuras. De éstos, cerca de 200 fueron afectados y 20 colapsaron, cifra que habla bien de la ingeniería chilena para el nivel de severidad del sismo”, comenta Mario Fernández, director nacional de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas (MOP).

Sin embargo, hubo fallas en las estructuras y nadie lo oculta. “Como Ministerio queremos saber y tener una realidad clara y objetiva. Para eso el Ministro solicitó un estudio que realizó el DICTUC, impulsado porque en la Cámara

de Diputados se creó una Comisión sobre la calidad de la Infraestructura y la Construcción”, prosigue Fernández. Múltiples aspectos inciden en los daños, comenzamos analizando la normativa.

NORMATIVA

A los puentes diseñados en Chile se les exige cumplir con las especificaciones de la norma estadounidense AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y las del Manual de Carreteras, documento normativo elaborado y actualizado por la Dirección de Vialidad del MOP. Éste consta de nueve volúmenes, siendo el N° 3, capítulo 3. 1000, “Puentes y Estructuras Afines”, el que alude específicamente a estas estructuras. En constante revisión y actualización, el Manual incluye la práctica y los criterios propios de Chile, como diseño sísmico y mecánica de suelos, que la norma americana no los considera o contempla de manera secundaria. Por ejemplo. “En nuestro país se construyen puentes distintos a Estados Unidos. Mientras acá son simplemente apoyados debido a que los ríos son torrentosos, en países donde los cursos son más caudalosos se construyen puentes sin cepas, continuos. Esta filosofía se incorporó al Manual de Carreteras, que en la norma AASHTO es secundaria”, ejemplifica Rodolfo Saragoni, ingeniero civil y profesor de Diseño Sísmico de Es-



ESTRUCTURA TRANSVERSAL

1. Travesaño de hormigón armado en sitio.
2. Marco formado por losa y almas de vigas.
3. Cepa para viga travesaño dentada.



estructuras de la Universidad de Chile.

Pero la ventaja de ingresar al cauce de los ríos, trajo consigo la desventaja de la alta capacidad de erosión y finalmente grandes socavaciones que debilitan el puente. Así, se encuentra con sus capacidades resistentes disminuidas para enfrentar un terremoto. Ante esta realidad, en el Manual se incorporó la socavación simultánea con el terremoto, dos eventos extremos. Otro cambio importante: El Manual ahora incluye en el Volumen 3 las zonas sísmicas en conjunto con las exigencias de diseño. Así, la zona 1 es la precordillera, donde no hay ciudades y es la que menos exigencias presenta. La 2 es la central, por donde atraviesa la carretera Norte-Sur y los puentes de Santiago, y la zona 3 que corresponde a la costa, presenta las mayores exigencias. Ahora, la tarea del manual consiste en incorporar los nuevos escenarios planteados por el terremoto.

Entramos al comportamiento estructural de algunos elementos de diseño sísmico.

COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

Los catastros realizados por el MOP, determinaron la existencia de tres tipologías de daños: Leves, que requieren de una reparación superficial sin fines estructurales; Moderados, asociados al corrimiento de las mesas de apoyo y grietas en vigas; y Severos, que involucran detener el tránsito para restituir el puente e incluso construir uno nuevo. A continuación, una radiografía de las causas asociadas a estos daños.

1. ELEMENTOS EN SUPERESTRUCTURA

■ **VIGA TRAVESAÑO:** Se trata de una viga transversal que une las almas de las vigas prefabricadas en sus extremos de apoyo, y cuyos fierros pasan a través de ductos alojados en las almas. En el Manual de Carreteras “se indica que el travesaño es el único elemento no

obligatorio, dependiendo de la zona sísmica. Por ejemplo, en la zona 2 se permite eliminar los travesaños si se justifica por cálculo. En cambio, la norma japonesa exige travesaño en todas las zonas y condiciones de diseño”, señala Saragoni.

Cuando se masificó la construcción de puentes por Concesionarias, “en numerosos casos se reemplazó la viga travesaño por un refuerzo en el alma de la viga. Es decir, si antes había un muro, éste fue reemplazado por un refuerzo de acero dentro del hormigón armado”, señala Claudio Cid, gerente técnico de Obra Civil de Preansa, empresa de prefabricados.

¿Qué mostró el terremoto? “Las vigas con travesaño en los apoyos no sufrieron daños en el alma, como sí ocurrió en muchas vigas sin travesaño”, explica Hernán Santa María, profesor de ingeniería civil del Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Ahora bien, los especialistas concuerdan en que “el travesaño protege el alma de las vigas de acciones en su eje débil y permite generar una redistribución de fuerzas, produciendo un mejor comportamiento sísmico”, continúa Santa María.

La interrogante consiste en saber si de ahora en adelante se incluirá el travesaño como

elemento obligatorio en el Manual de Carreteras. La respuesta. “Es lo más probable, ya que se comprobó que dicho elemento ayuda a que el puente se mueva menos”, sentencia Mario Fernández.

Pero hay más, desde el año pasado en la División de Explotación de Concesiones del MOP, “estamos reemplazando cuatro puentes de doble calzada de la Ruta 5 sur que se encuentran dentro del programa de Puentes para Chile 2020 (Puentes Achibueno, Relbún, Itata y Bureo) que incorporan travesaños extremos y topes sísmicos intermedios y extremos que quedan trabados con la viga travesaño de forma dentada en los nuevos puentes, lo que ayuda a contener de mejor forma el corrimiento y a su vez protege el impacto sísmico sobre las vigas longitudinales”, comenta Alejandro Molina, ingeniero civil, jefe Unidad de Obras Viales Interurbanas de



ESVIAJE DE TABLERO

Paso Superior Hospital (FFCC) colapsado tras el terremoto. La estructura muestra el tablero esviado.

la División de Explotación de Obras Concesionadas del MOP.

■ **ESVIAJE DE TABLERO:** “Es una tipología de puente en la cual las líneas de apoyo del tablero no son perpendiculares a las vigas principales. Esto significa que los apoyos están ubicados angularmente, es decir, posicionados en un ángulo distinto al ángulo recto y ante el desplazamiento del sismo el puente cae con una especie de rotación”, comenta Carl Lüders, profesor de la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile y director de SIRVE S.A. Otro dato. “En la AASHTO y en la norma japonesa se castiga a los puentes esviados, aplicándoles un nivel de seguridad superior, mediante un mayor ancho de apoyos. Es más, antiguamente en Chile no se permitían”, relata Saragoni.

El resultado post terremoto: Comportamiento adecuado de la gran mayoría de los tableros sin esviaje, lo que se contrapone a la concentración de daños para tableros esviados. En este caso, potenciaron los daños la ausencia de topes longitudinales, un deficiente elemento de restricción transversal y longi-



En general los prefabricados en puentes se utilizan como vigas simplemente apoyadas entre estribos y cepas. Con el terremoto, algunas de esas vigas perdieron el apoyo y se desplazaron fuera de su eje o cayeron, como muestra la fotografía.

tud de mesas de apoyo no adecuadas.

Hace algunas semanas atrás, “el Departamento de Puentes del MOP, emitió un documento acerca de “Nuevos Criterios Sísmicos para el diseño de Puentes en Chile”, que incorpora medidas inmediatas a fin de mejorar el comportamiento sísmico de las estructuras”, detalla Molina, y que básicamente se refiere a: el aumento del mínimo de la mesa de apoyo; evitar los puentes con un gran esviaje; al aumento de la aceleración sísmica, para el diseño de placas de apoyo, juntas de dilatación y ba-

rras de anclaje vertical; la incorporación de travesaños, la incorporación de topes sísmicos intermedios y extremos, y privilegiar el uso de pasarelas hiperestáticas continuas.

■ **PREFABRICADOS:** Los entrevistados señalan que la introducción de los elementos prefabricados coincide con la llegada de las concesionarias al país. En la construcción de puentes, antiguamente se usaban vigas metálicas, siendo reemplazadas por vigas post-tensadas y luego por las pretensadas. En general los prefabricados en puentes se utilizan



ENSEÑANZAS

Aunque preliminares, los especialistas exponen sus conclusiones y lecciones de ciertas tipologías de daños que hicieron colapsar algunas estructuras.

EN NORMATIVA

■ **Manual de Carreteras:** Para Rodolfo Saragoni, “la filosofía del Manual es mantener la conectividad de las líneas vitales durante la emergencia sísmica, objetivo que en los casos de colapso de estructuras no se cumplió”. No obstante, al interior del Ministerio se sostiene que la lección dejada por el terremoto apunta básicamente a actualizar ciertos aspectos del manual y contemplar los nuevos escenarios.

■ **Seguridad normativa:** El Manual de Carreteras considera factores de seguridad en caso de sismos. Si bien para todos los puentes en Chile se ejecutan estudios técnicos, “cuando hablamos de puentes de mayores luces, se hacen estudios específicos, adicionales en lo que se refiere a su mecánica de suelos, estudio hidrológico y topográfico y en base a todos esos factores de seguridad se ejecuta un diseño”, comenta Mario Fernández. “Todos los puentes concesionados cumplen la normativa vigente, pero siempre resulta necesario incorporar nuevos aspectos en el diseño de las estructuras con la finalidad de hacer una mejora continua sobre el diseño”, agrega Alejandro Molina.

EN DISEÑO SÍSMICO

■ **Sistemas de conexión:** “Los topes sísmicos laterales fueron insuficientes en algunas estructuras para contener el desplazamiento del sismo. Eventualmente las barras antisísmicas habrá que diseñarlas con mayor espesor para evitar daños mayores, pero evidentemente vamos a revisar todos los cálculos”, detalla Mario Fernández del MOP.

■ **Viga travesaño:** Los especialistas concuerdan en que la utilización de la viga travesaño, si bien no impide el movimiento, sí lo limita, evitando que la estructura se desplace. En el interior del Ministerio se estudia la actualización del Manual de Carreteras en este aspecto.

■ **Prefabricados:** Si bien los especialistas concluyen que “en general los elementos prefabricados no fallaron, sino los sistemas de conexión, habrá que revisar los diseños futuros”, comenta Carl Lüders. Para Claudio Cid en tanto, “es importante destacar algunos aspectos cuestionados en el pasado que demostraron un excelente comportamiento sin patología ni daño, como lo es la conexión viga-losa, el anclaje extremo de los cables por adherencia y la estabilidad del bulbo inferior permanentemente comprimido”.

EN MECÁNICA DE SUELO

■ **Terraplenes:** “Si bien el colapso de los puentes, mayoritariamente se centró en la falla de la unión del tablero con los apoyos, en ciertos casos fueron los terraplenes los que presentaron problemas por estar apoyados en depósitos de suelo finos con capas o lentes de arena suelta”, detalla Pedro Ortigosa.

como vigas simplemente apoyadas entre estribos y cepas. Con el terremoto, algunas de esas vigas perdieron el apoyo y se desplazaron fuera de su eje o cayeron, pero el elemento pretensado no falló”, comenta Ernesto Villalobos, gerente general de Preansa. Seguimos. “El prefabricado es el conjunto entre el elemento más la conexión, y justamente las uniones develaron deficiencias”, señala Lüders. Otro punto a considerar. “Cuando hay pérdida de geometría en puntos críticos como el alma en zona de apoyos con fluencia de armaduras pasivas o bien en el patín infe-

rior del tramo central con pérdida de tensión de la armadura activa, entonces la reparación puede ser tan compleja que lo recomendable es el reemplazo de la pieza”, ilustra Cid.

2. SISTEMAS DE CONEXIÓN

Según los expertos consultados, ciertos sistemas de conexión a la infraestructura fueron insuficientes ante las sollicitaciones del terremoto. Los que presentaron más daños, a continuación:

■ **TOPES SÍSMICOS:** Los topes sísmicos transversales tienen por finalidad restringir los

movimientos del tablero en el sentido transversal para evitar el desmonte de la superestructura. Así, se produce un efecto beneficioso sobre la compatibilidad de deformaciones del sistema y la distorsión transversal de las placas de neopreno.

En función del material, los topes de hormigón trabajaron de manera adecuada, mientras que los de acero resultaron insuficientes, por su menor capacidad de absorber energía sísmica. Con un rediseño de la solución, más resistente y sin efecto “grapa”, podrían funcionar como los de hormigón.

Se concluye que “para evitar desplazamientos, se deben colocar topes adecuados que mitiguen o limiten el movimiento. En ciertas tipologías de puentes los topes estaban instalados lateralmente, por lo que la fuerza se concentró en un solo punto, haciendo colapsar la viga”, comenta Carl Lüders. Asimismo, los topes laterales tienen que ser más robustos y continuos, uno en cada viga, si es que el diseño lo exige. En ese sentido el Manual de Carreteras “señala que los apoyos mínimos, como stoppers o topes transversales, son obligatorios en todos los casos”, anota Saragoni.

■ **ANCLAJES VERTICALES:** Tiene como finalidad evitar el levantamiento brus-



SISTEMAS DE CONEXIÓN

1. El sistema de anclaje vertical mediante angular metálico, como tope transversal falló, inhabilitando su función adicional como anclaje vertical.

2. Los topes de hormigón funcionaron de manera adecuada, no obstante, en ciertas tipologías de puentes estaban instalados lateralmente, por lo que la fuerza se concentró en un solo punto.



CONCESSIONES MOP

En terraplenes también se observaron fallas. La imagen muestra asentamientos que desencadenaron diversos daños en las estructuras asociadas.

3. SUELO

co de la reacción del peso propio por efecto de la aceleración vertical, en caso contrario existe peligro de desplazamiento horizontal, perdiéndose los apoyos. Esta función debe ser independiente de las otras, ya que en algunos casos la combinación de anclaje vertical y bloqueo lateral no funcionó. Asimismo, y "siempre que los neoprenos no sean anclados, es obligatorio disponer de anclajes verticales. Así por ejemplo, los anclajes verticales en base a barra de acero encamisado o barra antisísmica, funcionaron adecuadamente para el desempeño de anclaje vertical. Las fallas observadas en terreno, provienen de la ausencia de topes laterales", señala Claudio Cid.

Cabe destacar que el Manual de Carreteras señala que las barras antisísmicas son obligatorias independiente de la zona sísmica en que se construya. "Éstas son exclusivas para movimientos verticales, y ayudan a que el tablero no se separe de la infraestructura", señala Rodolfo Saragoni. En cambio, "el sistema de anclaje vertical mediante angular metálico, diseñado como abrazadera, tuvo un comportamiento deficiente, y habrá que revisarlo", prosigue Molina.

■ **PLACAS DE NEOPRENO:** Pueden clasificarse en dos grandes grupos. Los anclados, con algún elemento que los vincule a la viga, y los libres, que trabajan solidariamente a la viga por efecto exclusivo del rozamiento. El comportamiento de los neoprenos anclados ha sido altamente satisfactorio en lo que respecta a su distorsión, así como en su función como anclaje vertical. En el caso de apoyos no anclados, es obligatorio disponer de anclajes verticales. Si bien la capacidad de distorsión ha sido satisfactoria, la mayor parte de los daños se ha debido a la falta de correctos elementos de restricción longitudinal, transversal o vertical. ¿Qué pasó con las placas de neopreno en el terremoto? "Estuvieron sobre exigidas, ya que su capacidad de distorsión no permite controlar totalmente los desplazamientos sísmicos longitudinales", comenta Claudio Cid.

Vimos el comportamiento de ciertos elementos de diseño sísmico, ahora entramos al suelo y su efecto sobre las estructuras. La incidencia radica en que las solicitudes generadas en el sistema de apoyo se exacerbaban en el caso de suelos blandos o finos. A pesar de ello, la gran mayoría de las fundaciones de puentes pasaron el examen. Resultado extensivo a las diferentes tipologías de fundaciones como pilotes y superficial directa. Un dato adicional, pero no menos importante. "Gran parte de los diseños que resultaron dañados, se hicieron cuando el Manual aún no estaba vigente, así como tampoco la clasificación de suelos, que dictamina la solicitud que puede generarse dependiendo del tipo de suelo", resalta Pedro Ortigosa, ingeniero civil y socio fundador de Petrus Ingenieros.

■ **TERRAPLENES:** En ciertos terraplenes también se observaron fallas que desencadenaron diversos daños en las estructuras asociadas. Como lo explica Pedro Ortigosa, "en el Volumen 3 del Manual de Carreteras, sección de mecánica de suelos para puentes, los terraplenes no están incluidos, salvo en dos situaciones particulares. La primera es cuando el tablero, en vez de apoyarse en estribos, lo hace en el mismo terraplén. La segunda cuando se tiene la fundación y el estribo, y se construye el terraplén de acceso al puente sobre un suelo blando".

Los terraplenes que tuvieron las fallas más espectaculares estaban apoyados en depósitos de suelo arenoso suelto o suelos finos con capas o lentes de arena suelta bajo napa. Allí estuvo el problema porque "se genera un deterioro importante de las propiedades mecánicas de la arena. Cuando la capa de arena es superficial, se produce la falla del suelo de apoyo del terraplén", detalla Pedro Ortigosa.

La conectividad vuelve. Los puentes comienzan a levantarse. En el próximo reportaje se investigan casos concretos de estructuras que resultaron dañadas y las soluciones técnicas que se aplican para recuperarlas estructuralmente. ■

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- "Hormigón. Las técnicas precisas". Revista BIT N° 73, Julio de 2010, pág. 26.
- "Mecánica de Suelos. Un estudio de base". Revista BIT N° 72, Mayo de 2010, pág. 24.
- "Desarrollos en Puentes. Uniendo presente y futuro". Revista BIT N° 65, Marzo de 2009, pág. 14.

EMIN
SISTEMAS
GEOTECNICOS S.A.
**SISTEMAS
HIDROLOGICOS**

- ZANJAS DE INFILTRACION
- POZOS ABSORBENTES
- ESTANQUES DE ACUMULACION
- 90% DE POROSIDAD
- 38 ton/m² DE RESISTENCIA
- 300 m³ POR CAMION
- DRENAJE SOBRE LOSAS DE HORMIGON
- REDUCCION DE PATIOS DUROS
- PAVIMENTOS VERDES

www.sistemasgeotecnicos.cl Fono (56-2) 299 8001

**GEOPIER
CIMENTACION INTERMEDIA***

PILAS DE GRAVA COMPACTADA

- ELEMENTOS RIGIDOS DE ALTA RESISTENCIA
- CONTROL DE ASENTAMIENTOS
- CAPACIDAD DE CARGA SUPERIOR
- AHORRO EN COSTOS DE CIMENTACION

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

Pinturas Sherwin Williams

Revestimientos de alta tecnología en nuestro Estadio Nacional

La tecnología, experiencia y respaldo de Sherwin Williams fueron fundamentales para el éxito de los trabajos de impermeabilización en la remodelación del Estadio Nacional de Santiago.

Este proyecto presentó grandes desafíos: el hormigón de las graderías estaba muy deteriorado luego de más de 70 años de exposición permanente al sol, al viento, la lluvia y la humedad. La porosidad y agrietamiento de la superficie hacían imposible lograr una impermeabilización eficaz con un esquema de pinturas convencional. Además, los plazos de ejecución eran muy cortos: el objetivo era inaugurar esta obra a principios de Marzo, lo que implicaba impermeabilizar más de 1500 m² diarios. Finalmente el proyecto se retrasó debido al terremoto, que dañó parte de la estructura y cambió las prioridades de inversión del gobierno, y a retrasos en otras etapas, pero Sherwin Williams fue el único proveedor capaz de entregar su parte del trabajo en los plazos requeridos.

Bajo estas condiciones, Sherwin Williams recomendó aplicar Envirolastic® Polyurea, producto de comprobado éxito en la impermeabilización y protección contra la corrosión en ambientes muy exigentes, que se caracteriza por:



APLICADORES EXPERTOS. El secado extra rápido de este tipo de revestimientos deja poco tiempo para corregir errores, y es necesario contar con personal con experiencia en el manejo de sofisticados equipos de aplicación. En Chile, solo Sherwin Williams tiene un staff de contratistas con una gran experiencia comprobada en proyectos de esta envergadura.



ESTADO INICIAL. Mucho material suelto, grietas e irregularidades que dificultaban la impermeabilización con productos convencionales.

- **Rápido curado:** se puede pisar en cosa de minutos, y en condiciones normales se puede transitar sobre ella en un par de horas evitando tiempos muertos en instalaciones productivas. Esto permitió el rápido avance en la etapa siguiente del proyecto: la instalación de los asientos.

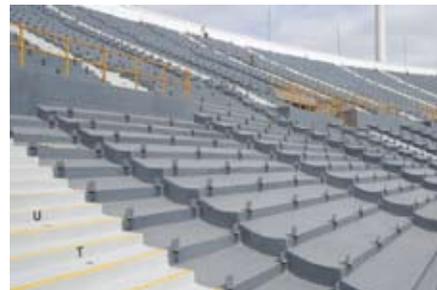
- **Elastomérico:** gran capacidad de elongación y flexibilidad. Puede estirarse hasta un 500% y luego volver a su estado natural, sin sufrir deformaciones. Así se evita la aparición de grietas por la contracción y dilatación del sustrato y puede puentear grietas existentes de hasta 3 mm lo que era ideal considerando el deterioro de las graderías de hormigón del Estadio.

- **Altamente impermeable,** forma una membrana monolítica sin uniones, evitando que se filtre la humedad o agentes corrosivos.

- **Aplicable a temperaturas extremas:** desde -28°C a +121°C, y alta humedad relativa.

En nuestro país, Envirolastic® ha sido aplicado con éxito en industrias de alta corrosión como la minería y ambientes costeros, así como en la industria alimentaria, estacionamientos y centros comerciales, proporcionando una solución eficiente, de rápida aplicación y puesta en marcha para solucionar problemas de impermeabilización críticos.

En los pasillos interiores del Estadio, Sherwin Williams aplicó otro producto innovador: Metalex, pintura base agua de alto espesor de aplicación, casi al doble que una pintura convencional. Esto genera un enorme ahorro de tiempo y mano de obra, ya que



REVESTIMIENTO APLICADO CON ESQUEMA DE 3 CAPAS: Primer, Envirolastic® y terminación con PACE Cote. Al aplicar las dos primeras capas se sembró con áridos para generar un efecto antideslizante.



TRABAJO TERMINADO. El revestimiento se aplicó sobre los soportes de los asientos, evitando que la humedad penetre por las perforaciones.

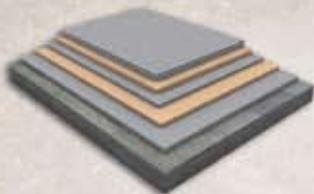
una mano de Metalex equivale a dos manos de otra pintura. Además es la única pintura con efecto Lotus antiadherente, repelente a la humedad y extra lavable, que evita que la suciedad se adhiera con firmeza a la superficie. También posee propiedades anticorrosivas que permiten aplicarlo directo sobre metal (DTM) a diferencia de las pinturas base agua convencionales.

Para llevar a buen término esta gran obra, Sherwin Williams puso a su disposición todo su soporte profesional y experiencia, participando en la especificación técnica del proyecto, proporcionando aplicadores calificados y supervisados directamente por la empresa para lograr un resultado óptimo y entregando todo el respaldo y servicio en la operación de los equipos de aplicación de última tecnología utilizados, ya que Sherwin Williams además de ser el mayor fabricante de pinturas industriales en nuestro país, es representante oficial en Chile de Graco, uno de los mayores fabricantes de equipos de aplicación de pinturas y revestimientos en el mundo.



ESTÁ LISTO!!

Pinturas Sherwin Williams, orgulloso de haber pintado esta gran obra Bicentenario.



Nuevo sistema de impermeabilización Envirolastic®

Revestimiento que forma una capa continua sin uniones, 100% impermeable y extra resistente.



Antes



Impermeabilizado



Terminado

2010



Proyecto: Recinto Deportivo Estadio Nacional

Sherwin Williams Chile S.A

- Sistema de productos y tecnología de punta, la misma utilizada en los Estadios de Sudáfrica 2010 y en los Estadios Olímpicos de China.
- Se pintaron 90.000 m² con **Envirolastic®** y **Metalex®** de Sherwin Williams.
- Aplicación en 3 capas a razón de 1.500 m² diarios, con la supervisión de expertos internacionales en el tema.





TENSOCRET

SISTEMAS PREFABRICADOS EN HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO

EDIFICIO HABITACIONAL PREFABRICADO EN HORMIGÓN ARMADO SOBRE AISLADORES SÍSMICOS

TENSOCRET | Mellado y Cía. Ltda

TENSOCRET, avanza en el perfeccionamiento de sus clásicos sistemas prefabricados en hormigón armado y pretensado, ofreciendo la incorporación de aisladores sísmicos para edificios de pisos y disipadores de energía para naves industriales.

En construcción:
Edificio Marina Paihue
Lago Villarrica
Pucón



TENSOCRET

Manuel Antonio Matta 1950, Quilicura
Santiago de Chile
Fono (+56 2) 60 33 983
Fax (+56 2) 62 35 147
info@tensocret.cl
www.tensocret.cl



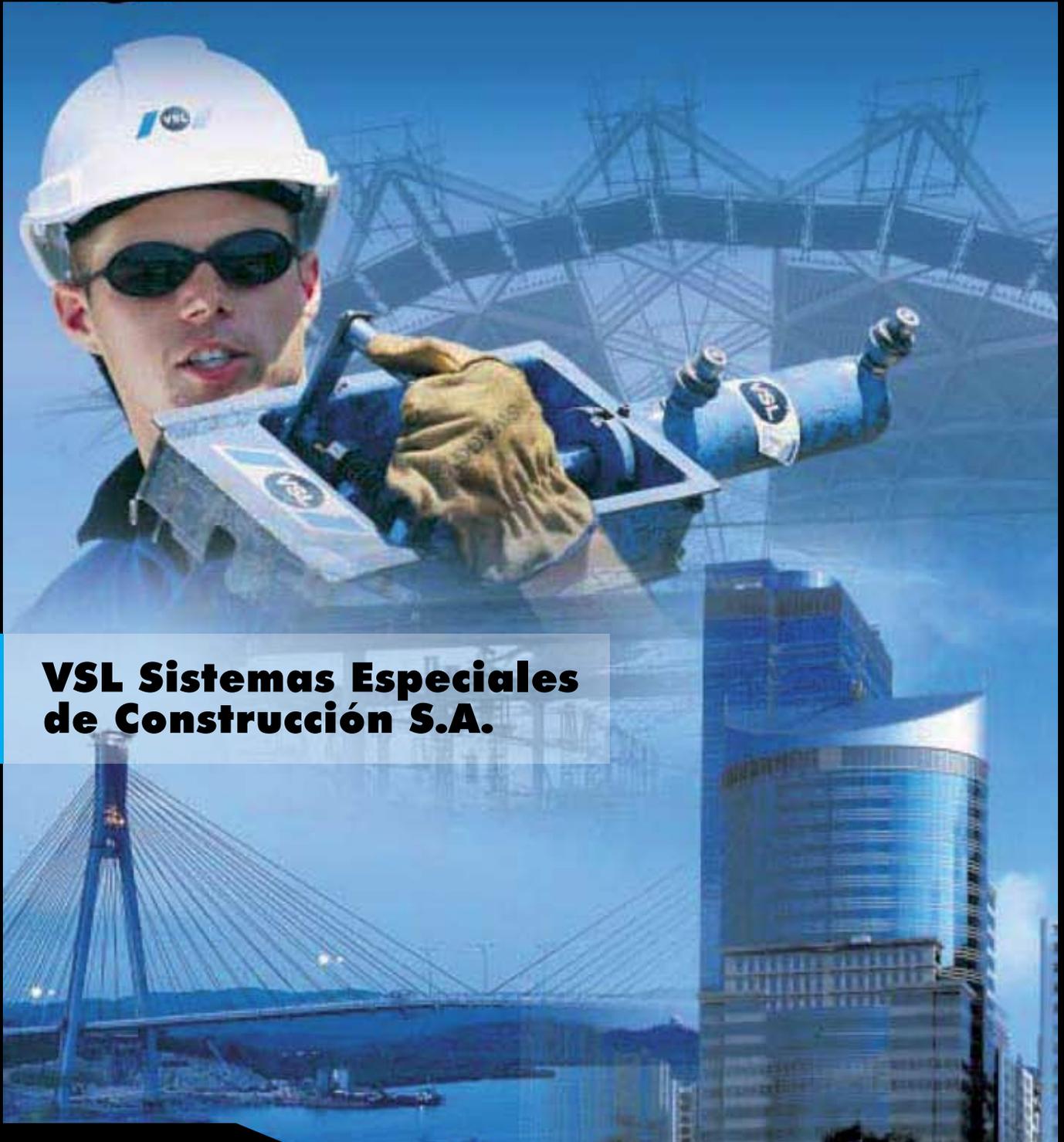
Edificio de oficinas en San Bernardo prefabricado en hormigón armado sobre aisladores sísmicos.





**APOYOS • IZAJES • JUNTAS
LOSAS • MUROS VSoL
PAVIMENTOS • POSTENSADOS**

CREANDO SOLUCIONES JUNTO A USTED



**VSL Sistemas Especiales
de Construcción S.A.**

www.vsl.com

Rosario Norte 532, piso 7, Las Condes, Santiago, Chile Fono: (56 2) 571 6700 secretaria@vslchile.cl

CASOS RECONSTRUCCIÓN Y REPARACION

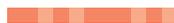
UNIENDO PUENTES



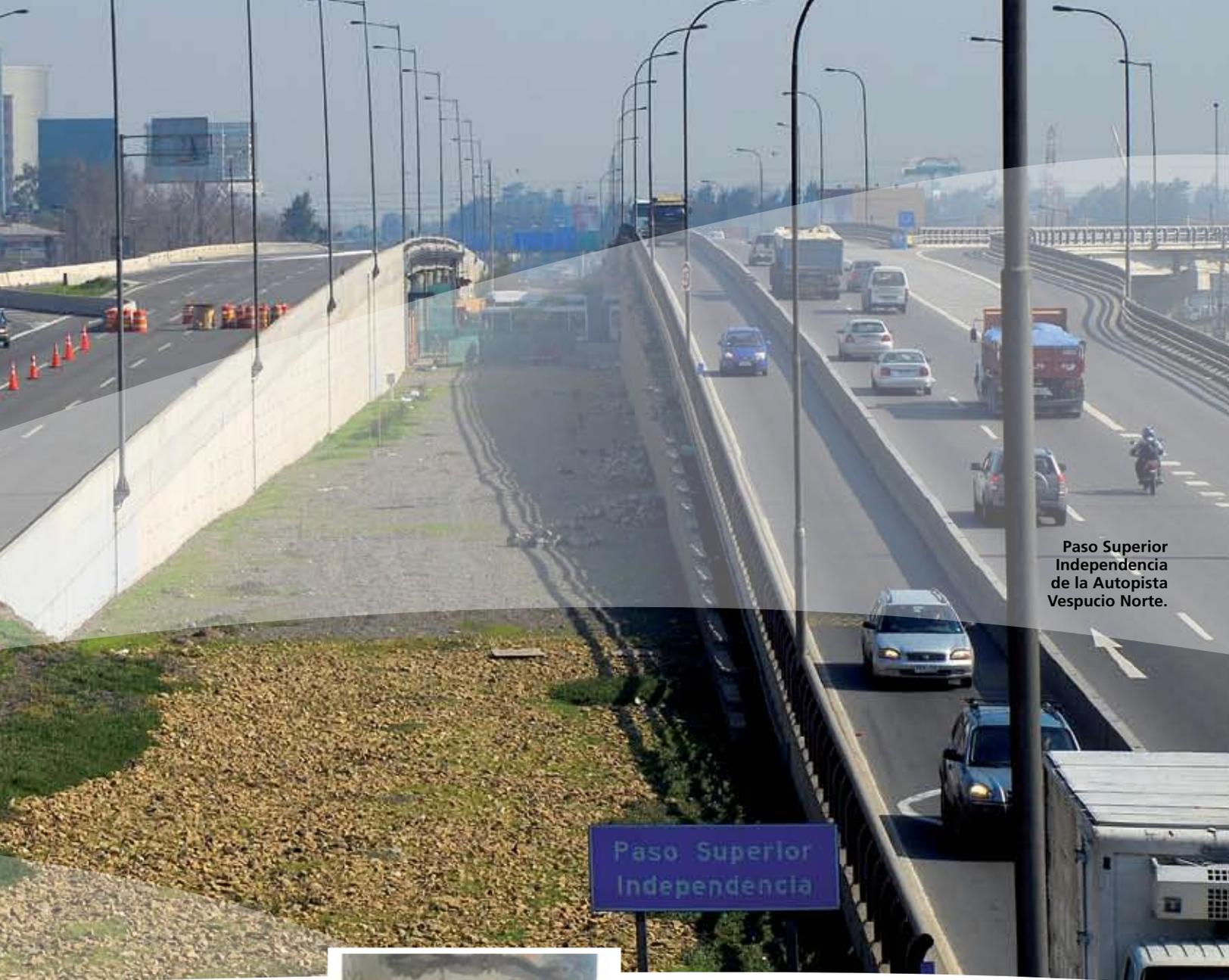
■ Con distinto ritmo de avance se ejecutan las faenas para reponer la infraestructura vial destruida. Presentamos casos emblemáticos de puentes que resultaron con serios daños tras el terremoto.

■ Las técnicas constructivas no sólo implican maquinaria especializada, sino también retos para la logística. Como siempre, hay espacio para la innovación. HAY QUE UNIR PUENTES.

PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT



LA RECONSTRUCCIÓN de los puentes dañados avanza. El objetivo es uno solo, construir estructuras sísmicamente más seguras que garanticen la conectividad. A nivel normativo, el Manual de Carreteras, según los especialistas consultados, develó que si bien hay ciertos criterios que deberán ser mejorados, la infraestructura vial respondió de manera satisfactoria considerando la envergadura del terremoto del 27 de febrero. Revista BIT presenta una radiografía de casos representativos de puentes que colapsaron y que están siendo recuperados estructuralmente. La selección muestra técnicas novedosas, desafíos logísticos y casos de innovación. En próximas ediciones se investigarán más casos emblemáticos.



**Paso Superior
Independencia
de la Autopista
Vespucio Norte.**

**Paso Superior
Independencia**

PUENTE LLACOLÉN

- 1. Reparación de grietas y fisuras.**
- 2. Entre los puntos complejos que presenta el puente está el colapso del Enlace 4, afectando las cepas y mesas de apoyo.**



VIALIDAD MOP

1. PUENTE LLACOLÉN

Se ubica en la provincia de Concepción, sobre el río Bío Bío, permitiendo la conectividad entre las comunas de San Pedro de la Paz, Santa Juana, Lota, Coronel y la provincia de Arauco. Este viaducto hoy cobra especial relevancia por mantenerse operativo a pesar de los daños. Su longitud es de 1.900 m dispuestos en 47 tramos de 39,6 m cada uno y uno de 36,35 metros. En el inicio del extremo sur, se dispone de una plataforma de 21,8 m de ancho apoyada en 6 vigas pretensadas en 45 tramos y un ensanche de tres tramos del lado norte, apoyados en 11 vigas pretensadas.

A partir de la cepa 48 se denomina Enlace 4, pasando por sobre la costanera, con una longitud de 257,82 m hasta empalmar con Avenida Zañartu. Asimismo, existen dos ramales y dos lazos estructurados sobre vigas cajón tipo dovelas. El ancho de la plataforma es de doble calzada y un bandejón central apoyados sobre 10 cepas a partir de la cepa 48 y vigas pretensadas en un número que depende del sector a considerar. En total la longitud alcanza los 2.158,37 metros. Cerca de cinco meses durará su recuperación estructural. Se estima que las obras terminarán en octubre, ejecutadas por la empresa Belsalco, y cuyo costo aproximado será de US\$ 8 millones.

PUENTE JUAN PABLO II

1. La estructura sufrió deformaciones derivadas del asentamiento de algunas cepas.
2. Grúa y pilotera, esta última ejecuta pilotes de gran profundidad, de diámetro 1.500 mm, en base a un sistema de perforación con lodos bentoníticos.



CONCESIONES MOP



PILOTES TERRATEST

LOS DAÑOS

Algunos de los puntos críticos que presenta el puente es el colapso del Enlace 4 en la unión con el puente en su acceso norte, afectando las cepas y mesas de apoyo. En este sector se instaló un mecano de doble calzada y un mecano simple, que permiten el tránsito actual por la estructura. También hubo desplazamiento del ramal de subida poniente, con una separación promedio de 46 centímetros. Asimismo, se produjo el giro del apoyo de la cepa del ramal y daños en la columna, con grietas en el hormigón. También se observan fallas en la calzada del ramal, con levantamiento en 10 cm y desplazamiento de la junta de dilatación. Esta zona se encuentra sin tránsito.

Asimismo, se registraron daños en topes sísmicos, anclajes antisísmicos, defensas laterales, grieta transversal en la calzada del lado norte, en la mesa de apoyo, en el respaldo de la cepa 49 y grieta en la calzada del lado norte. Dada la magnitud de los daños, el tránsito está restringido por dígitos, tonelaje y velocidad, en zonas horarias y circulación diferida, conforme a la congestión.

LAS REPARACIONES

Se dividen en dos grandes obras: el Tramo de Puente y el Tramo Enlace 4. En el Tramo de Puente, que va desde el Eje 0 al Eje 48, destacan dos faenas: Recubrimiento de columnas y reparación de topes sísmicos, y la construcción de vigas travesaños y posterior tensado. En la primera labor se realiza limpieza mediante el picado controlado y se aplicará puente de adherencia (Concresive 1090), para complementar con mortero de reparación estructural Emaco S88 CI. Se deberá afinar para dar continuidad a la geometría origi-

nal del elemento. Para la segunda faena en tanto, se ejecuta la construcción de vigas travesaño en toda la extensión del eje de cada cepa. Se tensan los cables que atraviesan los travesaños, por medio de vainas previamente instaladas, que cumplirán la función de amarrar la estructura, faena desarrollada en estos momentos por VSL.

En el Tramo Enlace 4, que va desde el Eje 48 (hacia el Norte) incluyendo Ramales existentes, las reparaciones se dividen por ramales y tramo colapsado. En este último destacan tres faenas. La primera es la restitución del elemento, donde se instalarán siete vigas de acero. Se contempla también la ampliación de la mesa de apoyo, limpiando la zona afectada para posteriormente hacer perforaciones e instalar enfierradura de refuerzo, y rellenar con hormigón H30. Finalmente se

hará la demolición controlada de la estructura colapsada y el posterior retiro de las vigas pretensadas que cayeron por el terremoto.

2. PUENTE JUAN PABLO II

Ubicado sobre el río Bío Bío, el viaducto Juan Pablo II es una estructura de 2.450 m, construido para cuatro pistas entre 1968 y 1974. A causa del terremoto sufrió deformaciones derivadas del asentamiento de algunas cepas.

Los trabajos en el viaducto están a cargo de dos empresas, Salfa y Edeco. La primera se encargará de las labores de reparación en los tres accesos del puente (desde Concepción hacia San Pedro) y la segunda del puente. El subcontrato de las fundaciones especiales fue adjudicado a la empresa Pilotes Terratest, que ejecutará los pilotes de gran profundidad con diámetro de 1.500 mm con sistema de



PASO SUPERIOR INDEPENDENCIA

1. Faena de levante de la estructura. En primer plano las alzaprimas All Shore que distribuyen y transmiten carga al suelo a través de cada una de sus patas. 2. Con la estructura levantada, se inicia el desplazamiento con gatos transversales que efectúan el corrimiento lateral o ripado. 3. Estos pórticos están comandados desde una central hidráulica única.



PUENTE MECANO

CERCA DE SIETE MESES durará la habilitación del mayor puente mecano que se ha instalado en Chile y en Latinoamérica. Se trata de un gigante de acero, fabricado en Estados Unidos por la empresa Acrow, con una longitud cercana a 1,5 km, que cruzará el río Bío Bío, devolviendo en parte la conectividad a la Región. Son 37 tramos mecánicos de 39,62 m cada uno, que formarán una estructura final de 1.465 m, los que llegarán en ocho embarques al puerto de San Vicente. Será levantado sobre las mismas cepas que contendrán al futuro viaducto Chacabuco. Se espera que las labores en el suelo sean complejas, penetrando más de 30 m bajo la cota del río para colocar las cepas. El puente está hecho de acero galvanizado, con un costo cercano a los US\$ 16 millones.



Montaje de estructura metálica en el puente mecano instalado en Nueva Orleans (EEUU), a causa del huracán Katrina.

GENTILEZA ACROW

perforación en base a lodos bentoníticos. La función de estos pilotes será traspasar la carga de la superestructura al suelo, a través de toda la longitud del pilote, con esto se evitan asentamientos provocados por cargas permanentes y sísmicas.

Normalmente, la ejecución de pilotes es el primer hito en la construcción de un puente trabajando desde una plataforma compacta y segura y sin ningún tipo de interferencia. En este caso, la construcción será especial dado que se requiere de una reparación, o mejor dicho, de una implementación de pilotes al puente existente, por lo tanto la ejecución tendrá todo tipo de limitaciones, desde plataforma de trabajo hasta restricción en altura. Para evitar este tipo de restricciones se ha considerado ejecutar los pilotes de refuerzo desde el tablero actual del puente.

Esta técnica es la que genera menos solicitaciones de cargas al ya dañado puente, en comparación con la técnica de perforación con entubaciones recuperables en toda su longitud, donde se requiere utilizar equipos extractores sobre la losa (y vigas) del puente para su extracción, generando cargas puntuales de gran magnitud, adicionales al peso de la maquinaria.

Para ejecutar los pilotes desde la losa actual del puente será necesario perforar el tablero (entre vigas resistentes), de modo que sea posible instalar la camisa iniciadora (recupera-

ble), para luego hincarla unos metros en el lecho del río y comenzar con la perforación bajo lodo bentonítico.

3. PASO SUPERIOR INDEPENDENCIA

La Concesionaria Vespucio Norte sufrió el colapso de las estructuras Miraflores, Lo Echevers y grandes desplazamientos en las correspondientes a los pasos Ruta 5 e Independencia.

En estos dos últimos casos, las estructuras deben ser levantadas y desplazadas sin que este movimiento produzca deformaciones que puedan dañar sus elementos de hormigón. Para ello, la concesionaria se encuentra implementando una técnica conocida como Ripado o desplazamiento total de las estructuras, faena a cargo de la constructora Vespucio Norte. "Si bien es habitual para el reemplazo de puentes ferroviarios, ya que evita una detención prolongada del servicio, no lo es para estructuras desplazadas por sismos", señala Antonino Castellucci, gerente general de la Autopista Vespucio Norte. Los trabajos comenzaron en el Paso Superior Independencia, lugar donde el desafío será elevar y desplazar tableros de entre 25 y 37 m de largo, con un ancho de hasta 15 m y un peso cercano a las 1.000 t, con gran precisión para no dañar la losa de hormigón ni las 5 vigas de 1,5 m de altura que la soportan. Los despla-

13 años presente
en el mercado
de los encofrados

Solución integral en arriado
e instalación de moldajes



Central Hidroeléctrica
La Confluencia



VISÍTENOS EN
www.planetamoldajes.cl



ESPECIALISTAS EN:
OBRAS CIVILES
INDUSTRIALES
HOSPITALARIAS
HIDRÁULICA
CONCESIONES
OBRAS MINERAS

HUÉRFANOS 1160 - OF 612
SANTIAGO CENTRO
FONO: 657 1860

EMAIL: mfuentes@planetamoldajes.cl

SISTEMA MIXTO

TECNOLOGÍA QUE COMBINA las características de los prefabricados de hormigón con las ventajas de los aisladores sísmicos. Se compone de losetas prefabricadas nervadas, en conjunto con un sistema compuesto por aisladores elastoméricos y deslizadores. “Este sistema permite obtener control de las deformaciones provocadas por las fuerzas de un sismo, es decir, la estructura siente el movimiento hasta 5 veces menos de lo que se sentiría con una estructura tradicional”, comenta Diego Mellado, arquitecto M. Sc. del Politécnico de Milán y miembro del equipo de TENSOCRET®, industria proveedora de los prefabricados y precursora en la implementación de sistemas de aislación en Chile. “Si bien el sistema se aplica principalmente en edificios, se puede utilizar en pasarelas y puentes incorporando sistemas de disipación sísmica secos o viscosos”. Más información de esta tecnología en un futuro reportaje de Edificios Industriales.



GENTILEZA TENSOCRET

zamientos requeridos varían entre los 15 y 60 cm para dejar las vigas en sus apoyos originales. “Las vigas están a más de 5 m de altura, por lo que los equipos hidráulicos deben apoyarse sobre estructuras metálicas que transmitan el peso al terreno”, indica José Luis Luppi, gerente a cargo de las obras de reconstrucción de Vespucio Norte.

Hay distintos retos. Primero. Cada uno de los tableros tiene un radio distinto y además están peraltados, es decir, inclinados. Segundo. Estamos frente a una estructura fuera de lo común, ya que generalmente en cada una de las separaciones de vigas se construyen juntas de dilatación, “pero acá hay juntas de dilatación en el centro y en el estribo, por lo que el tablero consta de tres vanos, que obliga a mover los tres tableros juntos”, comenta Claudio Bustamante, supervisor de obras de Vespucio Norte. Tercero. Como consecuencia del sismo los vanos rotaron sobre sí mismos, por lo que el desplazamiento de cada apoyo es diferente y debe ser realizado en hasta 6 etapas, señala Bustamante. Cuarto: Hay dos tipos de alzaprimsas, el All Shore y el Mega Shore. La primera distribuye y transmite la carga al suelo

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



- SISTEMA ALISPLY DE MOLDAJE PARA MURO RECTO Y CIRCULAR
- SISTEMA DE TREPAS T160 Y T240
- SISTEMAS DE SEGURIDAD EN OBRA - ALSIPERCHA

Alsina
SOLUCIONES EN MOLDAJES

Moldajes Alsina Ltda.
Nueva Taqueral, 369 - Lampa - Fono: 745 2003
E-mail: moldajes@alsina.com - Web: www.alsina.com



PASARELAS

1. Pasarela continua. Se caracteriza por ser postensada con las uniones monolíticas a los pilares, por lo que está diseñada para repartir cargas por toda la estructura.

2. En algunos casos, el desplazamiento evidenció falencias en los sistemas de apoyos y conexiones, ocasionando el corrimiento de las estructuras.



CONCESIONES MOP

deslizan y ejecutan el movimiento horizontal de la estructura”, explica Luppi.

Dichos pórticos están comandados desde una central hidráulica única, que a su vez posee un comando para cada gato (cada central maneja hasta 24 gatos), con su propio control y medición de presión. Si bien el desplazamiento se concentra en un día, los trabajos previos demoran cerca de dos meses.

4. TECNOLOGÍAS

Desde técnicas nacionales hasta desarrollos extranjeros. Todo vale para levantar y mejorar las estructuras dañadas. Aquí una muestra.

■ **PASARELAS POSTENSADAS:** Las pasarelas peatonales también se vieron afectadas a causa del terremoto. “El desplazamiento evidenció falencias en los sistemas de apoyos y conexiones, los que fueron insuficientes, determinando el corrimiento de las estructuras”, detalla Alejandro Molina, jefe Unidad de Obras Viales Interurbanas de la División de Explotación de Obras Concesionadas del MOP.

Pero no todas manifestaron daños, ya que un porcentaje no menor respondió satisfacto-

BIT 74 SEPTIEMBRE 2010 ■ 33

a través de cada una de las patas. La segunda en tanto, soporta mayor peso y distribuye la carga mediante un solo extremo, ubicado en la zona de mayor desplazamiento.

Vamos a la técnica. “Primero es el gateo, el levante vertical de la estructura. Segundo es el ripado, su movimiento horizontal. Para lograrlo es necesaria una superficie de movimiento en base a las alzaprimas que forman

la plataforma para desplazar los tableros y, al mismo tiempo, transmitir la carga al suelo”, comenta Bustamante. Sobre las alzaprimas se disponen gatos hidráulicos que permiten levantar los tableros. Una vez con la estructura levantada, se inicia la segunda fase, el desplazamiento mediante gatos transversales que efectúan el corrimiento lateral o ripado. “Estos gatos se disponen sobre rieles que los

LE DAMOS BASE A TUS PROYECTOS

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

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



GENTILEZA VSL

PUENTE INTEGRAL

En las fotos los carros de avance en un puente construido en Guinea Ecuatorial. Los mismos serán utilizados en Chile, en el que será el primer puente carretero (Puente Huasco) que integra superestructura e infraestructura construido por el método de los voladizos sucesivos.



riamente. Se trata de pasarelas hiperestáticas continuas, tanto en su tramo principal y rampas. Su característica es ser postensadas con las uniones monolíticas a los pilares. Ejemplo de éstas son “las pasarelas de Américo Vespucio Norte, de las cuales ninguna se cayó ni sufrió daños mayores, debido a que su tecnología contempla vigas y rampas continuas postensadas con fundaciones directas tradicionales in situ”, indica Molina.

En cambio, las pasarelas que resultaron con daños son isostáticas, es decir, “tienen un solo grado de redundancia respecto al sismo, lo

que significa que al fallar la conexión entre la infraestructura y la superestructura, falla toda la estructura, con lo cual delegamos la responsabilidad del funcionamiento de la estructura a una correcta ejecución de la conexión en la obra. En cambio, la pasarela desarrollada por VSL es hiperestática, es decir, con numerosos grados de redundancia y capacidad de soportar daños por más tiempo, ya que está diseñada para repartir las cargas por toda la estructura”, señala Alejandro Irisarri, ingeniero civil y subgerente comercial de VSL.

■ **PUENTE INTEGRAL:** Bajo el mismo con-

cepto de las pasarelas postensadas continuas, funciona la lógica de los puentes integrales. “En Chile existe la tradición de que el puente que funciona bien es el isostático”, señala Irisarri. Sin embargo, hoy en día se encuentra en etapa de construcción de sus fundaciones, a cargo de la empresa constructora Sacyr, el que será el primer puente carretero que integra superestructura e infraestructura construido por el método de los voladizos sucesivos. Se trata del Puente Huasco, que unirá el Tramo Vallenar-Caldera, en la III Región.

¿El motivo? “En Chile no existe la necesidad de construir este tipo de puentes porque la mayoría de las carreteras van por el valle central, los ríos son bajos y los suelos son buenos, pudiendo construir pilas en el medio. Sin embargo, en este caso la necesidad nació en la topografía y variables medioambientales”, indica José Ignacio Menchaca, project manager de VSL, empresa que tiene el subcontrato para la ejecución de la ingeniería, postensado y sistema constructivo del tablero del puente.

El proyecto tendrá un largo total de 200 m, con una luz libre de 116 m y más de 37 m de alto. “El método constructivo propuesto se aplica a puentes de luces desde 70 hasta 240 m”, prosigue Menchaca. Éste consiste en ejecutar zapatas y pilas por métodos convencionales (en este caso para las pilas se utiliza moldaje trepante), para luego sobre éstas pilas construir un segmento de la viga que conformará el tablero, de sección cajón, denominado dovela sobre pila. Sobre cada una de éstas se ensamblará una pareja de carros de avance, cada uno de los cuales llevará suspendido el moldaje de una dovela de la sección cajón del tablero. Cada carro permitirá ejecutar dovelas o secciones en forma sucesiva y en simetría respecto de la pila, alternando las actividades de hormigonado, tensado y avance autopropulsado hasta cerrar el tablero.

■ **PUENTES ULTRA LIGEROS:** Se trata del desarrollo Tensairity TM, “tecnología neumática que se caracteriza por su resistencia, eficiencia y seguridad para puentes de despliegue rápido, temporales y de fijación permanente”, señala Ángel Muñoz, de la empresa española Buildair Ingeniería y Arquitectura S.A. El puente se transporta fácilmente, ocupando desde 4 m³ y 1.300 kg (en su versión de 20 m de largo), y pudiendo ser instalado en pocas horas. Consiste en una estructura compuesta de una membrana inflable que tra-



GENTILEZA BUILDAIR

PUENTE ULTRA LIGERO

Consiste en una estructura compuesta de una membrana inflable que trabaja entre un sistema de compresión en base a vigas formadas por planchas ensamblables, y tensores de acero.

INNOVACIÓN EN REFUERZOS

PREVIO AL TERREMOTO, Elementa Soluciones Estructurales evaluó puentes que presentaban problemas de degradación en su estructura. La evaluación determinó la necesidad de reforzar con fibra de carbono ciertos elementos estructurales. El refuerzo fue ejecutado con sistemas CFRP por dicha empresa, utilizando tecnologías Sika. “Una de nuestras áreas es la asociada a sistemas CFRP. Están desde los sistemas convencionales, como las pletinas de fibra de carbono, y los tejidos de fibra de carbono, aramida y vidrio, hasta aquellos que no han sido introducidos en el país, pero que cuentan con amplia experiencia en el extranjero, como los postensados de fibra de carbono, utilizados principalmente cuando se requiere disminuir el nivel de deformaciones. En efecto, sus principales aplicaciones han sido en puentes” señala Milan Cerić, Gerente de la Unidad de Negocios de Contractors de Sika S.A. Chile.

Puente Rodrigo de Bastidas, Villarrica, en el cual se aplicó tejido de fibra de carbono.



GENTILEZA SIKAELEMENTA

baja entre un sistema de compresión en base a vigas formadas por planchas ensamblables, y un sistema de tensión mediante cables de acero. La tecnología es de rápido y fácil montaje y desmontaje y con alta capacidad de soporte de cargas. “La seguridad de la estructura se garantiza estimando previamente la construcción para soportar su propio peso con un amplio margen de seguridad, capaz de sostenerse en todo momento ante una pérdida de presión”, complementa Muñoz. Se encuentran en tres modalidades de longitud: 20, 30 y 40 metros.

Tecnologías, tanto nacionales como extranjeras, son las que por estos días trabajan a toda máquina para levantar los puentes colapsados. La logística cumple un rol fundamental. Asimismo, los profesionales que lideran la construcción chilena deberán ser capaces de mejorar los estándares que un país sísmico como Chile requiere. Hay que unir puentes.

ARTÍCULO RELACIONADO

- “Desarrollos en Puentes. Uniendo presente y futuro”. Revista BIT N° 65, Marzo de 2009, pág. 14.

■ EN SÍNTESIS

Lentamente la conectividad vuelve a las zonas afectadas por el terremoto. Estructuras representativas como el Puente Lla-colén y el Juan Pablo II, en la VIII Región, o el Paso Superior Independencia, en la zona norte de Santiago, están siendo recuperados estructuralmente en base a tecnologías que involucran complejos desafíos logísticos. Pero hay más, desarrollos de larga data como el postensado, unido a sistemas especiales, permitirán la materialización de estructuras cada vez más seguras frente a eventos sísmicos severos.

BIT 74 SEPTIEMBRE 2010 ■ 35



PERI – Sistema para puentes VARIOKIT

solución más versátil, fácil y rápida para sus proyectos



Ingeniería
Encofrados
Andamios

www.peri.cl

INSTITUTO CHILENO DEL ASFALTO Y BITUMIX S.A. INNOVACIÓN EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

Distinguir los distintos tipos de mezclas asfálticas en función del uso, factores ambientales y sollicitaciones, con el fin de mejorar su calidad y duración, es el objetivo del proyecto “Normalización de mezclas asfálticas”.

La iniciativa es desarrollada por el Instituto Chileno del Asfalto (Ichas) en conjunto con la empresa constructora Bitumix S.A., gracias a la adjudicación de un proyecto InnovaChile de Corfo.

La iniciativa nace de la necesidad de mejorar los métodos actuales de diseños de mezclas, que tienen más de 70 años de uso y que no permiten diferenciarlas en cuanto a su calidad. La situación actual, genera que en las autopistas, carreteras, aeropuertos o calles chilenas por más de 50 años se utilicen sólo tres tipos de mezclas asfálticas, pese a la existencia de una gran variedad.

Es así como “un alza en la cantidad de vehículos, una mayor carga por ejes, una mayor presión de inflado de neumáticos, temperaturas más altas en la superficie de los pavimentos, desplazamientos más lentos en ciudades y más rápidos en autopistas, han producido que nuestras vías pavimentadas con mezclas asfálticas sufran fallas, prematuras en algunos casos. Esto es una realidad asociada a estas nuevas condiciones, lo que implica que algo debemos hacer al respecto”, explica Roberto Orellana, gerente del Instituto Chileno del Asfalto (Ichas).

Por ello, el proyecto de investigación, que realizan el Ichas y la empresa Bitumix S.A. a través de un Proyecto de Innovación de Interés Público financiado por InnovaChile de CORFO, se hizo cargo de este nuevo escenario transformándolo en una oportunidad para incorporar nuevas tecnologías, novedades en materiales y métodos de diseño que permitan predecir de mejor forma el comportamiento de las mezclas en servicio. Así, se busca aumentar la rentabilidad de las inversiones en infraestructura. Innovando en asfaltos, áridos y procesos.



Probetas para análisis.

CATÁLOGO DE MEZCLAS

La investigación medirá propiedades mecánicas de las mezclas como fatiga, módulo y ahuellamiento para obtener rangos que permitan evaluar por su comportamiento las mezclas asfálticas utilizadas actualmente en Chile, y las nuevas alternativas.

“Actualmente al vernos enfrentados a novedosos materiales, que se supone son de un comportamiento superior, no podemos saber si ese aporte desde el punto de vista de los materiales es significativo o no. Esto, porque el método Marshall no es efectivo para determinar rangos de propiedades mecánicas”, indica Oscar Plaza, gerente de calidad, capacitación y comunicaciones de Bitumix.

Con el desarrollo de un nuevo método de clasificación de mezclas asfálticas se espera que sea posible generar un catálogo que clasifique las diversas variedades por umbrales de comportamiento y desempeño, incluyendo además recomendaciones de uso. La idea es que las conclusiones entregadas por el proyecto sean de utilidad para generar normas técnicas, apoyar la regulación o que aporten información relevante



Medición de fatiga.



Análisis del cemento asfáltico.

para la toma de decisiones de la autoridad pública o privados.

El proyecto tiene una duración de 36 meses, comprendidos entre 2008 y 2010, y considera tres etapas. La primera, denominada Teorías y Modelos, consistió en un análisis teórico de especificaciones de mezclas existentes y de proyección de nuevas mezclas. En esta etapa también se adquirieron, instalaron y calibraron los equipos necesarios para la investigación y además de realizó una gira tecnológica y de capacitación para conocer en terreno el uso de las ciencias aplicadas en los países de origen de los equipos y tecnologías. La segunda fase, llamada Mediciones, consistió en la medición de propiedades mecánicas en mezclas patrones y nuevas variedades, incluyendo el análisis de resultados y la validación de los mismos. Finalmente la tercera fase, denominada como Normas y Promoción, consiste en la redacción de informes, rondas de discusión técnica, propuesta de normativa y difusión de resultados y experiencia.

PRUEBAS DE LABORATORIO

Para las mezclas estudiadas se definió una sola fuente de árido, que es la grava característica de Santiago, procesada en la planta Puente Verde al norte de la capital, que corresponde a una grava arenosa y bien graduada. Las fracciones de áridos con las cuales se



Ensayo de ahuellamiento.

trabaja son: gravilla 13-17 mm, gravilla 6-13 mm y polvo de roca 0-6 mm. En tanto, los cementos asfálticos escogidos para el proyectos son: CA 24 (penetración 35-50), CA 24 (penetración 50-70), Polybit (penetración 60-80), Alto Módulo (penetración 10-20) y Alto Módulo (penetración 20-30), los que fueron suministrados por Probisa, y analizados en el

Centro de Desarrollo e Investigación (CDI) de Bitumix y en la Universidad Técnica Federico Santa María.

La ejecución de las mediciones de las propiedades de las mezclas asfálticas se realizaron en el CDI, entidad dedicada al desarrollo de nuevas mezclas asfálticas, más durables, confortables y seguras para los usuarios. El centro, que cuenta con el apoyo técnico del grupo Eurovia-Vinci, se especializa en el estudio de áridos, asfaltos, mejoramiento de procesos y materias primas, nuevas metodologías de diseño, traspaso de técnicas a fases industriales de fabricación y colocación, auscultación y asesorías a clientes. En este lugar fue desarrollado el "Método Combinado de Diseño y Comportamiento", proyecto Corfo realizado por Bitumix y que fue el primer paso hacia el actual proyecto de "Normalización de mezclas asfálticas", que desarrolla actualmente en conjunto con el Ichas, en una constante búsqueda de la innovación en mezclas asfálticas.





GENTILEZA CRISTIAN PRADO ARQUITECTOS ASOCIADOS

ESTRUCTURAS TSUNAMI-RESISTENTES

A PRUEBA DE OLAS

■ El maremoto que afectó el litoral de la zona centro-sur del país generó importantes daños en todo tipo de estructuras. Las olas se llevaron todo a su paso demostrando que en Chile no estábamos preparados para enfrentar este tipo de catástrofes.

■ Hay que aprender la lección porque la reconstrucción ya está en marcha.

CATALINA CARO C.
PERIODISTA REVISTA BIT

EL SISMO DE 8,8° Richter que afectó la zona centro-sur del país, el pasado 27 de febrero tuvo su epicentro en el mar. Como consecuencia de ello se registraron ondas de tsunami que impactaron unos 550 km del borde costero, provocando la pérdida de vidas humanas, además de daños de distinta consideración en viviendas, locales comerciales e infraestructura portuaria. La experiencia demostró que en Chile, pese a ser un país con más de 4.000 km de costa, no se construye considerando la posibilidad cierta de enfrentar tsunamis, aseguran los entrevistados. Hay datos. Desde 1562 a la fecha se registraron 28 tsunamis de diferentes magnitudes en nuestro país. El fenómeno de febrero, que afectó la zona comprendida entre las ciudades de San Antonio (V Región) y Tirúa (VIII Región), fue generado por una perturbación del fondo marino ocurrida por la subducción de la pla-

ca de Nazca por debajo de la Sudamericana, produciendo una ruptura de 400 km de largo y 150 km de ancho.

La perturbación del fondo marino genera una onda en la superficie que mar adentro alcanza una altura casi imperceptible, pero toma una velocidad de propagación de alrededor de los 700 km/h. Las ondas van cambiando su forma al acercarse al litoral, debido a la disminución de la profundidad, perdiendo longitud y velocidad pero ganando altura. Así, el tsunami ingresa a poblados costeros a una velocidad de entre 5 a 10 m por segundo, unos 20 a 40 km/h, y con una profundidad de escurrimiento que en el caso del último tsunami varió entre 1 y 9 metros. Con esta información en la mano, queda claro que hay mucho por hacer para enfrentar este tipo de fenómenos. Sin embargo, esta última catástrofe impulsó un primer gran paso: amplios debates sobre diseño de estructuras tsunami-resistentes, planificación urbana en

GENTILEZA UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO





las zonas costeras y obras de mitigación para combatir el avance del mar.

DAÑOS ESTRUCTURALES

“Esencialmente hay dos tipos de fuerzas hidrodinámicas que afectan a las estructuras: una proviene del impacto directo de las olas al inundar el borde costero y la otra es debido a las fuerzas erosivas producidas durante el proceso de elevación y descenso del nivel del agua, originado por el flujo alrededor de las estructuras”, explica un informe preparado por los académicos Patricio Winckler, Mauricio Reyes y Manuel Contreras de la Universidad de Valparaíso, para la Cámara Chilena de la Construcción.

El documento también explica que “los efectos secundarios sobre las estructuras son causados principalmente por las fuerzas erosivas del agua al interactuar con el medio. Ejemplos son la pérdida del soporte del suelo producto de la erosión del terreno o cuando

las fuerzas de elevación crean momentos de giro, donde una estructura puede ser levantada de sus cimientos o una embarcación soltada de sus amarras. En esta situación, las estructuras son transportadas en la dirección de las corrientes y el daño es causado por despojos flotantes de embarcaciones, autos y construcciones, entre otros”.

La gran mayoría de las construcciones que enfrentaron las cargas del tsunami del 27 de febrero presentaron daños que las dejaron inhabitables y no operativas, sin excepción de materialidad o diseño. Sin embargo, “algunas estructuras de hormigón armado o de albañilería reforzada no fueron devastadas, como sí ocurrió con otras construcciones de materiales más ligeros como la madera”, explica Sergio Baeriswyl, arquitecto de la Intendencia del Bío Bío a cargo del plan de reconstrucción del borde costero.

Respecto de la materialidad, se observaron fallas variables en las estructuras producto del

impacto de las primeras olas y al efecto de inundación asociado a las ondas secundarias. Con una inundación de alrededor de 2 m, se observó la falla total en las estructuras de madera (salvo palafitos), parcial en albañilería y adobe, y menor en el hormigón armado.

Atención. Si bien las casas de adobe resistieron mejor que las de madera, “el adobe absorbe el agua, por lo que sus propiedades mecánicas pueden cambiar por la presencia de humedad. Además esto genera problemas de habitabilidad, a lo que se suma la presencia de sal en el agua, elemento que también tiende a provocar alteraciones en las propiedades mecánicas de los materiales. Por ello, los efectos de la inundación en el adobe deben ser estudiados”, indica Patricio Winckler, profesor de la carrera de Ingeniería Oceánica de la Universidad de Valparaíso.

Entre las fallas más comunes que presentaron las construcciones está la socavación de las fundaciones, especialmente en viviendas



▲ Las viviendas de distintas materialidades sufrieron daños variables. A la izquierda, vivienda de madera con daño grave; en el centro, casa de mampostería con daños menores; a la derecha, vivienda de adobe con daño moderado.



GENTILEZA UNIVERSIDAD DE VALPARAISO

Arriba: Fallas en viviendas livianas que fueron arrastradas por el agua, dejando sólo los pequeños pilotes que las sostenían. Derecha: Inundaciones en sectores bajos de Llo-Ileó.



livianas, lo que incluso provocó la flotación de algunas. Este problema se dio principalmente en las cabañas de madera, asentadas sobre pequeños pilotes enterrados y hormigonados a escasa profundidad (en algunos casos apenas supera los 30 cm), en las que el paso del agua socavó las fundaciones haciéndolas perder el anclaje y ser arrastradas.

En los casos en que no hubo socavación, los diminutos pilotes resistieron el paso del agua pero las estructuras de madera de igual forma fueron arrastradas. Ello se debió a que en este tipo de estructuras las uniones son armadas con clavos, elementos que “están pensados para transferir el peso, la sobrecarga y el sismo, pero no para resistir una fuerza hacia arriba provocada por la flotación. Esta fuerza provoca que los clavos se suelten, las uniones fallen y las viviendas livianas sean arrastradas por el flujo”, señala Winckler.

Las únicas estructuras de madera que resistieron de buena forma el paso del tsunami

fueron los palafitos cuyos pilotes tenían una altura superior a la del flujo del agua. Hay que tomar nota, porque el sistema de pilotes no genera gran resistencia a la fuerza del agua y al estar bien hincados no sufren socavamiento.

DISEÑOS TSUNAMI-RESISTENTES

El primer problema a la hora de diseñar construcciones tsunami-resistentes es que “no hay conciencia de los esfuerzos a los que puede estar sometida una construcción cuando es inundada por una subida del nivel del mar o golpeada por las olas”, explica Juan Mackenna, consejero de la Cámara Chilena de la Construcción, quien señala la inexistencia en Chile de normativas específicas para edificar en el borde costero. Pese a ello, los daños observados en el último tsunami permiten diferenciar entre materialidades o sistemas constructivos que son menos vulnerables al golpe de las olas, como el hormigón armado.

Pensando en la reconstrucción, en la región del Bío Bío se han elaborado varias tipologías de viviendas tsunami-resistentes, para su construcción en áreas vulnerables, uno de esos prototipos fue elaborado por la oficina de arquitectos “Cristian Prado Arquitectos Asociados”, quienes diseñaron una vivienda que no pone resistencia al paso de las olas. Para ello se pensó en una solución de palafitos, no tradicionales. “En ellos, el primer piso concentra sólo dependencias y actividades que no comprometen fuertemente la vida de la familia, ni el patrimonio residencial. Es decir, en el primer piso no se vive ni se duerme, sólo se puede trabajar, tener estacionamientos, una bodega o la caja de escala”, señala Baeriswyl.

El diseño entregado por la oficina de arquitectos en la parte inferior tiene pilotes y la caja de escalera, todo construido en hormigón armado, y un espacio que puede ser utilizado como estacionamiento o bodega. Mientras que en la parte superior estará la casa, con

Diseño de vivienda tsunami-resistente para Llico.



una estructura de dos pisos construida en madera. La vivienda tendrá una superficie de 54 m², ampliable a 75 metros cuadrados. De esta forma, se apunta a que el paso de un tsunami no amenace la vida de las personas y no comprometa la permanencia residencial de la familia en su vivienda.

La idea es que esta fórmula sea replicada en edificios comerciales, en que el primer piso se considere como inundable, evitando el desarrollo de actividades críticas desde el punto de vista de los servicios y las actividades productivas, dejando el piso inferior como dependencias susceptibles a ser destruidas sin dañar el edificio ni su funcionalidad. El objetivo es que tras una nueva catástrofe las ciudades no tengan grandes pérdidas operativas ni económicas.

El método de vivienda tipo palafito es considerado pasivo, puesto que permite el paso del tsunami a través de un área sin causar mayor daño. Sin embargo, también existen diseños



GENTILEZA CRISTIAN PRADO ARQUITECTOS ASOCIADOS

que consideran estructuras resistentes capaces de soportar la fuerza de un maremoto. Estructuras firmes como paredes, terrazas o bermas compactadas que pueden bloquear la fuerza de las olas, pero este bloqueo puede dar como resultado una amplificación de la altura de la onda, redirigiendo su energía hacia otra área.

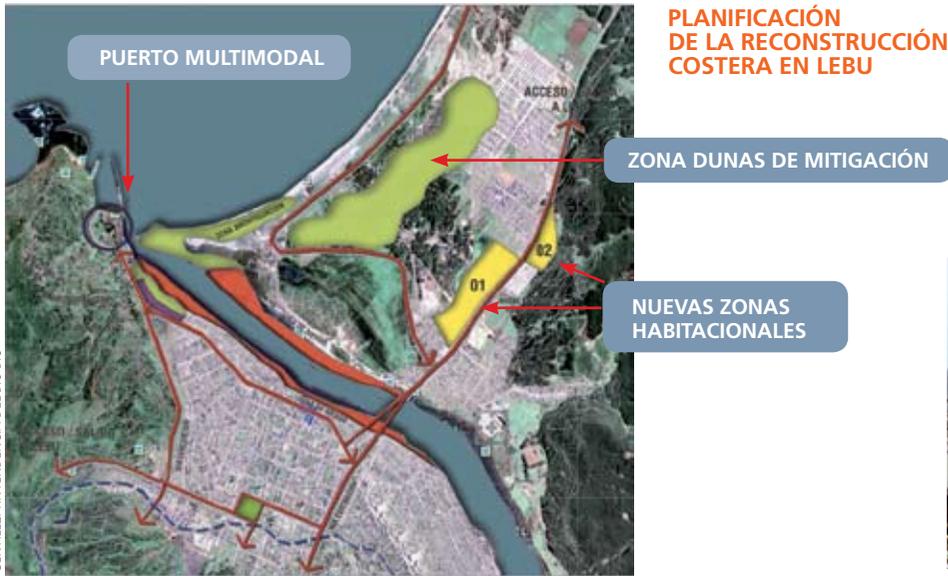
También existen “soluciones de viviendas que tienen sus ejes estructurales orientados en dirección contra el flujo del agua. Esta filo-

sofía de diseño es análoga a la del casco de un buque que rompe las líneas del flujo, lo que garantiza que si bien la tabiquería periférica puede fallar, la estructura soportante quedará en pie. La debilidad de esta idea es que en algunos casos el flujo generado por el tsunami no tiene una dirección muy clara, pues las olas pueden ir en distintas direcciones reflejándose y canalizándose. Así, resulta muy difícil establecer a priori la dirección de inci-



Prefabricados de Hormigón **budnik**

- La más moderna infraestructura, con tecnología y equipamiento de última generación.
- Ingenieros y Técnicos calificados para la asesoría integral de tus proyectos.



PLANIFICACIÓN DE LA RECONSTRUCCIÓN COSTERA EN LEBU



dencia del flujo sobre una casa para saber con exactitud en qué dirección orientarla”, indica Winckler. Este diseño fue utilizado a nivel de prototipo en Sumatra tras el tsunami de diciembre de 2004 (ver recuadro).

PLANIFICACIÓN Y MITIGACIÓN

Para planificar la reconstrucción del borde costero es fundamental evaluar los riesgos de tsunami y el peligro asociado para cada zona. Para ello el informe realizado por expertos de la Universidad de Valparaíso recomienda: 1) Estudiar las fuentes de generación, fenómenos de propagación e impacto costero para tsunami de carácter histórico y esperable en el área de interés. 2) Mediante modelación numérica estimar la máxima inundación, campos de altura y de velocidades debidos a tsunamis desde el origen hasta su proceso de término. 3) Determinar las cargas hidrodinámicas de tsunami para el diseño estructural de los distintos elementos de

las futuras obras marítimas. Además, una vez analizado el peligro se debe evaluar la vulnerabilidad de un determinado asentamiento mediante la definición de variables geodemográficas de cada localidad. Finalmente se deben definir medidas de mitigación del daño orientadas a minimizar la pérdida de vidas y el daño de las obras marítimas y terrestres. Estos elementos en conjunto posibilitarán el incorporar nuevos mapas de zonificación de riesgo de tsunamis en el diseño de los instrumentos de planificación urbana.

En el litoral la zonificación por riesgo resulta fundamental, pues los expertos coinciden en que el borde costero no puede dejar de ser utilizado por el posible riesgo de tsunami. Juan Mackenna indica que “es posible erigir viviendas y construcciones para uso humano en el borde costero, siempre y cuando se cumplan los requisitos mínimos de emplazamiento y diseño. Hay zonas donde los niveles de inundación serán muy altos o existe el

riesgo del golpe de la ola, en esos lugares no debiera permitirse la construcción habitacional, ya que es preferible usar esos terrenos para otros fines”.

La UNESCO entrega recomendaciones internacionales para clasificar el uso de suelos según el nivel de vulnerabilidad de inundación de tsunamis. Estas recomendaciones permiten actividades de servicio en las zonas críticas (con inundaciones superiores a 1,5 m) siempre y cuando no sean de primera necesidad como educación, salud, servicios municipales, policía, bomberos y supermercados. En cambio, si se permite el emplazamiento de actividades turísticas y gastronómicas, pues en caso de resultar dañadas no pondría en jaque la operatividad urbana. Además, los costos de su vulnerabilidad pueden ser internalizados en el tiempo vía seguros u otro tipo de mecanismo de recuperación del patrimonio.

“En nuestro país la cota de urbanización ya está consolidada en gran parte del borde cos-



EXPERIENCIA INTERNACIONAL

TRAS EL TSUNAMI que afectó la isla de Sumatra en diciembre de 2004, la Prajnopaya Foundation diseñó prototipos de viviendas sociales de bajo costo con características tsunami-resistentes. El diseño considera la generación de ejes estructurantes más complejos que los muros perimetrales, basado en cuatro soportes independientes, de hormigón reforzado, ubicados en cada esquina de la casa. La solución otorga cinco veces más resistencia y es un sistema modular que permite ampliaciones. Las divisiones pueden ser fabricadas en bambú, madera o materiales reciclados.

Este diseño no es aplicable directamente en Chile debido a que posee amplios espacios abiertos, pues fue pensado para el clima cálido de Sumatra. En nuestro país las viviendas costeras deben ser cerradas para lograr buen aislamiento térmico, lo que implicaría modificar el diseño aplicado en Sumatra.

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



UNICO FLEXIBLE resistente a la corrosión

Ensayo realizado por más de 6600 horas en laboratorios de



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

Flexibles disponibles:

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

STRETTO

DISEÑOS QUE FUNCIONAN

Stretto es más **INNOVACIÓN**

ESTRUCTURAS PORTUARIAS

EL PASO DEL TSUNAMI en puertos como el de Talcahuano produjo graves daños a la infraestructura. Esto debido a la gran resistencia al avance de las olas que oponian algunas estructuras y por el impacto de elementos que actuaron como proyectiles, como contenedores o embarcaciones, los que en algunos casos además de dañar la infraestructura fueron arrastrados varios metros hasta zonas urbanas.

Con el fin de evitar esta situación, el plan de reconstrucción de Talcahuano busca eliminar la descarga de barcos en el sector de La Poza y relocalizar esta actividad en el nuevo puerto que se licitará como puerto comercial-pesquero.



GENTILEZA UNIVERSIDAD DE VALPARAISO

tero, lo que hace muy difícil hacer grandes modificaciones. Por ello es necesario internalizar la variable de una posible inundación producto de un tsunami. La idea de esta medida es que esta inundación no resulte tan dañina al no comprometer vidas humanas, patrimonio importante, ni actividades con las cuales las ciudades tienen que seguir prestando servicios para lograr reestablecer un nivel de normalidad tras la catástrofe", explica Sergio Baeriswyl. El arquitecto agrega que si bien el diseño de viviendas tsunami-resistentes aporta en gran medida a este objetivo, es necesario sumar a ello medidas de mitigación que ayuden a detener la fuerza de las olas.

Entre las obras de mitigación consideradas para reconstruir las zonas costeras afectadas se cuentan los parques de mitigación, los que se planifican como espacios atractivos para el turismo, con paseos costeros, incluyendo plazas públicas, áreas deportivas, ciclovías, locales comerciales, restaurantes y estacionamientos. Esta alternativa piensa implementarse en las zonas críticas de Dichato, Talcahuano, Llico y el archipiélago de Juan Fernández, entre otros lugares. Estos bosques o parques de mitigación, permiten disminuir hasta en un 40% la fuerza de impacto de las olas. Para ello es necesario el uso de especies de buena adaptación al clima local, con raíces profundas y vegetación frondosa.

En Constitución se implementará un parque inundable que tendrá una extensión de 7 km y también contará con áreas deportivas y comerciales.

En tanto, en algunas localidades como Coliumo y Caleta Tumbes optaron por los muros de protección o rompeolas para proteger las zonas costeras.

No hay dudas, resulta fundamental planificar y construir pensando en ofrecer resistencia a estas catástrofes, de forma de evitar la pérdida de vidas humanas y daños graves en infraestructura. Hay que construir a prueba de olas. ■

www.gorebiobio.cl, www.uv.cl,
www.ingenieriaoceanica.cl

ARTÍCULO RELACIONADO

- Terremoto. Chile en movimiento. Revista BIT N° 72, Mayo de 2010, pág. 18.

■ EN SÍNTESIS

El tsunami del 27 de febrero provocó graves daños en los diversos tipos de estructuras. La experiencia demostró que las edificaciones livianas construidas a baja altura no resisten las cargas de tsunami, perdiendo su anclaje y siendo arrastradas por el agua. En tanto, el hormigón armado demostró tener un mejor comportamiento frente a este fenómeno, convirtiéndose en una buena alternativa para la reconstrucción. Las viviendas tipo palafito se presentan como una buena opción de construcción tsunami-resistente, siempre que la altura de los pilotes sea mayor a la de las olas. Este tipo de estructuras, sumadas a las medidas de mitigación como parques arbores, ofrecen mayor seguridad a quienes habitan el litoral chileno.

TABIQUES

INSTALACIÓN PRECISA



■ Para el mejor desempeño de estos elementos autoportantes, la experiencia y los especialistas recomiendan diseñarlos de acuerdo a las disposiciones legales vigentes, contenidas tanto en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, como en la normativa técnica específica NCh 433.Of96.

■ Resulta fundamental la evaluación de seguridad interna del tabique, un adecuado diseño de los conectores a la estructura principal y la evaluación de la interacción con la estructura resistente. En este artículo, los puntos sensibles, las sugerencias técnicas y la supervisión.

GERALDINE ORMAZÁBAL N.
PERIODISTA REVISTA BIT

A **DIFERENCIA** de los sistemas no estructurales analizados en la edición anterior (cierros falsos y ascensores), los tabiques divisorios sí tienen, en el Capítulo 8 de la norma chilena de diseño sísmico NCh 433.Of96, condiciones y requerimientos explícitos para el diseño y evaluación de su interacción con la estructura sismorresistente. La indicación principal de la norma señala que “para los efectos de la interacción entre la estructura del edificio y los tabiques divisorios, éstos se clasifican como sigue: solidarios, si deben seguir la deformación de la estructura; flotantes, si pueden deformarse independientemente de la estructura”. Existiendo pautas claras desde la normativa, las falencias en su comportamiento se presentan por errores en la instalación y

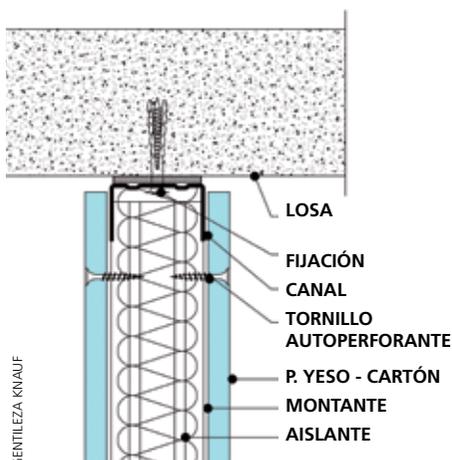
por no respetar las disposiciones legales para el diseño, que determina su emplazamiento, la forma en que se fija a la estructura resistente y su seguridad interna.

Rodrigo Retamales, Ingeniero Civil de la Universidad de Chile, Doctor en Ingeniería Sísmica de la Universidad Estatal de Nueva York e ingeniero de Rubén Boroschek y Asociados Ltda., coincide con esta primera conclusión: “La norma para tabiques está correcta, porque recomienda que estos elementos deben resistir las fuerzas y deformaciones que les impone la estructura, o bien, que se encuentren dilatados de la estructura principal y sean capaces de soportar las fuerzas inerciales que actúan sobre ellos. Lo que falla en terreno, es la correcta aplicación de las disposiciones de la normativa nacional”.

¿Qué ocurre en la práctica? “No se diseña. Se instalan bajo seguimiento de las recomen-



DIAGRAMA DE UNA CONEXIÓN FLOTANTE



GENTILEZA KNAUF

daciones del proveedor, y eso que se trata de indicaciones genéricas”, señala Alejandra Tapia, jefa del Departamento Técnico Knauf de Chile Ltda. Ante esa realidad, no resulta difícil detectar una suma de otros errores. Un ejemplo. “La gente cree y sostiene que construye tabiques flotantes, pero en la práctica, éstos quedan rígidamente conectados. Si bien, colocan un elemento flexible entre el tabique y el cielo, luego, al enlucirlo se produce la conexión. En algunos casos el enlucido es tan fuerte que es capaz de transmitir, ante un evento sísmico, las deformaciones del edificio al propio tabique. Éstos tratan de sujetar la estructura, pero como son más débiles, no son capaces de aceptar esa deformación y se destruyen inmediatamente”, describe Carl Lüders, profesor de la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile y director de Sirve S.A.

Se insiste en la importancia de conocer y aplicar las disposiciones del Capítulo 8 de la NCh 433.Of96, porque ellas están orientadas a proteger el desempeño de los elementos no estructurales ante sismos severos. Siguiendo la normativa, un daño esperable pudiera ser que se acuse una cantería con una pequeña fisura, que en cualquier caso demanda una reparación cosmética y no afecta la estabilidad y/o seguridad del componente en futuros sismos. En cambio, al no diseñar conforme a la norma o hacerlo en forma incorrecta, las probabilidades de pérdidas de función y económicas a consecuencia de los daños se incrementan, como quedó evidenciado tras el terremoto del 27 de Febrero. La recomendación: preocuparse y ocuparse porque “componentes no estructurales y contenidos de edificios constituyen entre el 82 y 92% de la inversión en infraestructura. A esto se suma que en el

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Daños en tabique de hormigón celular.

sismo pasado los componentes y sistemas no estructurales tuvieron un bajo desempeño en algunos casos, llegando incluso a imposibilitar el funcionamiento de edificios públicos y privados”, comenta Rodrigo Retamales.

PUNTOS SENSIBLES

Ante los numerosos casos en que los tabiques resultaron dañados con ocasión del sismo de febrero, resulta evidente que existen puntos críticos entre las disposiciones legales, los cálculos de respaldo del diseño sísmico de un elemento no estructural y la práctica. Una vía de solución complementaria: Seguir recomendaciones de detallamiento, es decir, especificaciones técnicas de instalación y medidas prescriptivas orientadas a mejorar el comportamiento de componentes no estructurales estandarizados, que obedecen a la práctica internacional y reducen la probabilidad de

daño. En síntesis, no hay que alejarse de las buenas prácticas porque de lo contrario una serie de puntos sensibles podrán generar daños en los tabiques divisorios.

Vamos a la instalación. En primer lugar hay que verificar la calidad de los productos. Luis Peña, constructor civil, académico universitario e inspector técnico de obras en BAU, remarca: “si se especifica un tabique resistente al fuego, como primera medida de control en obra habrá que comprobar que los componentes a instalar cumplan con tales características: que el tipo de placa y los espesores correspondan”. Agrega también que se debe tener cuidado con el origen de los productos y con la certificación de respaldo. “En el caso de las planchas de yeso cartón, que los minerales estén adecuadamente procesados, que no existan mezclas con escombros ni residuos químicos y sin ningún tipo de elementos orgá-



GENTILEZA CARL LÜDERS

nicos volátiles”. Un análisis difícil de efectuar frente al producto mismo. Por lo tanto, Alejandra Tapia señala estas medidas de control: “es muy importante que el producto cumpla con los requisitos que define la norma NCh 146.Of2000, sobre todo con los cuidados en su almacenaje y manipulación en obra.

¡El que sabe... exige Coflex!

FLEXIBLES PARA AGUA

- ✓ Garantía de 10 años
- ✓ Seguridad en tus instalaciones
- ✓ Productos de máxima resistencia
- ✓ Certificaciones internacionales de calidad
- ✓ Modelos y aplicaciones para todo tu hogar (Lavatorio, Lavaplatos, Lavavajilla, Icemaker, Lavadora, Termoeléctrico)



EVLB-A12



EAS-E30



EVWB-A120



EAL-D40



EAL-A40



EAL-M40



Representante: Ingrid Ramos
Sucre 2560 Oficina 08
Cel.: (56 9) 9 041-0637 Tel.: (56 2) 785-9522
Ñuñoa, Santiago de Chile
iramosg@coflex.com.mx
www.coflex.com.mx



Lamentablemente, en el caso de los perfiles no existe normativa en Chile”.

Luego, en la etapa crucial de unión entre el tabique y la estructura, es importante seguir un correcto diseño sísmico-arquitectónico. Es prioritario definir los tipos de fijaciones que se emplearán para unir los tabiques a la estructura resistente, en especial cuando se determina que el elemento sea flotante. La realidad es que “se tiende en terreno a fijar todos los componentes, por ejemplo, los montantes a las canales tanto en la parte superior como inferior, piso y cielo, convirtiéndolo en un elemento rígido. Sin embargo, lo recomendable es fijarlo al cielo o al piso, porque en algún punto el tabique tiene que quedar libre para poder trabajar ante una alta exigencia sísmica”, señala Luis Peña.

Los cuidados en la etapa de terminación se concentran en cómo es la conexión con los muros perpendiculares de hormigón armado y las juntas de las planchas, cómo se eliminan imperfecciones, protuberancias y rotu-

CURVAS DE FRAGILIDAD

LOS ACTUALES CÓDIGOS chilenos de diseño “no reflejan el nivel de conocimiento que se tiene de los sistemas no estructurales en el concierto internacional” señala Rodrigo Retamales. En este sentido, destacan recientes investigaciones orientadas a generar curvas de fragilidad sísmica, las que básicamente establecen la probabilidad de alcanzar diferentes niveles de daño en función de la intensidad del movimiento. Sin embargo, esto no significa que la norma chilena tenga que basarse en curvas de fragilidad, simplemente, significa que los diseñadores cuentan con herramientas que les permiten anticipar cuál va a ser el grado de pérdida asociado al uso de distintos materiales, estructuraciones y soluciones constructivas, pudiendo escoger de manera informada la alternativa cuyo costo inicial de implementación, versus nivel de pérdida probable, se ajuste a valores aceptados por el propietario. En la actualidad, existen las técnicas de ensayo y los métodos de análisis que permiten caracterizar en detalle el comportamiento sísmico de los sistemas de tabiquerías.

ras, entre otras. Las recomendaciones pasan por traslapar las planchas, tanto para ocultar las juntas como para mejorar su resistencia. Adicionalmente, se evita (retarda) la propagación del fuego en caso de incendio, las transmisiones térmicas y el traspaso del ruido de un recinto a otro en cuanto a consideraciones acústicas.

Otro punto relevante es la precaución de dejar refuerzos en la estructura interior del ta-

bique, tanto en vanos como en los puntos de soporte para distintos artefactos que generalmente se adosan en baños, cocinas, dormitorios: desde una barra para toallas, un mueble, hasta un plasma. También es buena práctica no cortar los pies derechos de los tabiques, sostienen los expertos. Es más, la recomendación de dejar refuerzos ofreció buenos resultados frente al terremoto. Alejandra Tapia sostiene que “en varios edificios residenciales no

Calderas de Condensación

anwo.cl



eficiencia energética

CALIDAD 25 Años RESPALDO



Venta a través de Instaladores - Distribuidores

- Versiones murales y de pie.
- Potencias de 33 a 150 kw.
- Ecológica: Disminuye el NOx y CO₂
- Formatos pequeños que ahorran espacio.
- Hasta 35% de ahorro en combustible!



Geotermia	Caldera Leña	Caldera Pellets	Energía Solar	Aeroterminia	Caldera Parafina	Caldera Gas	Caldera Condensación	Aire Acondicionado
-----------	--------------	-----------------	---------------	--------------	------------------	-------------	-----------------------------	--------------------

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

tuvieron daños con los muebles de cocina porque durante la construcción se colocaron refuerzos al interior de los tabiques”.

Sin vueltas. “Añadir masas al tabique aumenta la probabilidad de que colapse por una sollicitación fuera del plano, y por tanto, un adecuado diseño sísmico resulta fundamental”, señala Rodrigo Retamales. Y Luis Peña acentúa, “si no se prevén refuerzos para estas instalaciones simplemente no resisten”. Surge una nueva recomendación: es importante informar a los usuarios sobre las características de su vivienda, remarcando que un tabique es un elemento distinto de la estructura resistente y que tiene un comportamiento diferente, para que tomen las debidas precauciones antes de intervenir sus muros divisorios. Es más, se sugiere consultar a un profesional previamente y seguir con cuidado sus recomendaciones.

En términos generales, Luis Peña considera que “hay un buen apoyo técnico e informativo por parte de los proveedores, en tanto ofrecen asesoría respecto de uso de los materiales; agréguese la asistencia técnica y capacitación a la mano de obra en terreno; muy buena y completa información disponible en la web, además del perfeccionamiento continuo para profesionales y supervisores sobre las nuevas soluciones, incluidos elementos de fijación y pegamentos”.

Sin embargo, Alejandra Tapia insiste en que lo principal es contar con un buen diseño, los proveedores sólo entregan recomendaciones generales porque no poseen toda la información del proyecto y tampoco les corresponde el cálculo de las deformaciones e interacciones que sufrirá el tabique. De acuerdo, pero no debe faltar un buen asesoramiento para el diseño sismorresistente de la solución. Rodrigo Retamales señala que “es responsabilidad de los diseñadores especificar productos que cumplan con requerimientos para uso en zona sísmica. Asimismo, se debe promover entre los instaladores las prácticas de montaje orientadas a resistir de mejor manera un terremoto y entrenar al ITO para que sepa cómo supervisar la correcta instalación”.

LA SUPERVISIÓN

Precisamente, luego de tener definido el emplazamiento del tabique, efectuado el diseño



GENTILEZA KNAUF

1

1. Se acusa junta de dilatación entre machón de hormigón armado y tabiquería.
2. Daños en tabique de yeso.
3. Detalle del mismo tabique de yeso dañado: La parte superior no se desconectó del cielo, evidenciando un fuerte enlucido y que no se trata de un tabique flotante.



GENTILEZA CARL LÜDERS

2



mo y Construcciones, que plantea: “Durante la ejecución de una obra, el constructor a cargo de ella deberá velar porque en la construcción se adopten medidas de gestión y control de calidad para que ésta se ejecute conforme a las normas de la Ley General de Urbanismo y Construcciones y de la Ordenanza General, y se ajuste a los planos y especificaciones del respectivo proyecto...”.

Y entonces, qué labor cumple la ITO. “La inspección se transforma en una instancia verificadora que se encarga de velar porque en cada etapa de la construcción se cumpla lo diseñado y lo que regula la normativa específica, para que el elemento responda eficientemente, en términos de comportamiento estructural, acústico y térmico”, aclara Luis Peña. En la práctica, las ITO apoyan su trabajo de supervisión -además de las herramientas convencionales (plomos, niveles, huinchas)- en listas de chequeo y protocolos de control de calidad, instrumentos en los que se detallan todas las características con las que debe cumplir una faena determinada

ITO: PROTOCOLO DE SUPERVISIÓN

1 ESTRUCTURACIÓN

Se revisa la estructura interna del tabique, que estén los pies derechos y los refuerzos con las calidades, dimensiones y espesores definidos por el diseñador. Además, que esté correctamente afianzado a la estructura resistente. Se debe verificar que el tipo, calidad y espaciamento de los conectores sea el especificado.

2 AISLACIÓN

Verificar que esté contenido el sistema de aislación, también su adecuada instalación.

3 INSTALACIÓN SERVICIOS

Se controla que hayan quedado instaladas las conexiones que se especifican embutidas, normalmente para los servicios de agua, electricidad, teléfono, televisión por cable, entre otros.

4 CONEXIÓN Y DILATACIÓN

Se verifica la forma cómo el tabique se conecta con los muros perimetrales, la losa superior y el piso, especialmente las distancias y la flotabilidad. Las dimensiones de las dilataciones determinadas por análisis deben ser verificadas en terreno.

5 REMATE DE CAJAS Y PASADAS

Se chequea la correcta instalación y el aspecto estético de las cajas metálicas de los interruptores.

6 ESPESOR DEL TABIQUE

Se controla el cumplimiento de las medidas especificadas por los proyectistas. En Chile lo habitual varía entre 7 y 12 centímetros.

7 PLOMOS Y PLANEIDAD

Se verifica la verticalidad del elemento, que esté en su posición y que no tenga imperfecciones, deformaciones ni protuberancias a la vista.

dentro de un proyecto (ver recuadro).

En este contexto, el rol del profesional de obra en la supervisión de esta faena se vuelve trascendental. Si bien la legislación impone a las empresas constructoras la obligación de aplicar un programa de aseguramiento de la calidad (PAC), a cargo de un profesional con dedicación exclusiva para esa finalidad, éstas disponen de un procedimiento convencional para controlar que las cuadrillas ejecuten su trabajo conforme lo exigen las especificaciones técnicas y los cánones del buen construir. De ese modo, recae sobre el administrador de obra, en su calidad de máxima autoridad en terreno, la responsabilidad final de todo lo que se hace y ocurre en la práctica. Es dable suponer que un solo profesional no siempre dispone del tiempo para realizar un control exhaustivo de todas las partidas. Por lo tanto, el trabajo de los capataces a cargo de las cuadrillas y el de los supervisores, que controlan a estos mandos medios, resulta fundamental para ejecutar adecuadamente las faenas relacionadas con la construcción de los tabiques.

Está claro. La protección sísmica de los elementos no estructurales es un tema que requiere mayor atención. Si bien se conoce bastante en relación al comportamiento sísmico de sistemas estructurales, no se ha alcanzado el mismo nivel en materia de protección para sistemas no estructurales. En términos generales, los objetivos de desempeño de los sistemas no estructurales deben ser compatibles con los objetivos de desempeño establecidos para el sistema sismorresistente. Para esto, hay que seguir las claves ya comentadas: especificación adecuada, diseño conforme a la normativa nacional vigente, buenas prácticas, instalación precisa y oportuna supervisión. ■

www.bau.cl, www.rbasoc.cl,
www.knauf.cl, www.sirve.cl

■ EN SÍNTESIS

Los tabiques constituyen un componente esencial para asegurar el confort al interior de las viviendas, en términos acústicos, térmicos y de privacidad. Siguiendo las recomendaciones de profesionales y expertos, es posible su óptimo desempeño.

Sistemas Solares Junkers. Máxima eficiencia por 20 años o más.



Soluciones integrales en proyectos solares

- ▶ Amplia gama de productos
- ▶ Evaluación de proyectos
- ▶ Ingeniería de detalles
- ▶ Capacitación de sus instaladores
- ▶ Supervisión
- ▶ Instalación Junkers
- ▶ Contrato de mantención



 **JUNKERS**
Grupo Bosch

www.junkers.cl

E-mail: proyectos.junkers@cl.bosch.com
Fono: (2) 782 0200 - Fax: (2) 782 0300

EQUIPAMIENTO MECÁNICO EN SU SITIO

PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT

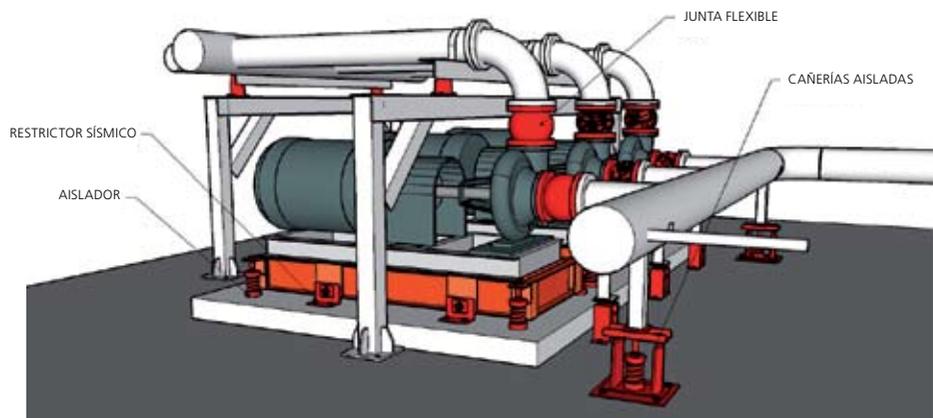
■ Redes sanitarias, equipos y sistemas de climatización fueron exigidos al máximo en el último terremoto. Hubo fallas como equipos desplazados, roturas y deformaciones de cañerías y sistemas de clima que se desplomaron sobre cielos falsos. ■ Para evitar que se repitan estas situaciones, se recomienda un adecuado montaje y aplicar un diseño sismorresistente que controle las vibraciones y limite el movimiento. Todo en su sitio.

PROTEGER el equipamiento mecánico de una edificación, es casi tan importante como resguardar la estructura. Esto quedó de manifiesto con el terremoto, en que el 75% de los costos por concepto de reparación, según indican los expertos, se debe a daños relacionados con el equipamiento mecánico. Para evitarlo, la clave está en la aplicación del diseño sismorresistente.

El equipamiento mecánico de un edificio se compone de sistemas de energía permanentes y de respaldo, climatización, extractores de aire y sistemas sanitarios, entre otros. Éstos entregan operatividad a la estructura, convirtiéndola en un lugar habitable que permite la realización de sus distintas funciones. Los elementos secundarios se abordan en la

norma de "Diseño Sísmico de Edificios", NCh433 of.96, de manera general, "criterios que son insuficientes, como se comprobó en distintos edificios y plantas productivas que resultaron no operativos post terremoto", señala Christopher Rooke, gerente general de Silentium, empresa especializada en control de vibraciones y restricción sísmica de equipos. ¿Cuáles criterios? Por ejemplo, la norma establece solicitaciones de diseño de elementos no estructurales, su anclaje y la interacción con la estructura resistente, entre otros aspectos, pero no considera el caso de equipos que incorporan aisladores de vibración, ni la necesidad de incluir restrictores sísmicos. El comportamiento de un elemento no estructural anclado rígidamente a la estructu-

CAÑERÍAS Y BOMBAS
Con sus elementos
de control de vibraciones
y restricción sísmica.



GENTILEZA SILENTIUM



ra es muy distinto al de otro que incorpora elementos para el control de vibraciones. Para lo cual se encuentra en estudio retirar el capítulo 8 de la NCh433 y crear una norma independiente para el "Diseño sísmico de elementos no estructurales y sus anclajes"(ver recuadro Normativas en estudio).

Claro. Hay que asegurar la operatividad de la estructura. Para lograrlo, son dos los aspectos a considerar ante una catástrofe: facilitar la evacuación segura de los ocupantes y contar con las medidas de protección necesarias que impidan el desplazamiento de equipos. Todo en su sitio.

LAS VARIABLES

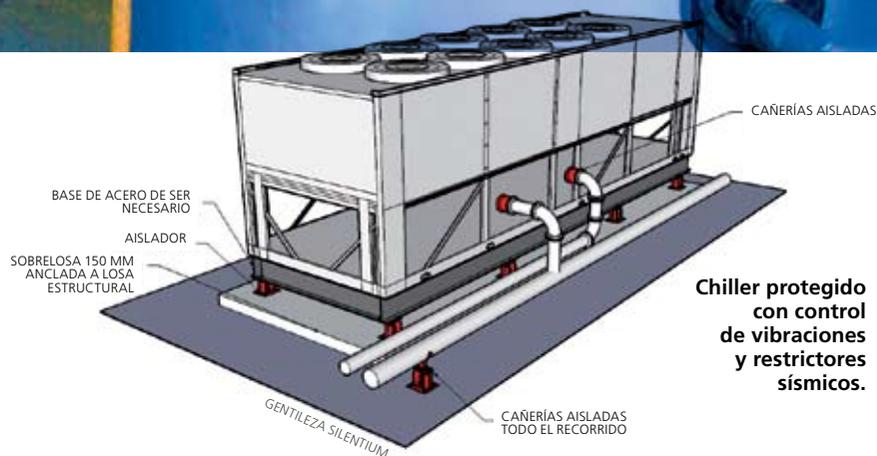
Así como se diseñan y construyen estructuras seguras, asimismo existen tres variables que se deberían considerar para controlar los efectos de un sismo en todo tipo de equipamiento mecánico instalado. Éstas son:

1. CONTROL DE VIBRACIONES: Las cañerías transportando fluidos, los equipos en funcionamiento, incluso el aire dependiendo de las velocidades, generan ruido y vibraciones. El ruido viaja por la vía aérea, mientras que las

vibraciones se desplazan por las estructuras, recorriendo largas distancias, generando problemas tanto en las personas como en la misma estructura. De aquí nacen los elementos de control de vibraciones, que son seleccionados en base a la frecuencia del equipo y las características del lugar donde se emplaza. Los elementos para el control de vibraciones pueden ser de neopreno, resorte, aire comprimido o hasta por control activo, y la elección de dicho elemento varía dependiendo del nivel de reducción de transmisión de vibraciones que

se requiera –las zonas sensibles o críticas requieren mayor aislación de vibraciones–, del peso del equipo y del lugar donde vaya a ser instalado (a nivel de suelo, en una losa, o sobre una estructura adicional)", apunta Rooke. Sigamos.

2. RESTRICCIÓN SÍSMICA: El control de vibraciones agrega un riesgo adicional. Estos elementos generan una especial vulnerabilidad en los equipos en presencia de un terremoto, ya que eventualmente pueden "entrar en resonancia" con la onda sísmica, poten-



Chiller protegido con control de vibraciones y restrictores sísmicos.

CASO: CAÑERÍAS Y DUCTOS

TERREMOTO CALIFORNIA 1994

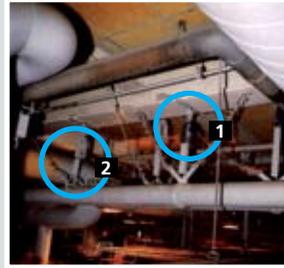
INTENSIDAD:
6,6 ESCALA DE RICHTER
DURACIÓN:
30 SEGUNDOS

Investigación en EEUU demostró que la falta de aislación de vibraciones y restricción sísmica –en equipamiento mecánico, eléctrico y cañerías– permite que las aceleraciones causadas durante un terremoto se amplifiquen entre 30 y 50 veces.



ERROR DE DISEÑO:

- Conexión rígida a la estructura
 - Restricción sísmica inapropiada.
- Fuerzas a las que fueron sometidos:
- 0,15 gV
 - 0,2 gH



DISEÑO APROPIADO:

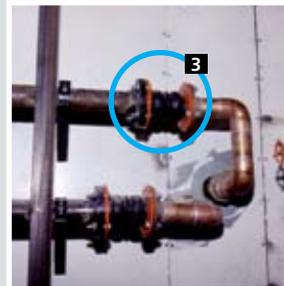
1. Suspensión mediante hangers.
2. Restricción sísmica implementada para cañerías mediante cables de restricción.
3. Juntas flexibles implementadas.

Fuerzas a las que fueron sometidos hangers y cables de restricción:

- 0,9 gV
- 1,2 gH

Fuerzas a las que fueron sometidas juntas:

- 0,2 gV
- 0,25 gH



ciando fuertemente el desplazamiento vertical y horizontal de los equipos. La solución general para proteger el equipamiento mecánico es incorporar “restricción sísmica”, un diseño a medida de los componentes, que van desde tipos de pernos hasta topes limitadores o elementos de arriostamiento axial, que eviten que éstos se desplacen y permanezcan operativos, y cuya función es limitar el movimiento en caso de un sismo.

3. MONTAJE: La tercera variable se vincula con el montaje de los equipos, en directa relación con el tipo de anclajes a las superficies. En ese sentido, la NCh 433.Of.96 Capítulo 8.5, señala aspectos complementarios que los elementos secundarios deben considerar. “Para evitar que los pernos de anclaje queden sometidos a esfuerzos de cizalle (de corte) originados por solicitaciones sísmicas, deben disponerse elementos adicionales de fijación. En aquellos casos en que esto no resulte práctico, los pernos de anclaje deben diseñarse para resistir el esfuerzo de cizalle sísmico incrementado en un 100%. En ningún caso se aceptarán equipos sin anclaje”. Así como los elementos de control de vibraciones y restricción sísmica se diseñan en función del tipo de equipo, su peso y el lugar en donde estará ubicado, así también se definen los anclajes que unen el equipo con el elemento de control de vibraciones, y éste a la estructura del edificio. “Tie-

nen que soportar la misma fuerza g (fuerza de gravedad) o fuerza de movimiento del sismo para mantenerse en posición”, detalla Norbert-Julius Hasenkopf, gerente comercial de Müpro Chile, empresa que fabrica sistemas de fijación. Mostramos tres casos concretos de equipamiento mecánico y su comportamiento tras el terremoto: Redes Sanitarias, Equipos y Sistemas de Climatización.

REDES SANITARIAS

En la infraestructura sanitaria están “las redes de tipo público, aquellas que van bajo tierra y las de tipo domiciliario dispuestas en la

superficie. Si bien son sistemas que conducen agua, ya sea potable, servida, o cualquier otro flujo, se diferencian tanto normativa como técnicamente”, comenta Carlos Acevedo, ingeniero sanitario y asesor de ProCobre.

Según los expertos consultados, las redes dispuestas en superficie se comportaron bien post terremoto, a excepción de “aquellas que presentaban daño heredado del sismo del 85’, y que fueron construidas bajo normas que ya se encuentran obsoletas”, comenta Rodrigo Muñoz, gerente de operaciones de la unidad de negocios sanitarios de Constructora El Sauce S.A. En cambio, las redes sanitarias públicas enterradas, “tuvieron ciertos problemas, en particular aquellas cañerías que se encontraban confinadas dentro de un terreno que su-



1. Chiller caído tras el terremoto debido a un anclaje insuficiente.
2. Aislador de chiller en perfecto estado.

MISIÓN TECNOLÓGICA

LA CORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO (CDT) en conjunto con el Grupo de Gestión y Tecnología del Comité de Contratistas Generales de la CChC, recientemente realizó la Misión Tecnológica California 2010, con el objetivo de conocer la estrategia del estado de California en la reducción de daños sísmicos en la infraestructura y edificación e identificar potenciales áreas de colaboración y desarrollo en Chile. Asimismo, las principales tendencias en la adopción de nueva normativa e innovaciones tecnológicas conducentes a minimizar los efectos de un sismo sobre los Elementos No Estructurales, que permitan entregar recomendaciones para la correcta especificación e instalación de estos elementos. En futuras ediciones de Revista BIT se abordarán las principales conclusiones de esta misión. www.cdt.cl

frió desplazamiento, generando aplastamientos y movimientos”, prosigue.

Nos detenemos en estas últimas. En las cañerías enterradas, un tema asociado es el suelo. Primero. “Cuando se realiza un diseño de red enterrada, no sólo hablamos de varios km de longitud, sino también de un recorrido por distintos tipos de suelos. En muchos casos sucede que la mecánica de suelos que se estudia originalmente se hace en función de cuatro o cinco puntos, pero en el recorrido hay cambios de suelo, y es probable que la estimación no sea el fiel reflejo para un adecuado diseño, por lo que éste puede resultar defectuoso y las tuberías quedar mal dimensionadas”, prosigue Muñoz.

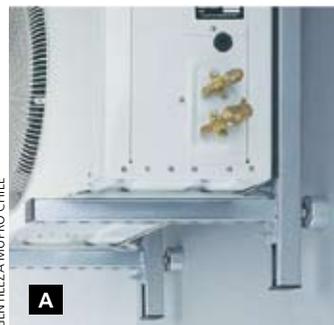
Segundo. “Con el movimiento del suelo, las tuberías por lo general se desmontan entre sus uniones, produciéndose problemas de embanque, es decir, una especie de tapón por el cual empieza a salir agua a través de las cámaras. Por norma se exige que la tubería enterrada esté contenida en una cama de arena o tierra y el terreno compactado por capas”, señala Acevedo.

Tercero. Se pierde la capacidad de porteo. Esto significa que el movimiento hace perder la pendiente de diseño, condición especial para las redes de alcantarillado. Por ejemplo, “una cañería de alcantarillado que funciona por gravedad, necesita de una línea recta entre cámaras de inspección y una pendiente para que escurra el agua. Luego, frente a mo-

vimientos sísmicos, el del suelo normalmente es en forma diferenciada, lo que ocasiona pérdidas de pendiente, deformaciones, roturas y aplastamientos de las tuberías”, indica Muñoz.

En el caso de las cañerías interiores en edificios, “éstas deben soportar las diferencias de movimiento, en especial si van ancladas de piso a cielo, ya que éstos se mueven de forma distinta en un terremoto, por lo que las tuberías empiezan a oscilar y terminan cayéndose”, comenta Rooke. En tal caso, “junto al elemento de control de vibraciones, es importante que la solución contemple algún tipo de restricción sísmica, es decir, un elemento que en caso de terremoto restrinja el movimiento, evitando que la cañería oscile hasta el extremo de destruirse”, señala Rooke.

¿Cómo evitarlo? “Para aquellas cañerías que van colgadas a la losa por ejemplo, es posible implementar conexiones con algún grado de movimiento, por ejemplo argollas que faciliten que la cañería se mueva tipo péndulo, y que habilitan el movimiento horizontal de manera que no se quiebran”, señala Hasenkopf. Asimismo, “se deben flexibilizar las cañerías con juntas flexibles, de manera que absorban esas diferencias de movimiento, generando conexiones elásticas entre equipos y estructuras e implementando tirantes longitudinales y transversales al recorrido de la cañería, para restringir su movimiento frente a un sismo”, prosigue Rooke.



A. Fijación al techo insonorizada.

B. Puntos de fijación de tuberías de agua insonorizados.

hebel

Excelencia hebel comprobada

Centro Cultura Gabriela Mistral



Hospital Clínico
Guillermo Grant Benavente, Concepción



Centro Cívico de Las Condes



Las Grandes Obras lo Avalan

HCA
Chile

Camino La Vara 03700,
San Bernardo, Santiago
Teléfono +56 2 7967400 Fax 7967439
E-mail: info@hebel.cl
www.hebel.cl

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Estanque de agua caliente desplazado de su base a causa de un anclaje insuficiente.



GENTILEZA SIRVE S.A.

EQUIPOS Y SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

El agua potable en las redes domiciliarias atraviesa por equipos. En este tipo de equipamiento se encuentran los estanques, acumuladores o boilers y las calderas, entre otras tipologías de elementos.

Tras el terremoto, “una de las fallas más recurrentes se observaron en las uniones de los acumuladores que cedieron, motivo por el cual algunos edificios se inundaron”, detalla Kiko Zettler, jefe de marketing de Anwo. Otra falencia a considerar. Generalmente, para optimizar espacio, se encuentran ubicados en las azoteas o en pisos mecánicos de los edificios, lo que aumenta la presión a la que son sometidos en caso de un sismo. Un ejemplo. “Los acumuladores tienen entradas por los lados y por la salida. Cuando se instala un acumulador en los pisos superiores, recomendamos que en su extremo superior lleve una rompedora de vacío, que es una válvula que ante un eventual corte de cañerías, ésta pieza no deja salir agua pero sí aire, evitando que el equipo se deforme, como ocurrió en aquellos casos que no contaban con este elemento”, comenta Zettler.

Ahora bien, todos estos equipos son de grandes dimensiones y pesos, por lo que necesitan de una plataforma sólida para ser ancla-

dos, además de cumplir con el control de vibraciones y la restricción sísmica. Los equipos en funcionamiento generan vibraciones, por lo que deben incorporar elementos aisladores de vibraciones, los que al no ser protegidos en términos sísmicos, produjeron el desplazamiento de los equipos de su base.

Dentro de los sistemas de climatización en tanto, entre los principales se encuentran los chillers, unidades manejadoras de aire o UMAs, torres de enfriamiento y ventiladores. De igual forma que los otros equipos, los sistemas de climatización “pueden verse dañados tanto por la ausencia de elementos de restricción sísmica como por la aplicación de fijaciones o anclajes frágiles, ocasionando el colapso, como ocurrió en el reciente terremoto. Otra causa de daño en equipos de climatización, es la vibración producida por las ondas sísmicas, en especial por el efecto axial a tensión, con lo cual, si los equipos de climatización no están bien soportados, sufrirán daños”, señala Hasenkopf.

SUPERVISIÓN Y CERTIFICACIÓN

Así como existe un proyecto de cálculo para la estructura, también es prioritario contar con uno de elementos secundarios, ya sean éstos redes sanitarias, equipos, sistemas de climatización u otros. En la práctica, mientras el Administrador de Obra es el encargado de supervisar por la calidad de la construcción, la Inspección Técnica de Obra (ITO) es la entidad responsable de verificar que en cada una de las etapas de construcción se cumpla lo diseñado.

Asimismo. Es esencial que los elementos sismorresistentes que se incorporen para proteger los elementos no estructurales en un proyecto, posean la certificación de algún organismo externo que compruebe su potencial para resistir las fuerzas del terremoto. Sin ir más lejos, en lo que se refiere a la Certificación de Materiales, por ejemplo en lo que son redes sanitarias, para asegurar que los productos que se van a instalar cumplen con las especificacio-

OBRAS EN TALCAHUANO

CONSTRUCTORA EL SAUCE se encuentra realizando trabajos de emergencia en la zona de Talcahuano. Es un terreno complejo por tratarse de materiales arenosos y abundante napa freática a un metro de profundidad. Primero se efectuó un agotamiento del terreno para lograr contener el agua, en base a equipos de agotamiento indirecto y bombas sumergibles. Luego se excavó una pre-zanja donde “colocamos líneas de entibaciones para evitar los derrumbes. Al llegar al sello donde estaban las cañerías, se tomaba la decisión de reparar o reemplazarlas, de manera de avanzar con el siguiente tramo”, cuenta Rodrigo Muñoz. “Hoy en día estamos saliendo del problema inmediato. Lo urgente era reponer el suministro de agua potable. Las soluciones mucho dependían del tipo de material. En Talcahuano encontramos cañerías de diferentes materiales (en la foto), como asbesto-cemento, cemento comprimido, acero, fierro fundido, todas muy antiguas, así como las nuevas de PVC y HDPE”, indica Muñoz.



GENTILEZA CONSTRUCTORA EL SAUCE

NORMATIVAS EN ESTUDIO

UNA COMISIÓN TRANSITORIA formada luego del terremoto y liderada por el Instituto de la Construcción, elaboró 30 propuestas técnicas. En el ámbito normativo, destaca la "elaboración de especificaciones técnicas, recomendaciones y eventualmente reglamentar acerca de requerimientos relativos a las fijaciones y anclajes para elementos secundarios (tabiques, cielos, antepechos, etc.); para elementos de terminación (cornisas, molduras, revestimientos, etc.) y para equipos e instalaciones de edificios (equipos y ductos de aire acondicionado, ventilaciones, motores, etc.)".

En Redes Sanitarias en tanto, el IDIEM y otros organismos, junto a productores e instaladores, están participando en Comités Técnicos del INN, para actualizar normas de instalación y pruebas.

nes recomendadas por el proyecto, y cuando éstos se adquieren, la Administración de Obra debiera solicitar un Certificado de Calidad, documento que a su vez debiera exigir el "Revisor Independiente o ITO", señala Carlos Acevedo de ProCobre. El Grupo Técnico Sanitario de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), se encuentra trabajando en la actualización del Manual "Recomendaciones para proyectar y ejecutar Instalaciones Sanitarias Domiciliarias", que recomendará y entregará los atributos de los materiales.

"La fiscalización de productos hoy en día es un terreno de nadie, pues como la normativa

no especifica los elementos secundarios, por lo tanto la interrogante pasa por determinar quién fiscaliza a las empresas que comercializan estas soluciones, cuál es el método de certificación y cuáles serían las sanciones asociadas a un mal diseño, o una calidad deficiente que no cumpla con la exigencias frente a un terremoto", señala Rooke. A falta de una norma específica de este tipo de elementos, hay experiencias extranjeras posibles de poner en práctica. Por ejemplo, con pruebas en terreno y sometiendo los elementos a ensayos duros, "se debería probar el elemento con pruebas destructivas, que demuestren el resul-

tado final. Lo que conviene en Chile es trabajar con empresas que puedan dar esa seguridad y certificación", indica Rooke.

Considerar la incorporación de un adecuado diseño sismorresistente para los equipamientos mecánicos que nutren las instalaciones de edificios, equivale a contratar un seguro de operatividad. Hay que evitar el movimiento. Todo en su sitio. ■

www.elsauce.cl; www.silentium.cl;
www.verbelo.com; www.procobre.org;
www.anwo.cl

■ EN SÍNTESIS

Independiente del equipamiento mecánico que se requiera proteger, hay que contemplar la aislación sísmica para evitar el colapso y asegurar la oportuna recuperación de operaciones críticas. La tecnología existe en Chile. Lo prioritario es acceder a empresas certificadas y a una adecuada supervisión en terreno.

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- "Muros cortina. Prueba de seguridad". Revista BIT N° 72, Mayo de 2010, pág. 52.
- "Ascensores. En movimiento". Revista BIT N° 73, Julio de 2010, pág. 52.

BIT 74 SEPTIEMBRE 2010 ■ 55

WINTER TIENE LA SOLUCIÓN COMPLETA EN CALEFACCIÓN

Caldera Mural

Intercambiadores de Calor

Radiadores Simples y Dobles

Termostato Ambiental Programable

Calefontes

Aislación Tuberías Pex / Fierro / Cobre

Fittings

Bomba de Circulación Acero Inoxidable

Pex A y B

Estanque de Expansión

Caldera Presurizada Industrial

Avda. Alberto Hurtado 1974, Estación Central
Fonos: (56-2) 9236400 /// 2337615 /// Fax: (56-2) 6833032
info@wintersa.cl // www.wintersa.cl

WINTER
Desde 1938



REHAU

RAUTITAN PX: nueva generación en instalaciones de agua sanitaria y calefacción

REHAU, el especialista a nivel mundial en soluciones fabricadas con materiales poliméricos, presenta el sistema para conducción de aguas sanitarias RAUTITAN PX, formado por fittings y casquillos corredizos fabricados en base a polímeros.

Una nueva generación del sistema de tubería de PE-Xa, fitting y casquillos corredizos en base a polímeros, estará disponible en el mercado nacional. Se trata de RAUTITAN PX, sistema para la conducción de aguas sanitarias, que viene avalado por dos premios internacionales en 2009, Design Plus, que otorga el Consejo Alemán de Diseño y el Design + Technology Award. El desarrollo se complementa con la oferta de productos metálicos. “Las innovaciones son el motor de nuestro éxito y RAUTITAN es la prueba de ello. Actualmente la empresa comercializa las tuberías de PE-Xa RAUHIS, que incluye sistemas de unión, fitting y casquillo de aleación de bronce”, indica Ulises Mesías, jefe de producto de la compañía.

VENTAJAS

Entre las numerosas ventajas de esta nueva línea, destaca una tubería con capacidad de soportar una presión mayor. Mientras el actual sistema soporta hasta los 6 bar de presión, RAUTITAN PX alcanza los 10 bar. Además, “al ser polimérico, el fitting no presenta problemas de toxicidad o corrosión. Así, se evita que al correr el agua por la tubería, existan traspasos de metales al líquido”, señala José Luis Pizarro, ingeniero de aplicaciones del área de construcción de la empresa. En condiciones extremas de uso, y por lo robusto de sus materiales, RAUTITAN PX puede instalarse en obra con temperaturas de hasta -10° Celsius, con una vida útil de 50 años y 10 años de garantía.

Mientras los casquillos corredizos están fabricados con PVDF (flúoruro de polivinilidileno) los fittings son de PPSU (polifenilsulfona), materiales completamente atóxicos que no alteran las propiedades del agua potable. Los casquillos permiten realizar la unión por ambos lados, y por su elasticidad, sólo se debe ejercer una pequeña presión para montarlos. Paralelamente, y pese a su reducido peso, los fittings son robustos y resistentes. Gracias al material del que están hechos, no forma incrustaciones ni la corrosión típica de los metales, siendo higiénico e ideal para instalaciones sanitarias.

“La clave está en la unión polimérica por casquillo corredizo, que le otorga características como fiabilidad, altas prestaciones y seguridad, que se las otorga el propio producto, el material y la unión”, detalla José Luis Pizarro.

Asimismo, y no por eso menos importante, otra de las características de RAUTITAN, es la disminución de las probabilidades de pérdidas de ítems, debido a que la materialidad del sistema facilita el control de mermas en obra, mejorando la gestión financiera y de stock. Estética, seguridad y funcionalidad. La solución para la conducción de aguas sanitarias y calefacción.

CONTACTO:

ulises.mesias@rehau.com
joseluis.pizarro@rehau.com
Teléfono: (02) 496 1900

www.rehau.cl



SILENTIUM

Continuidad de operaciones

Asegurar la continuidad operacional del equipamiento mecánico tras movimientos telúricos, es fundamental en un país altamente sísmico como Chile. De ahí la importancia de estar preparados a través del uso de sistemas de restricción sísmica en equipos, para evitar poner en riesgo a las personas, suspender operaciones críticas y enfrentar los costos por la paralización de actividades o daños en el equipamiento.

Durante un sismo no sólo las estructuras sufren los embates del movimiento, el equipamiento mecánico –elemento fundamental para dar continuidad a las operaciones en cualquier edificio– también se encuentra expuesto a sufrir daños. El problema se origina al instalar equipamiento sin considerar la incorporación de restrictores sísmicos adecuados, con sus respectivos anclajes, calculados para resistir movimientos telúricos. Este aspecto prácticamente no es considerado en el desarrollo de proyectos, exponiendo a los equipos a caídas y desplazamientos con graves consecuencias asociadas.

La actual normativa local (NCh 433 Of.96), si bien evalúa las fuerzas sobre elementos de anclaje de equipos, no considera a aquellos que incorporan aisladores de vibración, ni se refiere a la necesidad de incluir restrictores sísmicos. Esto quedó reflejado en la gran cantidad de equipos que no resistieron el terremoto de febrero pasado, desplazándose de su ubicación original.

DISEÑOS SISMO-RESISTENTES

Preocupado por esta realidad, Silentium ofrece alternativas para implementar soluciones de restricción sísmica para sistemas de climatización, red sanitaria y grupos electrógenos, entre otros. La empresa entrega la posibilidad de asegurar la continuidad de operaciones en instalaciones estratégicas, asesorando sobre qué elementos específicos necesita un equipo, sus conexiones y cómo

deben instalarse para contar con un diseño sismo-resistente. Para ello, se basa en normas internacionales como IBC (International Building Code), que entrega los parámetros para determinar si existe la necesidad de incorporar medidas de control sísmico. Para las soluciones sismo-resistentes considera elementos certificados por un organismo independiente.

En equipos, Silentium ofrece implementar aisladores de vibración que incorporen restricción sísmica o agregar restrictores sísmicos independientes. Mientras que para ductos, cañerías y equipos colgados asegura una adecuada instalación mediante cables con elementos de sujeción certificados para arriostamiento longitudinal y transversal.

CLARAS VENTAJAS

La implementación de elementos de restricción sísmica en el equipamiento mecánico trae consigo significativas ventajas. Entre ellas, evitar poner en riesgo la vida de personas, quienes ante caídas o desplazamiento de equipos pueden resultar heridas o pueden sufrir la obstrucción de las vías de escape. También, permite mantener operativas instalaciones críticas para enfrentar catástrofes como hospitales, estaciones de bomberos, servicios básicos, agencias gubernamentales y de comunicaciones, entre otras. Finalmente, la implementación de sistemas sismo-resistentes para el equipamiento mecánico evita enfrentar costos de reparación, reposición y reinstalación de equipos dañados, además de evitar los costos de paralización



de operaciones, presentándose como una excelente inversión, de muy bajo costo.

En un país sísmico como el nuestro, proteger las instalaciones mecánicas resulta tan importante como resguardar las estructuras, porque para superar una catástrofe es imprescindible asegurar la continuidad o rápida recuperación de operaciones.



www.silentium.cl

1. Aislador de Vibración con Restricción Sísmica incorporada. Elemento certificado por la OSHPD de California, entidad independiente, encargada de evaluar las fuerzas G soportadas por un elemento de restricción sísmica.

2. Grupo Electrónico con control de vibraciones y restricción sísmica incorporada, resistió en perfectas condiciones el 27F, permitiendo continuidad de operaciones en el edificio.

INNOVACIÓN EN TEJAS

TECHUMBRES SEGURAS

■ No todos los techos de las casas de Chile pasaron con éxito la prueba de los 8,8° Richter. Por esta razón, los fabricantes de tejas se enfocan en crear nuevos modelos que incrementen su resistencia antisísmica. ■ El peso es fundamental. Son los nuevos modelos de tejas. Hay que lograr techos seguros.

GUSTAVO ASENJO A.
PERIODISTA REVISTA BIT



EL TERREMOTO del 27 de febrero trajo nuevas preocupaciones a los fabricantes de tejas. Hoy el foco está centrado en mejorar sus capacidades antisísmicas, su instalación y convertirse en una alternativa eficiente para reconstruir las viviendas destruidas. Pero también el recambio de las tejas dañadas sirvió como oportunidad para introducir nuevos colores y diseños.

Atención. Los expertos coinciden en que una de las razones de la caída de las tejas, fue el peso del mismo techo. Algunas no fueron capaces de resistir los 8,8° Richter que, sumado al peso total de la techumbre, puede llegar a los 5.000 kilos para una casa de 100 m cuadrados. Así, las tejas evolucionan hacia modelos más seguros y livianos. Hay que proteger la techumbre.

■ **TEJAS DE ACERO GRAVILLADO:** Si hablamos de peso, la teja de acero gravillado es una de las tipologías que se caracteriza por ser liviana, y por tener alta resistencia antisísmica. El diseño tampoco se ha quedado atrás. "Lanzamos nuevos modelos de la teja Española, de acero gravillado, con nuevos

colores y con un mayor rendimiento. Los colores, por ejemplo, juegan mucho con el medio ambiente. En la zona central, prima el color rojo y en el sur de Chile, el negro", dice Ricardo Lagos, profesional del área técnica de Cintac, empresa que trabaja con el acero gravillado hace más de 20 años. La teja Española tiene un espesor de 0,4 milímetros. En tanto, sus terminaciones son para la cara superior, de gravilla color, mientras que para la cara inferior, de zinc y aluminio. La distancia entre apoyos es de 388 mm, y su peso es de 5,99 kg/m² útiles. La pendiente mínima es de un 20%, y para su fijación se recomiendan tornillos autoperforantes cabeza N°6 de 1,¼" punta broca o fina, si el tipo de costanera es de perfil omega. Si se trata, en cambio, de una costanera de madera se deben utilizar





GENTILEZA CINTAC

La teja Española de Cintac permite caminar y trabajar sobre ella. Se encuentra en colores rojo, terracota, negro o verde. Asimismo, la teja Austral, con su superficie lisa, está especialmente diseñada para soportar una sobrecarga mayor de agua o nieve.

clavos galvanizados N°12". Este producto, dice su fabricante, permite caminar y trabajar sobre él sin ningún problema, en el caso de que, por ejemplo, se tenga que reparar o instalar una chimenea o algún ducto que deba pasar por el techo. Es fácil de romper, con tijeras si es necesario. Una precaución: este producto no sirve para climas de mucha nieve, dado que al ser de superficie áspera y ru-

gosa, produce una sobrecarga mayor para la que está indicada. "Para esos casos, recomendamos la teja Austral, que es un producto prepintado liso, con las mismas dimensiones y diseño que el de la Española", agrega Lagos.

Otra empresa que ha desarrollado tejas en acero gravillado es Innpa S.A. "Buscamos reemplazar la teja de arcilla, que es de

alto peso, por un producto liviano, pero con variedad de colores, gravillas, texturas y envejecido", señala Paola Concha, gerente de ventas de la División de Construcción de Innpa S.A. El producto de acero gravillado, con el que trabajan hace más de 40 años, tiene un peso de 5,7 kg/m², y un espesor de 0,35, 0,4 ó 0,5 mm. Son palmetas de aproximadamente 40 cm de ancho por 1,80 de largo, y tienen for-



GENTILEZA INPPA

Las tejas de acero gravillado de Inppa, tienen la ventaja de ser livianas, lo que les permite aumentar su resistencia antisísmica.



GENTILEZA ONDULINE

ma de un estampado de teja. La base es de zincalume o acero galvanizado. Luego, se le aplican productos en bases acrílicas de fungicidas y resistentes a los rayos UV. Además, incorpora una gravilla determinada y luego barniz acrílico. Su rendimiento es de 1,51 tejas/m², según lo expresa el proveedor.

■ **TEJAS DE FIBROCEMENTO:** La empresa Pizarreño desarrolló la teja Coloronda, que se

enmarca en el concepto de soluciones constructivas para complejos de techumbres frías y calientes. "Esta teja está enfocada principalmente a proyectos intermedios de casas entre las 800 y 1.000 UF, y está compuesta de cemento, celulosa, fibras sintéticas y aditivos especiales", comenta Patricio Herrera, jefe de productos cubiertas de Pizarreño. Sus dimen-

La teja Onduliva, destaca por ser un producto que ofrece a la cubierta un aspecto de atractiva estética en conjunto con una gran ligereza.



La espuma rígida de poliuretano es el aislante técnico más usado en Europa y EE.UU.

CARACTERÍSTICAS:

- Mejor resistencia térmica
- Requiere el 50% del espesor de cualquier aislante convencional
- Ahorro de energía en calefacción
- Aplicable a cualquier superficie
- Resistente a insectos y roedores
- Aislación e impermeabilización en un solo paso
- La espuma forma un manto continuo sin puentes térmicos
- Ideal para el aislamiento de todo tipo de viviendas
- La mejor relación precio/calidad
- Alta resistencia al fuego (NCh 2121-1, ASTM E-1321)

ORICA
CHEMICALS
Orica Chemicals Latin America

ORICA CHEMICALS CHILE S.A.

Calle Dos 9463 - Quilicura
Loteo Industrial Américo Vespucio
Fono (56 2) 384 8100 / 384 8316
Fax (56 2) 623 1987

www.oricachemicals.com



La teja Coloronda de Pizarreño, se ha convertido en una eficiente solución constructiva que se está utilizando en las zonas afectadas por el terremoto de febrero.

Las tejas de la empresa Tejal se caracterizan por ser de cerámica en su parte superior y de fibra de vidrio y asfalto en su parte media, lo que las hace más livianas.



siones son de 1.220 mm de largo, 875 mm de ancho útil, 4,5 mm de espesor y un peso de 11,1 kg, con una alta resistencia de 400 kg/m. Su densidad mínima es de 1,25 gr/cm cúbicos. Su coeficiente de dilatación térmica es de 0,01 mm/m°C, y su porcentaje de absorción máxima de humedad es del 37%. La teja Coloronda está desarrollada bajo la norma chilena Nch186/2-2006, que establece las condiciones de densidad, resistencia a la humedad, esfuerzos paralelos y perpendiculares. Tiene diversas ventajas, entre las que se mencionan su aporte térmico y acústico. Es resistente a la humedad, pues no se condensa ni oxida; es incombustible e inerte a la acción de termitas, y su coloración permite una perfecta integración con el medio ambiente. Se puede encontrar en tres presentaciones: Sol, Tierra y Foresta, los que se adaptan a las zonas norte, centro y sur del país, respectivamente. "A pesar de la diferencia de colores, esta teja se podría utilizar indistintamente, según el requerimiento de cada cliente, ya que la materialidad es la misma para las tres zonas geográficas de

BIT 74 SEPTIEMBRE 2010 ■ 61

Expertos en Construcción

Compresores estacionarios Abac/Alup y Compresores Portátiles Sullair, Generadores Pramac, Bombas de Diafragma Versamatic y Equipos e Insumos de Perforación P&V y Halco.

Cobertura nacional
Talleres para realizar servicio técnico
Contratos de mantención para equipos

Casa Matriz: San Eugenio 463, Ñuñoa, Santiago. Tel: (56-2) 346 2700 Fax: (56-2) 239 2066

ventassantiago@simma.cl

Sucursales:

CALAMA

Av. Balmaceda 3961
Fono: (55) 33 26 43
Fax: (55) 33 14 79
calama@simma.cl

ANTOFAGASTA

Ónix 195 (Barrio Industrial)
Fono: (55) 27 38 38
Fax: (55) 27 38 30
antofagasta@simma.cl

COPIAPÓ

Plaza Comercio N°26
Fonos: (52) 21 24 42
Fax: (52) 21 39 72
copiapo@simma.cl

LA SERENA

Gerónimo Méndez N° 1890
Barrio Industrial Chañar,
Coquimbo
Fono: (51) 330 100
laserena@simma.cl

CONCEPCIÓN

Alonso de Ojeda 554
Loteo Las Arucas,
Talcahuano
Fonos: (41) 242 15 39
Fax: (41) 242 15 41
concepcion@simma.cl

PUERTO MONTT

Diego de Almagro Norte 1516
Parque Industrial Cardonal
Fono: (65) 31 14 36
Fax: (65) 31 14 30
pmontt@simma.cl

Contactos Zonales:

VIÑA DEL MAR: 07-709 5853 / RANCAGUA: 09-549 4739 / TEMUCO: 08-152 6551 / OSORNO: 08-464 7532 / PUNTA ARENAS ALIANZA SIMMA - BAFCO: 61- 696 592

SIMMA
Expertos en tu mundo

www.simma.cl



GENTILEZA TEJAS DE CHENA

Las tejas de hormigón de Tejas de Chena, pueden ser aplicadas para climas fríos, con lluvia y fuertes vientos e incluso para la nieve. Asimismo, son utilizadas en la construcción de viviendas en climas cálidos.



Las tejas de arcilla de Tejas Chile son un producto natural, que puede durar 200 años, y cuyos beneficios son, entre otros, la aislación de la humedad.



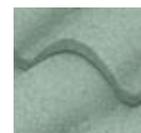
TEJAS EN BAU 2011

Los materiales de construcción para tejados, ocuparán todo el pabellón A3 de BAU 2011, feria que se realizará en Munich, Alemania entre el 17 y el 22 de enero próximo. Una de las innovaciones que se presentarán serán los nuevos desarrollos en Tejas. El perfeccionamiento técnico de las tejas y los elementos para cubiertas permite construir tejados no tan inclinados, muy característicos en Alemania. Además, el tamaño de la teja plana resulta más rentable: por metro cuadrado sólo se requieren de siete tejas. De esta manera se reducen las juntas del tejado y se ahorra tiempo de realización de la cubierta.

www.bau-muenchen.com/es/Home



GENTILEZA TEJAS CHILE



ros por concepto de menores costos por transporte, disminución de mermas, fácil colocación del producto y menores requerimientos en la estructura soportante, por lo cual puede aplicarse directamente sobre cerchas de madera o placas de OSB. Adicionalmente, la teja Onduvilla ofrece un aspecto atractivo y

nuestro país", prosigue Herrera.

Se ha perfilado como una eficiente solución constructiva para diversas propuestas de viviendas: "Este producto se está instalando en las distintas zonas afectadas por el terremoto, considerando los subsidios respectivos", comenta Herrera. Un ejemplo son las primeras viviendas definitivas entregadas por Pizarreño-Besalco en la comunidad de Junquillar, a 15 km de Constitución.

■ **TEJAS ASFÁLTICAS:** La empresa francesa Onduline ha desarrollado una tecnología de avanzada, como es su producto Onduvilla, una teja ondulada fabricada con fibrobisbitumen. El resultado final es un producto resistente de por vida contra la corrosión y los efectos de la lluvia, viento y nieve, capaz de soportar el tránsito ligero de personas sin quebrarse o hundirse. Es asimismo un producto muy ligero, su peso alcanza a sólo 4 k por m², lo cual lo convierte en un techo ideal a la hora de aligerar la carga que soportan las estructuras de casas, edificios y construcciones comunitarias. Por otra parte, el efecto combinado de resistencia y ligereza genera múltiples aho-

natural, gracias a su coloración de tres tonos que la hace similar a la teja de arcilla colonial. Las características técnicas antes descritas han sido puestas a prueba en prestigiosos laboratorios e instituciones de investigación en Francia, Reino Unido, Estados Unidos, Alemania y Chile, entre otros países, que han certificado sus propiedades de resistencia a las cargas, impermeabilidad, resistencia mecánica y térmica, aislamiento acústico, resistencia a agentes químicos, heladas, granizos, entre otras propiedades. Otra empresa que trabaja con tejas asfálticas es Tejal, cuya teja "es de cerámica en su parte superior y de fibra de vidrio y asfalto en su parte media, logrando un peso de 12 kg/m²", explica José Farrach, dueño de la empresa. Ésta, además, deja el techo aislado, evitando, por ejemplo, la entrada de aves. No se decolora y no requiere mantención, según comenta el fabricante. Para su instalación, y luego de haber retirado la antigua teja, se debe alinear la techumbre, procediendo así con la colocación del aislante de lana de vidrio, que puede variar entre los 50 mm a los 80 mm, de acuerdo a las condiciones climáti-



GENTILEZA TEJAL

El mercado de tejas apunta a mejorar sus capacidades antisísmicas, instalación y cualidades ecológicas.

cas del lugar y preferencias del cliente. Luego, se sitúa sobre el aislante una placa de OSB de 11,1 milímetros. Se continúa con un fieltro y posteriormente se monta la teja asfáltica. Para terminar, se instalan los forros de hojalatería perimetrales y se cambian los ductos de ventilación.

■ **TEJAS DE HORMIGÓN:** Apuntando a su gran resistencia a la flexión, se presentan las tejas de hormigón, de la empresa Tejas de Chena, bajo tres formatos: Colonial, Europa y Altiplano. El modelo Colonial tiene un ancho de 334 mm, un largo de 420 mm y una onda de 70 mm. Su peso es de 4,7 kg y su rendimiento es de 10,4 tejas/m cuadrado. La teja Europa, en cambio, tiene un ancho de 330 mm, un largo de 413 mm y un ancho útil de 292 milímetros. Su peso es de 4,8 kg y la unidad/m² es de 10,6 tejas. El formato Altiplano, en tanto, tiene un peso de 5,1 kg, un ancho de 334 mm, un largo de 420 mm y un espesor de 22 milímetros. Su rendimiento, al igual que el formato Europa, es de 10,6 tejas/m cuadrado. "Su fácil y rápida instalación junto a su eficiente transmisión de cargas por toda la cobertura, hacen de esta teja una solución muy utilizada en la construcción", indica Cristián Schneider, gerente comercial de Tejas de Chena S.A. Este tipo de techumbre cumple con la condición de ser autoventilada, aporta a la aislación térmica y acústica, debido al material del que está fabricada y a su espesor. Según su fabricante, se recomienda para climas fríos, con lluvia y fuertes vientos e incluso funciona para la nieve. Asimismo, es utilizada en la construcción de viviendas en climas cálidos.

■ **TEJAS DE ARCILLA:** "Tras el terremoto, el aprendizaje irá por mejorar la resistencia y

el cocido de la teja de arcilla", argumenta Manuel Muñoz, dueño de Tejas Chile. Y continúa: "La diferencia con otras tipologías de tejas son los componentes de los que están hechas, por ejemplo, la arcilla noble que contiene una gran cantidad de beneficios naturales como aislación de humedad y temperatura", enfatiza. Las tejas con las que trabaja Tejas Chile son de tipo colonial artesanal nueva, en base a arcilla cocida, que mide 39x12x19 cm, y colonial antigua también de arcilla cocida, cuyas medidas son 42x15x22 centímetros. Éstas pueden alcanzar una duración de 200 años, si el clima no es muy frío, dado que las temperaturas muy bajas, pueden provocar un destempe y posterior trizadura de las mismas.

Las tejas enfrentan hoy nuevos desafíos, pues las exigencias tras el terremoto estarán centradas en la seguridad. Pero la innovación en diseño tampoco se queda atrás. Hay que lograr techumbres seguras. ■

www.inppa.cl; www.cintac.cl;
www.tejal.cl; www.tejasdechena.cl;
www.tejaschile.cl; www.onduline.cl;
www.pizarreno.cl

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- Instalación de tejas. Claves superiores. Revista BIT N° 47, Marzo de 2006, pág. 48.
- Tejas de Acero. Innovación en techos". Revista BIT N° 35, Marzo de 2004, pág. 44.

■ **EN SÍNTESIS**

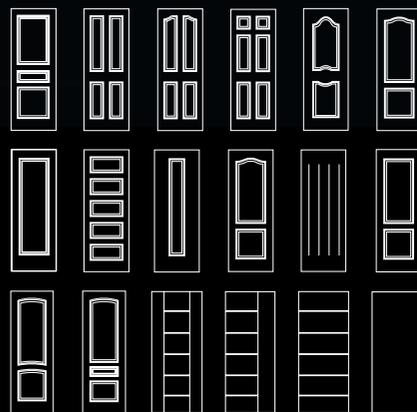
Livianas, flexibles, aislantes, seguras y ecológicas, son sólo algunas de las características de las tejas que hoy están presentes en el mercado. Tras el terremoto, estos elementos cobraron gran importancia, por ser un material adaptable y resistente.



S.V.K. (41) 221 6370

Puertas Moldeadas

Descubre la belleza en los detalles



www.masonite.cl

Oficina Comercial: 56 (2) 7472012

Planta: 56 (43) 404 400

e-mail: puertas@masonite.cl



**PROYECTO
FUTURO**

CHUQUICAMATA SUBTERRÁNEA

UN NUEVO GIGANTE

- La mina a rajo abierto más grande del mundo dejará de serlo en ocho años más. Luego de un siglo de extracción, el 2018 cerrará sus faenas al aire libre, para sumergirse bajo tierra y convertirse en una de las tres minas subterráneas más grandes del mundo.
- Ya se trabaja a 600 m de profundidad en la construcción de túneles de exploración, que a la fecha suman 15 kilómetros. Nace un nuevo gigante.

PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT



FICHA TÉCNICA

MINA CHUQUICAMATA SUBTERRÁNEA (PMCHS)

UBICACIÓN: Instalaciones industriales de División Codelco Norte, comuna de Calama, provincia de El Loa, II Región de Antofagasta

MANDANTE: Vicepresidencia Corporativa de Proyectos (VCP) de Codelco

INGENIERÍA BÁSICA: Hatch

MÉTODO DE EXPLORACIÓN: Block Caving, en configuración de Macrobloques

INICIO OBRAS DE CONSTRUCCIÓN: 2011

FECHA ESTIMADA TÉRMINO PROYECTO: Fines de 2019

INVERSIÓN TOTAL ESTIMADA: US\$ 2.100 millones

ETAPA DE DESARROLLO ACTUAL: Ingeniería básica y Exploración para Ingeniería de Detalles

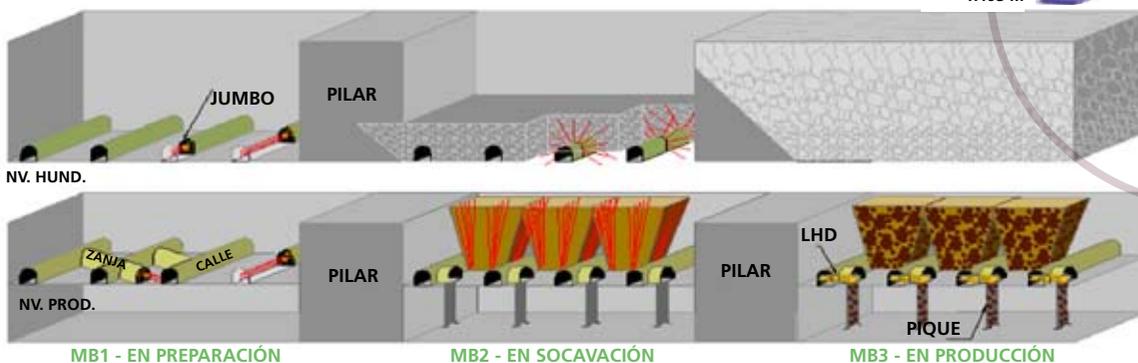
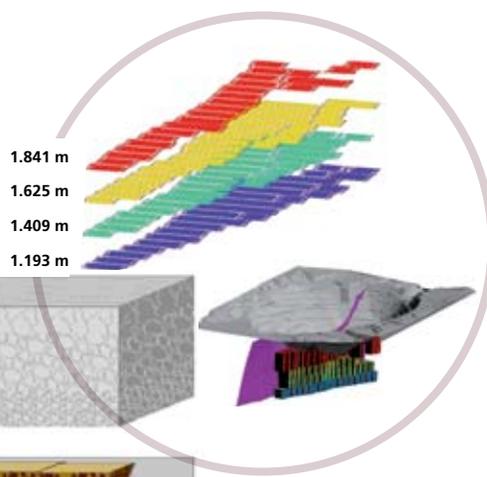
INVERSIÓN ETAPA EN CURSO: US\$ 85 millones en ingeniería y US\$ 65 millones en exploraciones

A PARTIR DEL 2018 y por los próximos 50 años, Chuquicamata será una mina subterránea. Claro, porque a 1.650 km al norte de Santiago, se está por comenzar a construir un nuevo gigante. Es el Proyecto Mina Chuquicamata Subterránea (PMCHS), que gestiona y ejecuta la Vicepresidencia Corporativa de Proyectos (VCP) de

Codelco, para la División Codelco Norte (DCN). La iniciativa consiste en la transformación del rajo abierto más grande del mundo en una monumental operación bajo tierra, que permitirá explotar parte de los recursos que quedarán bajo el actual yacimiento, el cual comenzó sus operaciones en 1910 y dejará de ser rentable hacia fines de la presente década. Bajo el actual rajo se han detectado cerca de 1.700 millones de t en reservas de mineral de cobre (ley 0,7%) y molibdeno (499 ppm), que representan más de 60% de lo explotado en los últimos 90 años.

Los nuevos recursos permitirán un período de operación de 45 años aproximadamente, precedida por una fase de construcción y puesta en marcha cercana a 10 años. "La opción técnica y económica aconseja explotar estas reservas a través de la construcción de una mina subterránea, que será una de las más grandes, modernas y eficientes del mundo", señala Sergio Fuentes, gerente del proyecto Chuquicamata Subterránea. La producción está precedida por una fase de construcción de 8 años, fundamentalmente determi-

Esquema del método de explotación de hundimiento de bloques, en nivel hundimiento y en nivel producción. Al lado, configuración minera con 4 niveles de explotación, caracterizados por las cotas de los respectivos niveles de hundimiento.



nados por el desarrollo de extensos túneles y piques, necesarios para accesos, producción y ventilación. Los estudios indican que el 2018 el rajo abierto debe dejar de operar. Por ello, las obras del nuevo proyecto están programadas para el primer semestre de 2011. Revista BiT adelanta los desafíos y métodos constructivos. Entremos a una de las futuras minas subterráneas más grandes del planeta. Un nuevo gigante.

EXPLORACIÓN

Las reservas mineras a ser explotadas por la mina Chuquicamata Subterránea corresponden a una extensión en profundidad del mismo yacimiento explotado actualmente mediante rajo abierto. Se ha identificado que estos recursos se extienden a una profundidad superior a los 700 m, medidos desde el fondo del rajo que se explota en la actualidad, con una extensión aproximada de 2,5 km

en el sentido Norte-Sur y 450 m promedio en el sentido Este-Oeste.

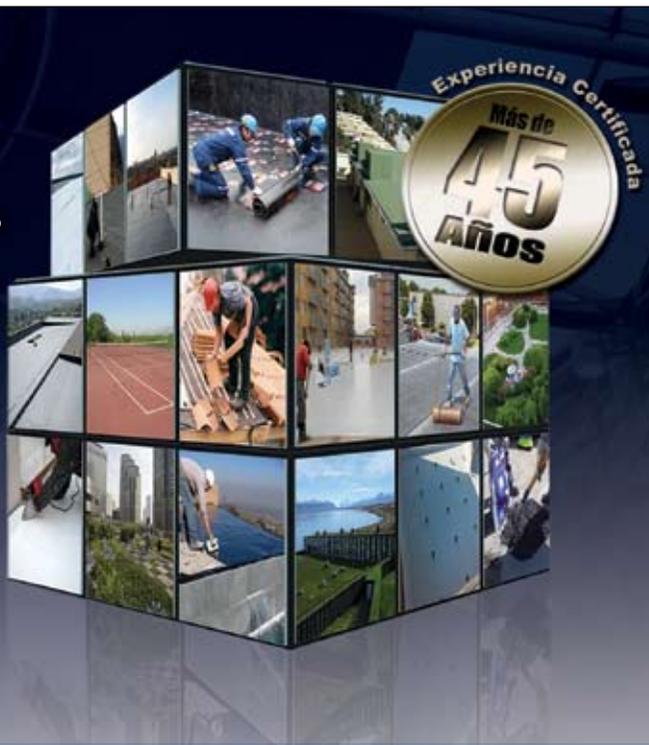
Derivado de una década de estudios de ingeniería, el proyecto ha establecido que la explotación se desarrollará aplicando el método de hundimiento por bloques, en configuración Macro Bloques, con el proceso de extracción "Block Caving mecanizado con LHDs" (ver esquema página 66), nombre que se deriva del tamaño de los bloques diseña-

www.pulsa.cl

Calidad que supera las mayores exigencias

Algunos de nuestros productos son:

- Membranas asfálticas
- Membranas EPDM
- Membranas TPO
- Poliuretanos para losas transitables
- Poliuretanos modificados con asfalto
- Sistema Roof Garden (cubiertas vegetales)
- Cementicios
- Y mucho más...



Avda. Pedro de Valdivia 2319, Providencia, Santiago - Chile
Tel.: (56-2) 799 8700 - Fax: (56-2) 371 5101

Para mayor información: asistenciatecnica@asfalchilemobil.cl

www.asfalchile.cl



Representante en Chile de:





Se han construido cerca de 15 km de rampas de exploración desde el interior del rajo Chuquicamata, parte de las cuales se ubican en profundidad (bajo el fondo del rajo actual) y en pleno cuerpo del mineral que será explotado vía extracción subterránea.

túneles y piques, equivalente a la distancia entre Calama y La Serena. Impresionante.

INFRAESTRUCTURA

Para su funcionamiento, Chuquicamata Subterránea requiere contar con unidades de apoyo en el interior mina y en superficie, instalaciones que permitirán asegurar un servicio integral para su operación. El primer año de ejecución del proyecto (2011) se iniciará la construcción y habilitación de aproximadamente un 40% de la infraestructura en superficie y el 60% restante, gradualmente, hasta el año 8. En tanto, del año 9 al 45 se construirá la Infraestructura Subterránea Nivel 2, 3 y 4. Un aspecto importante, existen obras de infraestructura permanente y temporal. Las primeras sustentan la operación durante toda la vida útil del proyecto, tanto

dos. Éstos varían entre 2,2 y 5,5 hectáreas, superficie superior si se compara con los mayores bloques explotados en las minas en la década de los '80, cercanos a 1,5 hectáreas.

Bajo esta modalidad, Chuquicamata Subterránea comprenderá cuatro niveles de explotación definidos por las cotas de los respectivos niveles de hundimiento: 1.841 m, 1.625 m, 1.409 m y 1.193 m (ver esquema página 66), generando 216 m de altura de

columna media de mineral in situ entre niveles. La macrosecuencia de explotación del cuerpo se inicia en la parte superior y secuencialmente avanza en profundidad.

De esta forma, se prevé una tasa de producción en régimen de 140.000 t de mineral por día (tpd), lo que significará una producción de 340.000 t de cobre fino y más de 18.000 t de molibdeno fino al año. Durante la vida de la mina se desarrollarán cerca de 1.000 km de



ANTOLIN CISTERNAS Y CIA S.A.

PRESENTES EN LA CONSTRUCCIÓN, ENERGÍA Y MINERÍA



ARRIENDO BOMBAS DE HORMIGÓN



ARRIENDO DE COMPRESORES



FORTIFICACIÓN DE LADERAS



EXCAVACIÓN EN ROCA

OBRAS

- Minería subterránea
- Excavaciones abiertas en roca
- Sostenimiento de taludes
- Hormigón proyectado
- Colectores aguas lluvia
- Obras metro subterráneo
- Obras civiles

ARRIENDOS

- Compresores (presión normal y alta presión)
- Grupos electrógenos
- Scoop
- Mixer bajo perfil
- Robot shotcrete
- Dumper
- Jumbos
- Shotcreteras
- Torres de iluminación
- Truck drill hidráulicos
- Camiones aljibe
- Unidades esparcidoras de sal
- Camiones tolva

SECTOR PORTAL SURESTE.
Por esta área saldrá el material hacia la superficie.



en superficie como al interior mina. La construcción de las Obras de Infraestructura Permanentes se extenderá hasta el 2018. Las faenas temporales apoyan la operación sólo para el nivel que han sido construidas, siendo desmanteladas en la medida que la explotación se agota y deja de operar.

El 2011 se inicia la construcción de las siguientes Obras de Infraestructura Permanente Inicial (OIFI), para terminar a principio del 2014: Dos rampas de acceso principal, una para la correa principal, dos de inyección de aire, un pique de extracción de aire, infraestructura de apoyo para construcción (instalaciones en superficie definitivas) y caminos.

OBRAS PERMANENTES EN SUPERFICIE

■ **Servicios de apoyo:** construcción de aproximadamente 20.000 m cuadrados. Se considera taller de mantención mayor, muestra, bodega principal de materiales, infraestructura de arriendo de equipos y su mantenimiento, unidad de rescate mina, policlínico para la atención primaria de salud y estación meteorológica.

■ **Patio de materiales** de salvataje y

stock de áridos (55.500 m³), polvorines (22.000 m³) y la planta de tratamientos de aguas (6.000 m³), emplazados en superficie y distanciados del barrio cívico.

■ **Barrio cívico** para la instalación de oficinas, casino, sala multiuso, salas de control, estacionamientos, bodegas, talleres, policlínico, estaciones de combustibles, estanque de agua industrial, estanque de agua potable y planta de tratamiento de aguas servidas.

■ **Stock Pile o acopio** de mineral en superficie con una capacidad de almacenamiento mínimo de 90.000 t vivas (mineral que es posible extraer sin equipos de apoyo) que en su parte inferior contará con un sistema de manejo de minerales que permitirá el carguío a la correa Overland.

OBRAS PERMANENTES INTERIOR

■ **Dos rampas de acceso principal** de trazado recto descendente y longitud aproximada de 7.600 m cada una. Se destinará un túnel sólo para el ingreso y el otro para el egreso de vehículos, cada uno con una pendiente descendente promedio de 8,75%, definida desde el portal de ingreso ubicado al su-

reste del actual yacimiento hasta la primera rotonda vehicular, cercana al primer nivel de explotación.

■ **Una rampa para la correa** para el transporte principal de mineral, con un trazado recto y longitud aproximada de 7.000 m, y formada por correas en serie con pendiente ascendente desde interior mina de 15%, que conducirá el mineral desde interior mina al stock pile en superficie.

■ **Sistema de ventilación principal** mina, formado por siete rampas de inyección de aire para ventilación principal, de aproximadamente 4.500 m de longitud cada una y 15% de pendiente negativa, que se ubicarán a unos 5 km al noreste del actual rajo de Chuquicamata. Dos piques de extracción de aire para ventilación principal de 11 m de diámetro de sección final y 1000 m de longitud aproximada.

■ **Infraestructura eléctrica** que permanecerá operativa durante toda la vida útil del proyecto: Se contempla una Subestación Eléctrica (S/E) Transferencia 1 y 2, una S/E Drenaje, otra S/E Sistema de Silos y S/E Panel.

■ **Rampas de acceso** a los distintos niveles de interior mina.

DESAFÍOS CONSTRUCTIVOS

Hasta la fecha se han construido 15 km de túneles de exploración desde el interior del rajo Chuquicamata, parte de los cuales se ubican en profundidad (bajo el fondo del rajo actual) y en pleno cuerpo del mineral que será explotado de forma subterránea. Los túneles de exploración tienen una profundidad que comienza en los 2.400 m sobre el nivel del mar y llegan hasta los 1.680 m sobre el nivel del mar y sirven para reconocer con mayor exactitud los recursos de mineral que hay disponibles y las características del macizo rocoso. Es decir, estos túneles no son parte de la infraestructura definitiva del proyecto de la mina subterránea.

El método constructivo de las excavaciones iniciales será a través de perforación y tronadura, sin embargo, "se ha considerado el uso de equipamiento de última generación, de tal forma de minimizar potenciales riesgos de exposición de los trabajadores y aumentar la eficiencia en la construcción de túneles", adelanta Fuentes. "Para los desarrollos horizontales se contempla el uso masivo de equipos de gran capacidad, como jumbos robotizados de alto alcance con varios brazos de perforación, barrenadores de 6 m, camiones de 50 t y cargadores frontales de bajo perfil (LHD), entre los principales", explica Sergio Fuentes.

MEDIDAS EFICIENTES

La ejecución del proyecto aportará al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la Comuna de Calama, declarada zona saturada por material particulado respirable durante el 2009. Por ser subterránea, su ejecución implicará una disminución aproximada del 97% de las emisiones de MP-10 con respecto a las actuales emisiones asociadas a la operación de la mina a rajo abierto Chuquicamata, transformándose en uno de los principales aportes de la División al Plan de Descontaminación de Calama.

Bajo la responsabilidad de la Vicepresidencia Corporativa de Proyectos (VCP) de Codelco, los diseños se orientan hacia el uso eficiente de la energía, el agua y combustibles. Se contempla motores eléctricos de alta eficiencia, la recirculación y reutilización de las aguas usadas en el proceso. En el ámbito de las ERNC, se considera el aprovechamiento de la energía solar y su utilización en los sistemas de agua caliente para uso del personal.

Los túneles de exploración se ejecutan para reconocer los recursos de mineral y las cualidades del macizo rocoso.



Los desafíos constructivos de rampas y piques están asociados a mayores dimensiones a las habitualmente construidas en la minería nacional. “La preparación de la mina subterránea requiere habilitar el acceso a ella. Por esta razón, la ubicación de las rampas está a una distancia tal del rajo que permite ubicarnos debajo de él, sin poner en riesgo la infraestructura existente”, detalla Fuentes.

Respecto a la fase operacional, el gran desafío tecnológico estará centrado en el Proceso de Transporte Principal de Mineral, cuya configuración de dos tramos en serie elevarán el mineral casi 1.000 m de altura para descar-

garlo en superficie sobre el Stock Pile. Este sistema de aproximadamente 50 MW de potencia instalada –será el mayor del mundo–, contempla el uso de la cinta ST-10.000 –actualmente en testeo en Alemania– y sistemas motrices especiales para su aplicación.

Para esta fase, también se contempla el uso de equipos de perforación cuya operación sea automática, de manera de maximizar su rendimiento y minimizar la exposición de los operadores a condiciones de riesgo. Asimismo, se considera la utilización de equipos de fortificación robótica y full mecanizada.

El inicio de las obras está programado para

el primer semestre de 2011. Se contempla el montaje de correas transportadoras, chancadores y ventiladores, entre los equipos más relevantes. En futuras ediciones se investigará con mayor profundidad este gigante minero, una vez que la obra presente mayor grado de avance. Es el Proyecto Mina Chuquicamata Subterránea. Un nuevo gigante. ■

www.codelco.cl

ARTÍCULOS RELACIONADOS

“Mina Radomiro Tomic - Chuquicamata. Uniendo Gigantes”. Revista Bit N° 71, Marzo de 2010, pág. 24. Fotos gentileza Codelco.

■ EN SÍNTESIS

El yacimiento a rajo abierto más grande del mundo está llegando al límite de su vida útil, por lo que se optó por seguir su explotación bajo tierra. En la actualidad el nuevo proyecto Mina Chuquicamata Subterránea se encuentra en etapa de factibilidad, y se han construido 15 km de túneles de exploración, ubicados justo debajo del rajo de Chuquicamata. En 2018, se estima que producirá cerca de 140 mil t de cobre por día.

BIT 74 SEPTIEMBRE 2010 ■ 69



INNOVACION

DESDE
100 PRE
ANOS 1910 • 2010

Desde hace **100 años** en todo el mundo, y 68 años en Chile, **constantemente innovando.**



www.sika.cl

Innovation & Consistency | since 1910

Vivir el progreso.

Las grúas sobre orugas universales de la serie HS.

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



Liebherr Chile S.A.
Av. Nueva Tajamar 481, Of. 2103 y 2104
Edificio World Trade Center, Torre Sur
Las Condes, Santiago - Chile
Phone Office: +56-2-5800717
Fax Office: +56-2-5848029
www.liebherr.com

LIEBHERR

El Grupo

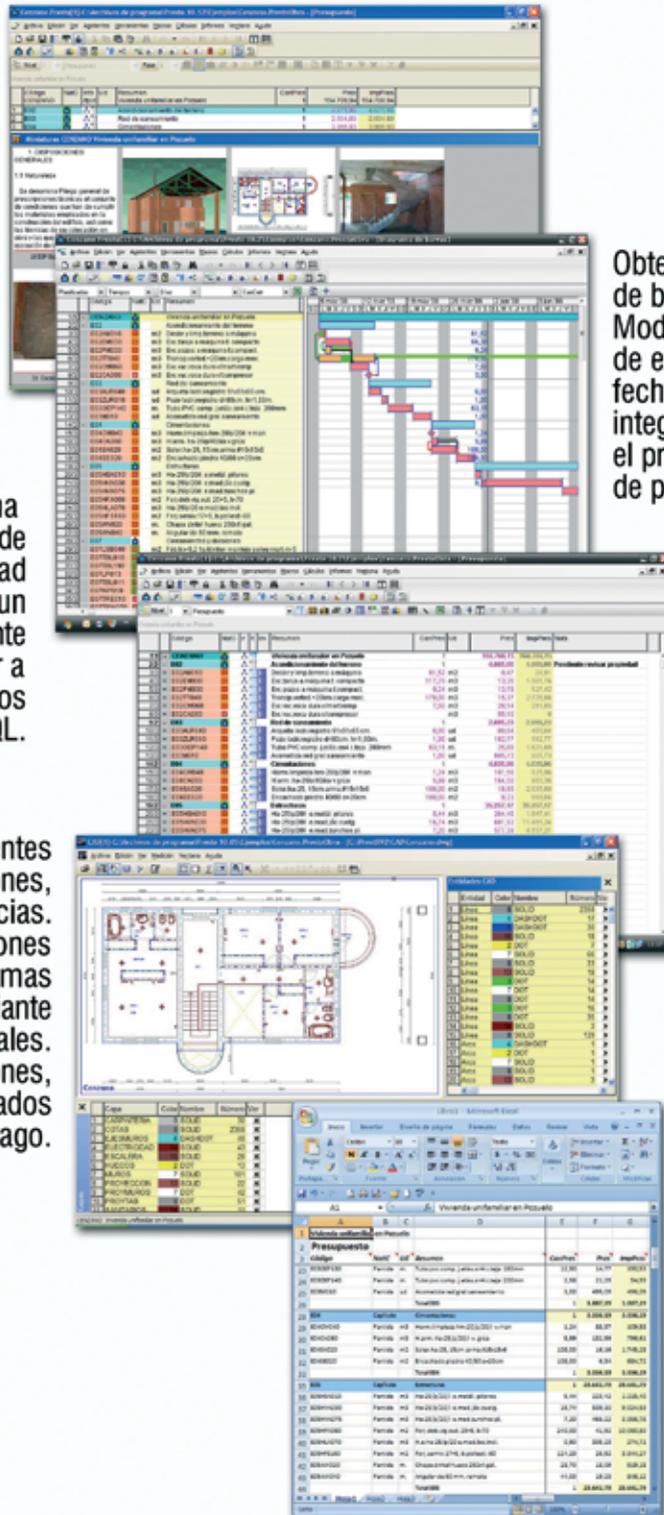
Para conocer los costos del proyecto antes, durante y después del Presupuesto



Con los más avanzados recursos de Windows podrá componer y ajustar el presupuesto a partir de bases de datos con precios y partidas de proyectos anteriores.

En esta versión, Presto ha cambiado el motor de base de datos, dando mayor agilidad al trabajo multiusuario, por un eficiente sistema de cliente servidor, pudiendo acceder a una obra en una base de datos SQL.

Utilice las más potentes mediciones con expresiones, fórmulas y referencias. Recupere las mediciones automáticas de los programas de CAD más usados, mediante enlaces bidireccionales. Gestione modificaciones, aumentos de obra y estados de pago.



Obtenga de forma automática el diagrama de barras a partir del presupuesto. Modifique duraciones, traslapes, cantidad de equipos y precedencias o altere las fechas manualmente y vea el resultado integrado entre costos y tiempos. Exporte el presupuesto a otros software gestores de proyectos como MS Project.

La utilidad de Presto no termina con el presupuesto. Compare ofertas, planifique económicamente ingresos y costos, programa la ejecución de la obra y realice toda la gestión de control de costos y bodega.

Use y personalice más de cien informes predefinidos. Importe y exporte los informes en múltiples formatos como ASCII, MS Access, HTML, RTF (Word), y PDF. Envíe los onformes a Excel con fórmulas. Cree sus propias macros con Visual Basic.



Aminfo Ltda.
 Huelén 224 Of. 201
 Providencia. Santiago
 Fono: (2)3749980 - Fax: (2)2364527
 comercial@aminfo.cl
 www.aminfo.cl - www.prestosoftware.cl

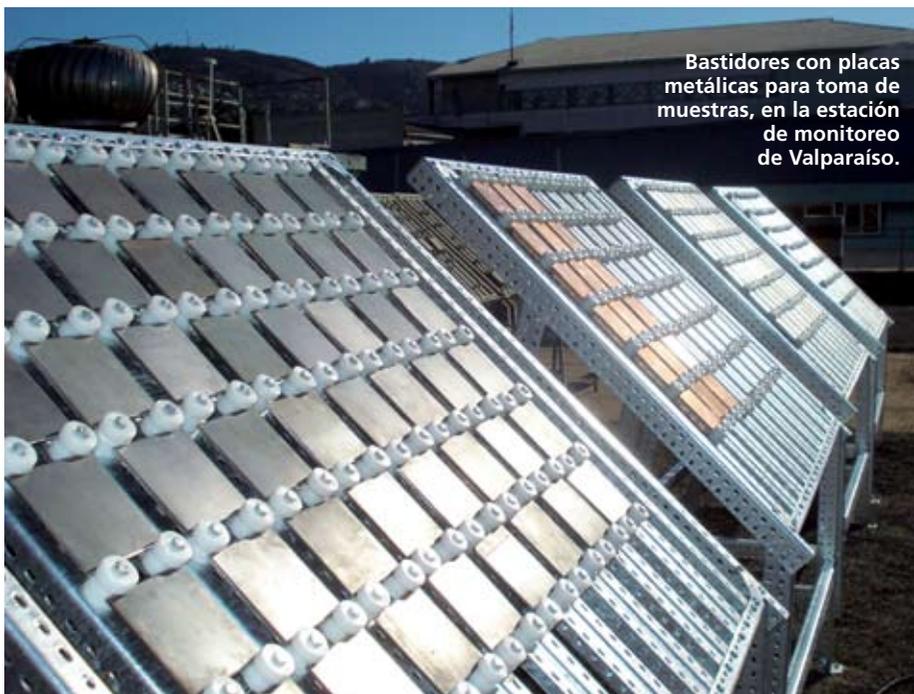


MAPA NACIONAL DE CORROSIÓN

LA HUELLA DEL ÓXIDO

■ Revelar los factores ambientales que inciden en el deterioro de los metales representa el objetivo de una investigación que realizan expertos de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso tras la adjudicación de un proyecto InnovaChile de Corfo. ■ La investigación cuenta con apoyo de prestigiosas instituciones, entre ellas la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), de la Cámara Chilena de la Construcción, entidad que colabora con la difusión y transferencia de los resultados. Es una batalla contra la corrosión.

CATALINA CARO C.
PERIODISTA REVISTA BIT



Bastidores con placas metálicas para toma de muestras, en la estación de monitoreo de Valparaíso.

GENTILEZA PUCV

DISMINUIR EL GRADO de oxidación. Éste es el objetivo que persigue el equipo a cargo de la elaboración del mapa de corrosividad atmosférica de Chile. Un dato que explica la iniciativa: más del 80% de las superficies metálicas se encuentran expuestas al aire libre. Por ello, resulta común el deterioro de los metales a causa de la oxidación, generando problemas en las estructuras y, también, provocando elevados costos en reparación. La situación podría ser evitada

al conocer el comportamiento de los metales en las distintas zonas climáticas y ambientales de nuestro país.

El proyecto contempla la instalación de 30 estaciones de monitoreo desde Arica a Punta Arenas, incluyendo la Isla de Pascua y la Antártica, en las que a través de bastidores se expondrán a la atmósfera placas de 10 X 10 cm de los metales y aleaciones de uso más común en la construcción, como acero al carbono, acero galvanizado, aluminio y cobre. Las muestras serán probadas desnudas para ser expuestas a las distintas variables meteorológicas y



Placas metálicas instaladas en los bastidores de la estación de monitoreo de Putre.



GENTILEZA PUCV

ambientales. "Para cada uno de los metales se determinará la velocidad de corrosión y también se evaluará su efecto en la variación de las propiedades mecánicas o tenacidad", explica la académica Rosa Vera, de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, quien encabeza la investigación.

AGRESIVIDAD AMBIENTAL

"Nuestro país, al ser esencialmente costero, tiene serios problemas de corrosión en el acero. Sin embargo, no sabemos mucho sobre lo que pasa en otros ambientes con el acero galvanizado, el cobre y el aluminio, que efectivamente tienen comportamientos distintos dependiendo de la zona. Por ello las estaciones de monitoreo están instaladas en todo el país", indica Ana María Carvajal, presidenta de la Asociación Chilena de Corrosión (Achcorr), entidad que actúa como oferente del proyecto.

En las estaciones de monitoreo, además de exponer los diversos metales, se instalaron estaciones meteorológicas, las que recogerán información sobre la temperatura, humedad relativa, tiempo de humidificación, lluvia caída, velocidad del viento y radiación solar, entre otras variables. También se recogerá información ambiental, referente a los contaminantes presentes en el medio, como cloruro y dióxido de azufre, todo esto por un período de tres años comprendidos entre 2010 y 2012, con una frecuencia en la recolección de resultados



Estación de monitoreo de Santiago, instalada en el Campus San Joaquín de la Universidad Católica.



que será mensual en el caso de las variables meteorológicas, bimestral en el caso de las variables ambientales y cada tres meses se analizarán las placas metálicas para ver la evolución de la corrosión.

APORTE A LA CONSTRUCCIÓN

Los investigadores esperan que la información recogida en terreno sirva para crear un software, en que al ingresar datos sobre las variables meteorológicas y ambientales de un lugar se pueda obtener la velocidad de corrosión de los metales bajo esas condiciones. De esta forma, "los resultados de este estudio podrían ser una herramienta esencial para determinar qué metales usar y qué tipo de protección según las variables existentes en cada zona. Así, una estructura tendrá mejor comportamiento y se podrá alargar su vida útil optimizando el uso de los materiales más adecuados", indica Carvajal, quien agrega que en el futuro la idea es ampliar el proyecto hacia un análisis de la efectividad de medidas de protección anticorrosivas para los distintos metales, en las diversas zonas geográficas.

La investigación es cofinanciada por Innova-Chile de Corfo, en el marco del concurso para proyectos relacionados con Bienes de Uso Pú-



Tras los bastidores de la estación de Valdivia pueden verse elementos metálicos con un alto grado de corrosión.



blico, y tiene como mandante a la Dirección de Obras Portuarias, institución para la que resulta fundamental conocer los resultados de esta investigación.

Además, el proyecto cuenta con el patrocinio de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), de la Cámara Chilena de la Construcción, entidad que apoyará la difusión y transferencia de los resultados de la investigación, por su valor para el mundo de la construcción. Entre los interesados que apoyan el proyecto está CONAMA, la empresa galvanizadora B. Bosch, Puerto Ventanas S.A. y la Armada de Chile.

En enero próximo la Asociación Chilena de Corrosión (Achcorr) realizará su encuentro bienal, donde se darán a conocer los resultados preeliminares de la investigación que busca frenar el avance de la corrosión. ■

www.pucv.cl, www.achcorr.cl
www.corfo.cl, www.cdt.cl

Para reparaciones complejas

Soluciones de calidad

Morteros de Reparaciones Presec

Porque son eficientes y fáciles de usar, para reparaciones siempre prefiera productos Presec.



www.melon.cl

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

REVIT® MEP PARA BIM, PERMITE EXPERIMENTAR EL MEJOR SISTEMA DE DISEÑO.

REVIT® ARCHITECTURAL PARA BIM, PERMITE QUE SU DISEÑO SEA MÁS INTUITIVO.

REVIT® STRUCTURAL PARA BIM, PERMITE CAPTURAR PRECISIÓN EN CADA NIVEL.



Las soluciones de software de modelado de información para la edificación (Building Information Modeling o BIM) de Autodesk introducen una nueva forma de trabajar basada en la creación y el uso de información coherente y coordinada, lo que permite una toma de decisiones más rápida, una mejor documentación y la posibilidad de predecir las prestaciones incluso antes de empezar a excavar.



Distribuidor en Chile de Autodesk
CAD@tecnoglobal.cl
(56 2) 685 8500 / 685 8595

Comgrap
General Flores 171
Providencia, Santiago
56 2 5929000
www.comgrap.cl

Computer Design (CDC)
Los Conquistadores 2134
Providencia, Santiago
56 2 3354101
www.computerdesign.cl

Microgeo
Camino del cerro 5154
Huechuraba
56 2 6580800
www.microgeo.cl

Cynersis
Seminario 78
Providencia, Santiago
56 2 2045040
www.cynersis.cl

Espex
Av. Prieto Norte 502
Temuco
56 45 911911
www.espex.cl

Autodesk®
Authorized Value Added Reseller

Tuberías Corrugadas de HDPE



Olvídese del Concreto y la Electrofusión



- AGUAS LLUVIAS • ALCANTARILLADO • CANALIZACIONES
- SISTEMAS DE DRENAJE • ALCANTARILLAS DE CAMINO

**Despachamos
a todo Chile**

Atención al Cliente: (56-2) 413 0019 Fax: (56-2) 413 0040

Contacto: infraestructura@tigre-ads.com www.tigre-ads.com

Planta Santiago: Panamericana Norte 20.500 - Lampa Planta Antofagasta: Camino La Minería 265 - Sector La Negra

AMPLIACIÓN CANAL DE PANAMÁ

AVANCE SEGURO

GERALDINE ORMAZÁBAL N.
PERIODISTA REVISTA BIT

- Motor de la economía panameña y una de las grandes obras en la historia de la ingeniería, el Canal de Panamá se encuentra en pleno proceso de ampliación para recibir las más recientes embarcaciones de grandes dimensiones.
- El megaproyecto avanza a toda marcha y se estima su inauguración en 2014. Hace tres años BiT presentó la iniciativa y hoy entrega nuevos detalles de una de las faenas protagónicas: la construcción de las nuevas esclusas.

MÚLTIPLES Y SIMULTÁNEAS faenas se ejecutan para la ampliación del Canal de Panamá, en diferentes puntos de sus aproximadamente 80 kilómetros de longitud. Claro, los trabajos se materializan sin interrumpir las operaciones de la vía marítima que concentra el 5% del comercio mundial, al unir el océano Atlántico y el Pacífico por el istmo de Panamá.

El programa de ampliación es ambicioso, muy ambicioso. El megaproyecto apunta a duplicar la capacidad de tráfico permitiendo el tránsito de buques Pospanamax, que superan las dimensiones máximas de las embarcaciones (267 m de eslora y 28 m de manga) para los que originalmente fue diseñado el canal.

No se podía perder terreno. Por ello, se diseñó un plan monumental que incluye la construcción de un tercer juego de esclusas, uno en cada extremo del canal, el ensanche y la profundización de los cauces de navegación existentes y la excavación en seco de un nuevo cauce de acceso de 6,1 km de longitud.

Las obras de ampliación comenzaron oficialmente el 03 de septiembre de 2007 y se prevé la inauguración para el 2014, cuando la obra cumpla 100 años de vida. Se trata de un gigantesco desafío para la ingeniería y un tremendo reto en control de gestión. En estos primeros tres años se ha consolidado la etapa de preconstrucción, que abarca el desarrollo de diseños, modelos, especificaciones, contratos y adjudicación. Sin embargo, hay ansiedad en el sector por conocer más detalles técnicos de la obra y saber cómo avanzan las faenas. Aquí, más datos de las esclusas y de los recientes trabajos. Un avance seguro.



Las faenas de excavación avanzan en el Pacífico y Atlántico. Se estima que la obra será inaugurada en 2014.

LAS ESCLUSAS

El Canal de Panamá funciona mediante un sistema de esclusas. Actualmente cuenta con tres juegos: Gatún, Pedro Miguel y Miraflores. Estas estructuras cumplen la función de elevar los barcos entre el nivel del mar y el del lago Gatún, que se encuentra a 26 msnm. El agua almacenada en este lago artificial se utiliza para elevar y descender las naves, permitiéndoles cruzar la Cordillera Central. En cada participación de las esclusas se utilizan aproximadamente 197 millones de litros de agua dulce, los que finalmente se vierten al mar.

Eso hasta ahora. El nuevo proyecto contempla una operación más eficiente para los dos nuevos juegos de esclusas que se construirán en cada extremo de la vía, uno en el sector Atlántico y otro en el Pacífico. ¿Más datos? Las nuevas esclusas serán de mayor tamaño que las existentes para el tránsito de buques

portacontenedores Pospanamax. Cada conjunto se compondrá de tres cámaras o niveles consecutivos, que alcanzarán 55 m de ancho, 427 m de largo y 18,3 metros de profundidad. Así, son 40% más largas y 64% más anchas que las actuales. En los extremos de cada cámara se ubican dos compuertas. Atención, porque en lugar de utilizar compuertas abisagradas, que se abaten contra la pared y carecen de nicho, se emplearán compuertas rodantes que ofrecen un aumento de capacidad, flexibilidad en la operación y reducen el tiempo y el costo de mantención.

La novedad no termina. Al funcionamiento con compuertas rodantes se suma un sistema de llenado y vaciado por gravedad a través de conductos (alcantarillas) internos y aperturas en los muros laterales de las cámaras. Así, durante la operación de las esclusas, las compuertas se cierran para permitir que el agua fluya por gravedad desde el nivel superior hacia el inferior.

La eficiencia y el respeto por el medioambiente también dicen presente. Las nuevas esclusas contarán con tres tinas de reutilización de agua por nivel, reduciendo el consumo del recurso natural en un 60%. Sí, 60%. El concepto se basa en piscinas de almacenamiento que se ubican adyacentes a las cámaras, conectadas mediante alcantarillas reguladas por válvulas de paso que permiten desplazar el agua en ambas direcciones, por gravedad, sin necesidad de bombas. Un ahorro integral.

Las tinas almacenarán temporalmente el agua proveniente de las cámaras de las esclusas que, de otra forma, sería vertida al mar. El recurso almacenado en las tinas será después vertido nuevamente a las cámaras de las esclusas durante el proceso de llenado. Así, cuando el buque sube hacia el lago Gatún, el 60% del agua pasa por gravedad de las tinas hacia las cámaras y el 40% restante se completa con agua del lago artificial.

EL PRESENTE

Sí, claro. El diseño y construcción del tercer juego de esclusas constituyen la obra y el contrato más importante de la ampliación. El contratista a cargo es Grupo Unidos por el Canal (GUPC), consorcio integrado por la española Sacyr Vallehermoso, la italiana Impregilo, la belga Jan de Nuij y la panameña Constructora Urbana. Antonio Zaffaroni, representante de Sacyr y líder del grupo en Panamá conversó telefónicamente con Revista Bit. Información actualizada y de primera fuente: "Hoy estamos en una etapa de preparación, de diseño y de movilización de equipo y de personal calificado. Se están realizando las excavaciones para alojar las estructuras y se preparan las plantas industriales para producir hormigón en el lugar de las faenas".

Datos más específicos. Sobre las nuevas esclusas del lado Pacífico, la autoridad del Canal de Panamá (ACP) informa que el equipo



**Geotecnia y
Obras civiles**

Seguridad
Innovación
Creatividad
Experiencia

P PERSONAL CALIFICADO
M MAQUINARIA ESPECIALIZADA
ISO 9001 GESTIÓN DE CALIDAD
OHSAS 18001 GESTIÓN DE S&SO

SOLETANCHE BACHY
TECNOLOGIA SUSTENTABLE

Contamos con una completa línea de procesos y metodologías geotécnicas especializadas con procedimientos y tecnologías de punta, desarrollada por una red mundial de ejecutivos e ingenieros de más de 60 nacionalidades, cuyas obras se encuentran alrededor de todo el mundo.

UNA EMPRESA DE **SOLETANCHE FREYSSINET** | Url.: www.soletanche-bachy.cl

Dir.: Av. Cerrillos 980, Cerrillos, Chile | Casilla 122 | Tel.: (56 2) 584 9000 | Fax: (56 2) 5849001 | E-mail: sbc@soletanche-bachy.cl



DISEÑO CONCEPTUAL DE NUEVAS ESCLUSAS EN EL PACÍFICO.

Atributos: tres niveles y tres tinas de reutilización de agua por nivel; llenado y vaciado lateral; compuertas rodantes, entre otros.

de construcción continuó los trabajos de excavación para el nicho número uno y dos, la cámara media y superior de la esclusa y las tinas de ahorro de agua media y superior. En forma simultánea avanza con los preparativos para la producción de hormigón como los rellenos de la plataforma industrial, la construcción de la carretera de acarreo, la adquisición e instalación de las plantas de trituración y de dosificación.

En el sector Atlántico, continuaron las operaciones de bombeo en la excavación existente desde 1939 para descender el nivel de agua, en una obra gestada por Estados Unidos y suspendida en 1942 cuando este país participó de la II Guerra Mundial. En este mismo sitio, GUPC continuó preparando las carreteras de acceso y acarreo; realizando excavaciones preliminares masivas en el área de la tina superior de ahorro de agua, al igual que excavaciones masivas y de acabado de taludes a lo largo del lado este de la cámara superior.

El volumen acumulado de material excavado impresionante. Sólo en este sector, supera 1 millón de metros cúbicos, empleados para la cons-



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA,
DISEÑO Y ESTUDIOS URBANOS



PLANIFICACIÓN ADMINISTRACIÓN
NEGOCIOS ARQUITECTURA
INMOBILIARIA INGENIERÍA

MAC

MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

**INTEGRAMOS CONOCIMIENTO
PARA CONSTRUIR NUEVOS MUNDOS**

Las necesidades reales de la industria de la construcción requieren profesionales capaces de liderar en la aplicación de metodologías modernas de gestión y estrategias de proyectos.

Con un prestigioso cuerpo docente, MAC UC es el único Magíster en Chile que logra integrar el conocimiento de todas las áreas que participan en un proyecto.



Más información en: Mail: coordinacionmac@cchc.cl
Teléfono: 3547050 – 3763375

Postulaciones Abiertas 1º Semestre 2011
www.macuc.cl



CORTE TRANSVERSAL DE UNA CÁMARA
CADA ESCLUSA NUEVA POSEE 3 CÁMARA



trucción del parque industrial y la ruta de acceso. Antonio Zaffaroni precisa: "En el Atlántico no se excava nada que pueda servir para hacer hormigones. Por el contrario, la roca que se extrae en el Pacífico es de buena calidad y se está almacenando para ser sucesivamente procesada cuando las plantas se instalen. Después parte de este material será transportado a lo largo del canal (Corte Culebra y lago Gatún) hasta el Atlántico".

En el programa de ejecución está previsto que en octubre comience la operación de la planta de triturado y en noviembre, la planta de hormigón. Habrá un mes de ajuste de mezcla, de testeo, de ensayos y la producción efectiva de hormigón se dará en la última semana de diciembre. Así, la etapa de vaciado de hormigón comenzará en enero de 2011 en el sector del Pacífico y en febrero, en el sector Atlántico.

Por otro lado, la ACP informó que en etapa de revisión de diseño están los planos de la compuerta de la esclusa del lado Pacífico y los planos de excavación de las esclusas divididos en cámaras y nichos de compuertas. Asimismo, en el laboratorio de hidráulica de Lyon se están efectuando los ensayos de funcionamiento de las esclusas.

PROGRESO EN EL DRAGADO

No todo es esclusa. También es parte del programa de ampliación el ensanche y la profundización de los cauces de navegación existentes del lago Gatún y de las entradas de mar de ambos extremos; la profundización del Corte Culebra, la sección más angosta del Canal de Panamá, y la excavación en seco del nuevo cauce de acceso que conectará las esclusas del Pacífico con esta estrecha sección.

Igualmente, el avance considerable en estas obras se observa en el volumen excavado. En el cauce de acceso del Pacífico, el contratista de la tercera fase (CAP3) alcanzó los 7 millones de metros cúbicos de material. Además de estas obras, se desarrollan paralelamente otras actividades como las de nivelación y relleno, la construcción de drenajes en áreas que fueron limpiadas de municiones y explosivos.

Al igual que GUPC, el consorcio que se encargará del contrato de la cuarta fase de esta excavación (CAP4) está en etapa de movilización al sitio de trabajo y desarrollando las actividades de sondeo. Esto es, acciones de rescate de fauna, limpieza y desbroce, consistente en extraer y retirar de las zonas designadas material vegetal y escombros molestos para el desarrollo de las obras. En cifras, se terminó la

limpieza de 32 de las 80 hectáreas especificadas en el contrato en donde también hay que remover municiones y explosivos.

Por otro lado, en abril Dredging International de Panamá S. A., terminó el dragado de la entrada del Pacífico desde tierra firme, removiendo cerca de 5,2 millones de metros cúbicos. En el extremo opuesto, el dragado en la entrada del Atlántico alcanza un volumen acumulado de aproximadamente 5,5 millones de metros cúbicos. Y las obras de dragado en agua dulce, que realiza una división de la ACP, continúan conforme el programa, alcanzando un volumen acumulado de 7,7 millones de metros cúbicos.

Recientemente, Dredging Internacional también se adjudicó el contrato para dragar un tramo de 19,6 km en el extremo norte del lago Gatún. El trabajo consiste en el ensanche y la profundización del cauce de navegación existente, y con ello, la remoción de 4,6 millones de metros cúbicos de material. Y, al cierre de este número, en curso se encontraba la concesión del contrato para excavar y dragar 3,8 millones de metros cúbicos de material en los alrededores del Corte Culebra, en la entrada norte del cauce de aproximación del Pacífico. Un tramo de 1,6 kilómetros.

IMPACTO AMBIENTAL

En una obra de tal magnitud, preocuparse del impacto ambiental es ineludible. Antonio Zaffaroni tiene la palabra: "Es un tema que estamos cuidando en perfecta sintonía con la ACP y la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). Hemos sido extremadamente cuidadosos con el rescate de fauna y la tala de árboles. Es más, se está desarrollando y monitoreando el traslado de más de dos mil animales a parques nacionales". En este aspecto, y relacionado con las obras para las nuevas esclusas, la ACP informó que personal de la ANAM efectuó una inspección para evaluar la vegetación que será afectada como consecuencia de los trabajos realizados en la carretera de Monte Lirio, en el sector Atlántico, y en las áreas de préstamo y depósito en Cocolí, en el sector Pacífico. Además, se ha capacitado en este aspecto a empleados de las esclusas, miembros del personal de GUPC en el sector Atlántico y operadores de excavadoras en el sector Pacífico.

El esfuerzo es permanente y, junto con el rescate de la flora y fauna local, también abarca la conservación paleontológica. Ejecutando la fase tres de la obra para el cauce de acceso al Pacífico, se encontraron troncos de árboles fosilizados y ejes de ruedas. Este último ha-

llazgo probablemente se relacione con las carretillas utilizadas durante la construcción del Canal de Panamá. En la ejecución de la etapa siguiente, el CAP4, se encontraron trincheras forradas de piedra.

La megaobra posee múltiples aspectos para su análisis, las obras avanzan y Revista BiT sigue atenta a los progresos para futuros reportes. Hay avances, y vendrán muchos más. ■

www.pan Canal.com

ARTÍCULO RELACIONADO

"Ampliación Canal de Panamá. La tierra se abre". Revista BiT N° 57, Noviembre de 2007, pág. 64.

■ EN SÍNTESIS

El Canal de Panamá fue diseñado en 1904, así que adecuarlo a los tiempos que corren resulta una tarea lógica. Un 80% de los panameños aprobó la expansión en un referéndum en 2006. Simplemente, las mayores dimensiones de los nuevos barcos hizo necesaria la construcción de un tercer juego de esclusas y otras obras de ensanche y profundización. Vale la pena enfrentar el titánico desafío porque al aumentar el tránsito de buques más grandes, Panamá elevará de un 5 a un 10% su participación en el comercio mundial.

BIT 74 SEPTIEMBRE 2010 ■ 81



Unidad de Negocios Ingeniería & Construcción
"Agregando valor a la Construcción y al Desarrollo Industrial"

Estamos presentes en los rubros de:

Retail, Edificios de Infraestructura, Centros de Salud, Hoteles y Casinos, Educativa, Infraestructura Vial.



Proyecto Costaneta Center, R.M.



Estaciones de Metro, R.M.



Gran Casino de Copiapó.



Hotel Explora, Torres del Paine.



Estadio Chinchipe, Puerto Montt.



Clínica Las Condes.

Nuestros Servicios:

Construcción de Obras Civiles • Infraestructura • Proyectos EPC

SALFACONSTRUCCION
UNA EMPRESA SALFACORP

CONSTRUCTORA SALFA
UNA EMPRESA SALFACORP

DESTECINGENIERIA
UNA EMPRESA SALFACORP

Avda. Presidente Riesco 5335, Piso 11, Las Condes, Santiago.
Teléfono: (56 2) 898 0000 Fax: (56 2) 470 0021

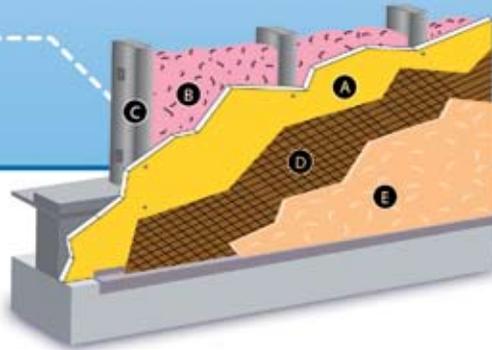


www.salfacorp.com

DENSGLOSS

Construcciones de alto rendimiento

- ✓ Provee protección contra variaciones climáticas, humedad y fuego.
- ✓ Sustituye al fibrocemento y al OSB con óptima relación precio/calidad.
- ✓ Ideal para proyectos que requieren resistencia, solidez y flexibilidad.



- | | |
|-------------|-----------------------|
| A DensGlass | D Malla de metal |
| B Aislación | E Estuco convencional |
| C Encofrado | |

Con el respaldo de **KNAUF**

Encuentra más información de nuestro producto en: www.knauf.cl/densglass

Safeboard

Placa de blindaje a rayos X



Protección y Seguridad

- ✓ No es dañina para la salud, ya que es 100% libre de plomo.
- ✓ Diseñada para centros de salud cuyos equipos de rayos X tengan una potencia entre 60 y 150 (KVP).
- ✓ Óptima relación de precio-calidad respecto a construcciones tradicionales con plomo.
- ✓ Combina blindaje contra rayos X, resistencia al fuego y excelente aislación acústica.



KNAUF
Calidad con sustento

NUEVO SERVICIO ACÚSTICO VOLCÁN®: SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA ELEGIR DÓNDE Y QUÉ ESCUCHAR.

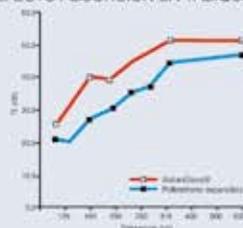


Volcán® experto en soluciones constructivas, presenta su nueva Área Acústica, ofreciendo el Servicio de Asesorías y Soporte Acústico. Contamos con avanzados Equipos y Software de Medición que sumados a nuestros experimentados profesionales e innovadores productos, le facilitarán la creación de espacios acústicamente optimizados.

Cualquiera sea la etapa en que se encuentre su proyecto, contáctenos.



EFFECTO ABSORCIÓN EN TABIQUES



Consulte por nuestros productos y soluciones específicas para el acondicionamiento acústico de viviendas, oficinas, hoteles, cines, instalaciones industriales, edificios educacionales y todo tipo de proyectos:

- AislanGlass® Panel Losa
- AislanGlass® Rollo
- AislanGlass® Caños Premoldeados
- AislanGlass® DuctoPanel
- Aislan® AislanRoll
- Aislan® Caños Premoldeados
- Sonoglass® Panel
- SonoGlass® Cine
- SonoGlass® Batles
- SonoGlass® Cielo Blanco
- SonoGlass® Banda Acústica
- Cielos Modulares CieloGlass®
- Cielos Modulares Casoprano®
- Cielos Modulares Cenit®

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

o visita:

www.volcan.cl/acustica

ÁREA ACÚSTICA

VOLCAN®
Experto en Soluciones Constructivas

REMODELACIONES ACÚSTICAS EN EDIFICIOS PATRIMONIALES

PRUEBA DE SONIDO

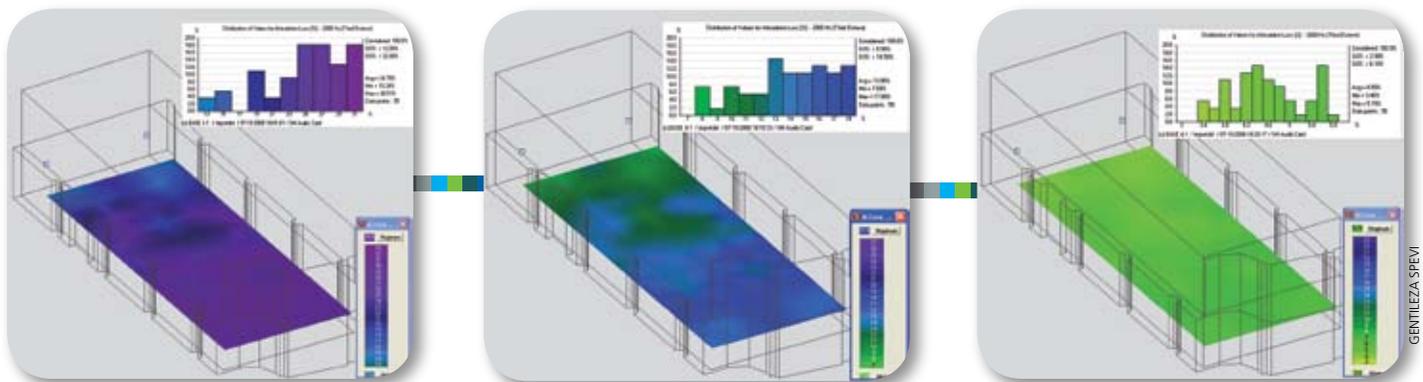
- La rehabilitación acústica no es tarea fácil, menos aún si se trata de edificios patrimoniales a los que no se les pueden realizar grandes modificaciones.
- Sin embargo, la necesidad existe y por ello la importancia de conocer las claves en la búsqueda del sonido perfecto. Una auténtica prueba de sonido.

CATALINA CARO C.
PERIODISTA REVISTA BIT

LA CALIDAD ACÚSTICA de un recinto es fundamental a la hora de pensar en una sala de teatro, música, cine o un auditorio. Tal requerimiento no resulta complejo cuando en la etapa de diseño se consideran criterios sonoros adecuados. Sin embargo, la situación es muy distinta cuando se trata de la remodelación acústica de espacios ya existentes, principalmente en el caso de edificios de gran valor patrimonial que no pueden ser mayormente intervenidos. Este tipo de proyectos impone retos adicionales a los ingenieros acústicos, quienes deben ir en busca de las soluciones más eficientes y a la vez menos invasivas con el objetivo de encontrar el mejor sonido.

AISLAMIENTO

“En todo proyecto acústico lo primero a considerar es el destino de uso del espacio a reacondicionar, pues es lo que define los criterios de diseño que se van a aplicar”, explica Claudio Poo, Ingeniero Acústico del Idiem de la Universidad de Chile. Esto, debido a que numerosos edificios antiguos están siendo rehabilitados para ser convertidos en centros culturales, instituciones educacionales, oficinas y un sin número de otros usos, sin tener las características acústicas necesarias. Por ello, sólo una vez



Software de modelamiento acústico que muestra la evolución de un proyecto desde el estado actual (en azul), mostrando en color verde las mejoras acústicas.

determinado el destino de uso es posible hacer un buen diagnóstico y posterior modelación acústica para analizar, probar y validar el diseño propuesto.

Atención. Antes de dar el primer paso hay que tener en claro que para reacondicionar acústicamente un espacio es importante diferenciar entre aislamiento y acondicionamiento. El primero consiste en evitar el ingreso o salida de ruido de un recinto, mientras que el acondicionamiento apunta a mejorar las condiciones acústicas interiores de un espacio. Un lugar puede requerir sólo una de estas soluciones o ambas.

El aislamiento acústico se logra a través del uso de elementos monolíticos, pesados y de gran espesor, como hormigón armado. En el caso de las remodelaciones acústicas, de no poder contar o construir este tipo de estructuras la alternativa es el "uso de tabiques compuestos de múltiples placas, con material absorbente entre ellas, lo cual permite una



Edificio del Consejo Nacional de la Cultura y las Artes en Valparaíso, emplazado frente a una avenida de gran circulación vehicular y con altos niveles de ruido. Aquí se recomendó el uso de vidrio doble.

amplia versatilidad respecto de rangos de aislamiento. Siempre velando además por un sello apropiado que evite fugas de ruido", indica Luis Carrasco, jefe del Área Acústica de Volcán.

Según la OMS, al interior de una vivienda el descanso de una persona se logra con niveles de ruido (sonido no deseado) interior

menores a los 35 dB, por lo que independiente de la cantidad de ruido exterior, un muro no debiera permitir la entrada de decibeles más altos que los recomendados. Además, los estudios acústicos indican que para mejorar en 6 dB el aislamiento de un tabique es necesario duplicar su masa.

Una de las principales dificultades del ais-



Ingeniería y Arquitectura en Proyectos de Alta Complejidad

I + D + i



DISEÑO INTEGRAL



DISEÑO EFICIENTE



Servicios para todo el Ciclo de Vida de un Proyecto

DISEÑO

CONSTRUCCIÓN

OPERACIÓN

REHABILITACIÓN

Revisión y Coordinación de Proyectos Asesoría en Certificación LEED y Eficiencia Energética Calidad del Ambiente Interior
 Simulación Energética de Edificios Estudios de Energías Renovables y Certificación Estudios de Ciclo de Vida y Huella de Carbono
 Asesoría en Sistemas de Ventilación y Seguridad Contra Incendios Asesorías en Acústica Monitoreos y Comisionamiento
 Gestión, Restauración y Rehabilitación Patrimonial Certificación de Ascensores, Rampas y Escaleras

www.ingenieriaverde.cl

- www.idiem.cl

- idiem@idiem.cl

- (56)02-9784152



GENTILEZA CONTACTUS

MONTAJE ANTIVIBRATORIO

LA TRANSMISIÓN de vibraciones es muy común en una gran variedad de instalaciones, como las unidades manejadoras de aire, por lo que es importante incorporar un montaje antivibratorio con el fin de impedir la transmisión de ruido a través de las estructuras. Víctor Romeo, gerente general de la empresa de control acústico Contactus, asegura que en el caso de los edificios de valor patrimonial, esta medida además de mejorar el aislamiento acústico “repercute directamente en la conservación del inmueble, pues las vibraciones pueden ser tan dañinas para una estructura como el óxido”.

La empresa Contactus intervino las maquinarias ruidosas e instalaciones de aire acondicionado del edificio del Banco Central, puesto que el ruido producido por las maquinas afectaba la salud ocupacional de los operarios y al inmueble.



GENTILEZA SPEVI

Instalación de paneles ranurados en la Capilla San Rafael de Batuco para disminuir la reverberación.



lamiento acústico es la existencia de puertas, ventanas, sistemas de climatización u otros ductos que pudieran atravesar los muros del recinto a aislar. Esto tiene su explicación: cada uno de ellos tiende a ser un elemento débil acústicamente dentro de la estructura, obligando a buscar soluciones adicionales para evitar la fuga de ruido.

SIN FUGAS

En el caso de las ventanas es importante que no sean de gran tamaño y se utilicen vidrios gruesos, laminados o dobles con una gran

cámara de aire interior. Esto último se recomendó en el caso del remodelamiento acústico del Consejo Nacional de la Cultura y las Artes, ubicado en Valparaíso, un ex edificio de Correos que fue convertido en un gran centro cultural. Allí, la empresa Spevi indicó dicha medida como solución al ruido generado por el alto tráfico de vehículos en la calle donde se emplaza.

Al existir ventanas con apertura se debe escoger la más adecuada entre los distintos tipos como batientes, proyectantes o de corredera. Se debe buscar la más hermética para

conservar el aislamiento acústico cuando éstas se encuentren cerradas, puesto que cada una de ellas tiene un sistema de ajuste y sello distinto. En cuanto a la perfilería, se recomiendan las de PVC por tener mejores sellos, y perfiles con un grosor suficiente para incorporar burletes u otros sistemas de ajuste.

En el caso de las puertas el principal problema es la zona de sello, en la junta del sistema marco – puerta. La solución se observa en puertas de doble contacto o las dobles puertas en caso de espacios con mucho ruido, también pueden agregarse elementos de sello al contacto como burletes. Es importante evaluar su ubicación y el lado de apertura, pudiendo ser utilizadas como barrera.

El sistema de climatización u otras instalaciones también presentan importantes desafíos al aislamiento acústico, puesto que al atravesar con un ducto un muro aislante se genera una zona débil que eventualmente transmitirá ruidos o vibraciones al recinto. Esto ocurre comúnmente con los sistemas de aire acondicionado, en los cuales “los ductos metálicos funcionan como pequeñas cajas de resonancia donde el ruido va viajando en su interior y transmitiéndose de un espacio a otro. Este problema puede ser solucionado utilizando un diseño que dificulte en alguna medida el avance del sonido o recubriendo los ductos con material absorbente. Sin embargo, hay que considerar que esta medida disminuye la sección de ventilación cambiando los caudales, por lo que debe ser revisada por el experto en clima”, explica Poo.

ACONDICIONAMIENTO

Para reacondicionar acústicamente un espacio es necesario considerar la geometría y volumen del recinto, además de la materialidad, pues estos elementos influyen de forma trascendental en la acústica de un espacio.

Respecto de las formas puede decirse que “en general las salas con superficies paralelas tienen problemas de acústica, ya que el diseño de caja nunca es el más óptimo. Esto porque produce aumentos locales del nivel de ruido en ciertas zonas, lo que puede ser molesto o innecesario, por lo que hay que buscar una forma para romper dicho paralelismo. La solución no resulta sencilla en una obra ya construida. En caso de no poder cambiar la geometría sólo queda tratar de reacondicionar el lugar absorbiendo, reflejando o difundiendo los sonidos”, asegura Poo.

Reverberación: Uno de los principales problemas que afecta a los edificios antiguos o patrimoniales, debido a sus formas paralelas y al estar construidos con materiales de terminación dura y lisa, es la alta reverberación, definida como la permanencia del sonido una vez que se ha extinguido el original. Este fenómeno al ser persistente “dificulta la inteligibilidad de la palabra e impide la ejecución de cierto tipo de música, pues provoca un ruido constante. Sin embargo, los espacios poco reverberantes no enriquecen la música, por ello es importante buscar un punto medio que permita la buena ejecución musical y un óptimo entendimiento de la palabra”, explica Francisco Villegas, gerente de Ingeniería de Spevi.

Los parámetros aceptables de reverberación están entre 0,6 segundo en un espacio pequeño y 1 segundo en un espacio mayor. Frente a una excesiva reverberación, la absorción acústica es la mejor forma de control.



GENITRIZA VOLCAN

Acondicionamiento del escenario de la Quinta Vergara, realizado por Volcán, utilizando resonadores de madera con lana interior.

Absorción: Para conseguir absorber las ondas sonoras se recomienda cubrir las superficies duras con materiales porosos, blandos y livianos, como espumas de poliuretano flexibles, mantas de lanas minerales o telas gruesas como cortinas o alfombras, dichos elementos pueden ser instalados en cualquier superficie de la sala y donde sea requerido (muros, suelos o cielos). Un ejemplo de ello es el reacondicionamiento acústico de la Capilla San Rafael de Batuco, realizado por Spevi, la que pese a contar con un espacio pequeño tenía 5 segundos de reverberación. Esto se superó con la instalación de paneles de madera ranurados con fibra absorbente en su interior y con material poroso absorbente bajo las bancas, en busca de una solución poco invasiva.

Reflexión: La reflexión del sonido es un efecto que de forma controlada ayuda a reforzar el nivel de ruido mejorando la acústica de un recinto. Para conseguirla es necesaria la utilización de materiales de terminación dura y lisa, preferentemente en lugares cercanos a la ubicación del orador, con el objetivo de que ayude a proyectar el sonido a la audiencia.

Difusión: Este fenómeno se logra modificando las superficies lisas al utilizar formas sobresalientes e irregulares de terminación dura, pues al ser levantadas ciertas áreas de

la superficie el sonido rebota en ellas dispersando la energía en varios ángulos y no respetando una forma geométrica como ocurre con las superficies planas, obteniendo así una cobertura sonora homogénea. Esta técnica es utilizada comúnmente en teatros, cines y auditorios en la búsqueda del mejor sonido.

Las obras patrimoniales cuentan con soluciones acústicas al alcance de la mano. Sin embargo, hay que evaluar en detalle los requerimientos y recurrir a los elementos más adecuados para la remodelación. Un reto complejo. Una prueba de sonido. ■

www.idiem.cl, www.spevi.cl,
www.contacus.cl, www.volcan.cl/acustica,

■ EN SÍNTESIS

La remodelación acústica de edificios patrimoniales impone una serie de obstáculos a los expertos en sonido al no permitir grandes modificaciones y requerir soluciones poco invasivas. En acústica hay que saber diferenciar muy bien entre aislamiento y acondicionamiento, el primero se refiere a evitar la entrada o salida de ruido de un recinto, mientras que el segundo se refiere a mejorar las características sonoras de un espacio, lo que se puede lograr a través de la absorción, reflexión o difusión del sonido.

BIT 74 SEPTIEMBRE 2010 ■ 87

**MUROS DE CONTENCIÓN
ESTRIBOS DE PUENTES
MUROS ECOLÓGICOS
ARMADURAS DE ACERO (NO UTILIZA PLÁSTICO)**



**MURO EN MONTAJE
AL MOMENTO
DEL TSUNAMI**

**PRESENTES EN TALCAHUANO
Y EN TODA LA ZONA AFECTADA
POR EL TERREMOTO CON CERO DAÑO**

 **TIERRA REFORZADA (CHILE) S.A.**



Málaga N° 379, Las Condes
Mesa Central: (562) 2061400
Email: tierrareforzada@tierrareforzada.cl
www.tierrareforzada.cl

■ El éxito de la correcta colocación de revestimientos cerámicos, radica en tener un orden estructurado de cada paso y de la rigurosa planificación que se debe hacer antes de comenzar a trabajar. ■ Diferentes especialistas entregan sus recomendaciones para lograr una faena sin fallas.

GUSTAVO ASENJO A.
PERIODISTA REVISTA BIT

CERÁMICAS INSTALACIÓN SIN FALLAS



GENTILEZA CERÁMICAS CORDILLERA



INSTALACIÓN EN PISO

EL 27 DE FEBRERO, Chile sufrió uno de los terremotos más devastadores de su historia. La tragedia dejó, en algunas construcciones, rotura y desprendimientos de cerámicas que evidenciaron la necesidad de poner mayor atención a todos los pasos que conforman la instalación de estos revestimientos, uno de los más utilizados en muros y pisos.

Actualmente se ofrece una gran variedad de diseños, colores y estilos, los que no sólo permiten distinguir un espacio de otro, sino que proporcionan un elemento decorativo moderno tanto para interiores como exteriores.

FAENAS PREVIAS

Los trabajos de preparación son muy importantes, dicen los especialistas, ya que si éstos no se ejecutan de manera prolija, el resultado final será defectuoso. Detallamos los principales.

1. CONOCIMIENTO DEL ESPACIO

La correcta identificación del lugar donde se colocarán las palmetas (unidad de la cerámica) y el conocimiento de sus dimensiones, permitirán tener claro los cortes y la cantidad de material a utilizar. Por lo general, las piezas cerámicas no calzan exactamente en el sector que se recubrirá y tanto los accesos como los sectores de mayor golpe de vista deben tener una adecuada posición. Además, la forma en la que se dispongan influirá en la armonía de un determinado ambiente, por lo que en aquellos lugares de mayor visibilidad se deben privilegiar las palmetas enteras por sobre los trozos de las mismas.

2. ADHESIVOS

El tipo de adhesivo a utilizar depende de la superficie en la cual se quiere trabajar. Hoy en día existen pegamentos que sólo requieren de hidratación para ser aplicados. Uno de los más comunes se presenta en pasta y son utilizados, en su gran mayoría, sobre muros y tabiques de madera, fibrocementos, yeso forrado o losas radiantes. Esta clase de adhesivos se caracterizan por ser elásticos e impermeables y los especialistas no recomiendan su manipulación en exteriores.

Para superficies como el hormigón, muros estucados, albañilería y superficies con esca-



sa deformación, habitualmente se usa el adhesivo en polvo, compuesto por cemento, arena y aditivos. Para que sus componentes se hidraten correctamente, se requiere de una preparación previa de 10 a 12 minutos. Por lo general, se recomienda que la cantidad utilizada sea de 25 kg de pegamento en polvo, por cada cinco m², sin embargo, variará según la nivelación y el tipo de cerámicas que se instalen.

3. NIVELACIÓN

Para evitar palmetas inclinadas, diferencias de altura o superficies irregulares, es fundamental comprobar que el nivel del piso y del muro esté aplomado. Existen diversas modalidades para llevar a cabo esta acción:

- Colocar un clavo en la parte más alta del muro y luego amarrar la cuerda del plomo, dejando que cuelgue por encima del guardapolvo. Cuando esté completamente quieto, marcar el sitio que indica la punta del plomo para colocar un segundo clavo y tensar entre

éste y el primero, el hilo del tizador. Por último, se estira hacia atrás y se deja libre para que la tiza marque la línea vertical.

- Marcar uno de los muros a un metro de altura y hacer coincidir el nivel del agua, de uno de los extremos de la manguera transparente, con esta marca. Con la ayuda de otra persona, extender hasta otro punto de la muralla, hasta que ambas medidas se establezcan. Hacer la segunda marca y repetir este paso para conseguir con exactitud la misma altura en todos los muros, para, posteriormente, unir todas las clavos con el tizador.

El resultado del plomo y la nivelación darán origen a una escuadra que será la guía que ordene la instalación de las cerámicas. Finalmente, para confirmar que el piso esté parejo, verificar con una huincha de medir si, a lo largo de todo el ambiente, se cumple la medida de un metro de distancia con el piso. Si existen variaciones, habrá que rellenar o picar en las zonas que lo requieran.



6



7



8



9



10



11

4. PREPARACIÓN DE SUPERFICIE

Una vez nivelada, la superficie debe estar limpia y seca para su posterior revestimiento. Cualquier parte suelta que presente la base tiene que sustituirse o retirarse inmediatamente. En el caso de que sea nueva, la sugerencia que hacen los expertos es esperar 30 días para colocar la cerámica. Si la superficie fuese lisa, es necesario hacerle pequeños orificios con un combo y cincel. De esta manera, su porosidad permitirá que el pegamento se adhiera bien.

5. ELECCIÓN DE LA CERÁMICA

Para elegir el tipo de cerámica que cubrirá el piso, hay que considerar el tránsito que se generará en ese sector. Con esta información se buscarán según su grado de resistencia. Para exteriores, los especialistas recomiendan productos que no sean muy lisos, porque estos presentan mayor deslizamiento -algunos peligrosamente resbaladizos- que los de superficie corrugada o de tipo rústico. Adicionalmente, se sugiere comprar al menos un 10% más de material de revestimiento para tener un margen en caso de errores en los cortes o desperdicio de palmetas y futuras reparaciones.



12

MONTAJE

Una vez que se tienen todos los materiales necesarios y que el espacio en el que se trabajará se encuentra completamente disponible, se podrá comenzar con la instalación de las cerámicas. Si el trabajo consiste en colocar cerámicas sólo en el piso de una habitación, y ésta presenta recubrimientos también en sus murallas, es necesario retirar la primera corrida de abajo hacia arriba, con el fin de que éstas queden, posteriormente, empalmadas sobre las del piso. En el caso de tener que revestir sólo los muros, es recomendable utilizar una tabla de madera para nivelar, posicionando la primera palmeta justo por sobre el listón y continuar hasta llegar al cielo; luego se sigue con el procedimiento hacia

INSTALACIÓN EN PISO

...CONTINUACIÓN

6. En zonas donde falta pegamento, la palmeta se levanta y se coloca más adhesivo para evitar que a futuro se sople.

7. Para dejarla a nivel, con un martillo de goma se dan golpes cortos sobre la palmeta.

8. Prueba de nivelación para comprobar que está totalmente pareja sobre la superficie.

9. En aquellos casos donde es necesario cortar la palmeta, primero se marca la cerámica.

10. A continuación, con una máquina cortadora de cerámica se le aplican los cortes precisos.

11. Se coloca la palmeta ejerciendo presión sobre la superficie.

12. Piso con el fragüe ya aplicado. Una vez seco, se limpia la superficie con una esponja húmeda.

abajo. Si en un mismo ambiente se deben realizar tanto pisos como muros, los especialistas aconsejan empezar por el piso, específicamente por la esquina más alejada de la entrada; de esta manera, el segundo paso será poner sobre ellas las del muro y lograr así una terminación y unión más limpia entre ambas. Vamos paso a paso.

A. APLICACIÓN DE ADHESIVO

Independiente del tipo que se utilice, su colocación será la misma. Con la parte plana de una llana dentada se esparce una buena cantidad de pegamento, presionando para que se impregne perfectamente en cada zona. Para lograr que las cerámicas se adhieran mejor, utilizar la parte dentada y distribuir rigurosamente el material en diferentes direcciones.

B. DISPOSICIÓN DE LAS CERÁMICAS

Disponer las losetas una a una, sin deslizarlas, presionando suavemente, con el fin de obtener la máxima fijación. Para asegurarse de que esto se logre correctamente, complementar la ejecución dando pequeños golpes con el combo de goma. Esto logrará una adecuada nivelación y un contacto efectivo



PASO A PASO DEL FRAGÜE

A. Con una espátula se aplica la pasta.

B. Mediante una llana se empareja la superficie de manera de eliminar los excedentes.

C. Cerámica con fragüe ya seco.

D. Con una esponja húmeda se limpia la superficie.

entre el revestimiento y el adhesivo, lo cual se traduce en mayor resistencia en el futuro. Tanto en muros como en pisos, dejar una cantería o separación mínima entre cerámicas. Esto dependerá del tamaño y de la dimensión establecida por los fabricantes para cada una de ellas. Sin embargo, para muros se admite un promedio de 3 a 4 mm, mientras que en pisos, para productos 33x33 se recomienda una separación de 4 a 5 mm, y para cerámicas de 45x45, de 5 a 6 milímetros.

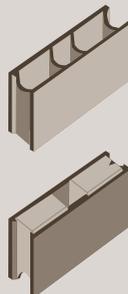
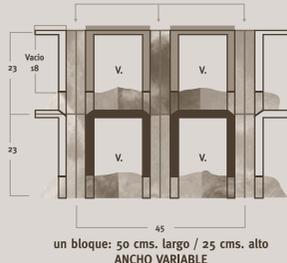
C. CORTES DE CERÁMICAS

El área donde se pondrán las losetas, indicará cuáles son los cortes necesarios para que todo quede perfectamente ensamblado. Para realizar divisiones rectas, utilizar el cortador manual que tiene una rueda de diamante reforzada. Para suavizar los bordes que quedaron ásperos, utilizar una lima especial para cerámicas. Si se requiere una terminación curva o un fraccionamiento esquinado, se debe recurrir a una tenaza con dientes endurecidos. Los especialistas reco-

Tecnología que evoluciona la construcción

BLOQUES MACHIHEMBRADOS DE MONTAJE EN SECO

CORTE LONGITUDINAL
Bocas de relleno vertical y horizontal por rebalse que permiten armaduras de fe para albañilería armada.



El Bloque de hormigón BLOSEC es un elemento pre-moldeado de concreto de características y cualidades excepcionales, que permite un cómodo transporte, almacenaje y fácil colocación manual en obra.

Sus principales ventajas son:

- Mayor rendimiento en mano de obra y reducción de costos en materiales e insumos.
- Mayor resistencia estructural del muro.
- Permite la impermeabilidad total del muro.
- Mayor aislación térmica y acústica en comparación a los sistemas tradicionales.

Ruta F60 S/N Cruce La Palma
Casilla 389, Quillota - V Región, Chile
ventas@blosec.cl

8 501 25 25 / www.blosec.cl



BLOSEC
innovación en concreto



ERRORES

EL EXPERTO INSTALADOR DE CERÁMICAS MUESTRA LOS ERRORES MÁS HABITUALES EN ESTA FAENA

- 1. CERÁMICA SOPLADA:** Si bien no se aprecia visualmente, el error más recurrente es el soplado de la cerámica. La prueba clásica para saber si está soplada es golpear con un elemento sobre la palmeta, si el ruido es hueco, entonces se deberá retirar y volver a colocar.
- 2. CERÁMICA QUEBRADA:** Se deberá retirar la palmeta rota y volver a colocar la nueva.
- 3. CERÁMICA DESNIVELADA:** En ciertas oportunidades el producto viene de fábrica con diferencias de medidas quedando, una vez instalada, con diferencias de nivel. Para evitarlo, el instalador deberá revisar el tamaño de cada una de las palmetas.
- 4. CERÁMICA SEPARADA:** Una división excesiva puede provocar el desprendimiento del revestimiento.

miendan hacer cortes lentos y cuidadosos, pues los cantos son muy frágiles.

D. FRAGÜE

Este es uno de los pasos más importantes, ya que evitará que filtraciones de agua o acumulación de humedad penetren bajo el revestimiento, lo levanten, o lo despeguen. Preparar la pasta según las instrucciones del fabricante y, sólo 48 horas después de la instalación, aplicarla con movimientos diagonales con respecto a la disposición de las cerámicas, con el objeto de que el fragüe se impregne correctamente en los puntos más

profundos de las canterías. Es recomendable realizar este proceso con fraguador de caucho para aplicar mayor presión, pero sin rayar la palmeta. También se puede agregar un aditivo aislante a la mezcla para lograr una mayor protección contra la humedad y suciedad.

El secado del fragüe durará aproximadamente una hora. Antes de que se seque completamente, se recomienda rebajar los excedentes que quedan entre las losetas para que quede bajo el nivel de la cara de las cerámicas. El siguiente paso es limpiar la loseta con una esponja húmeda para retirar el fragüe de la superficie. Luego, pasar la esponja a lo largo de las juntas, con cuidado de no remover la pasta de las uniones. Para concluir con éxito esta tarea, se sugiere enjuagar frecuentemente la esponja.

E. CORRECCIONES FINALES

Si por alguna razón el tiempo de secado del fragüe se ha extendido, la superficie de la palmeta quedará con una película de la mezcla. Para retirarla es necesario preparar una solución acuosa con ácido muriático, en proporción 1:5, dejándola actuar por aproximadamente un minuto. Luego remover los residuos con una escobilla plástica y, por último, enjuagar con abundante agua. Mientras más deteriorada esté el área, más concentrada tendrá que ser la preparación.

RECOMENDACIONES GENERALES

Los especialistas consideran fundamental seguir las siguientes recomendaciones:

- Antes de adherir las cerámicas –en pisos o muros–, planificar la instalación situando cada pieza, junto a los cortes correspondientes, en el suelo.
- Para que el corte de las losetas sea más exacto, preparar previamente una plantilla de cartón con la forma que se necesite. Se sugiere copiarla sobre la palmeta y luego cortarla.
- Antes de instalar, revisar que la identificación de caja coincida en cuanto a los valores de tono y calibre, pues de lo contrario podrían existir pequeñas diferencias entre ellas que impidan un acabado estético adecuado. Asimismo, verificar que las piezas sean compatibles en color y diseño.
- En zonas propensas a las filtraciones, como en uniones de tinas, estanques de agua o desagües, privilegiar el uso de silicona con fungicida en lugar de fragüe.
- No mezclar distintos calibres en la misma instalación, ya que se producirán fallas en la alineación de los revestimientos.
- La nivelación de las superficies jamás se debe realizar con pegamento, ya que esto no favorece una terminación prolija.
- Para impedir que las cerámicas queden

MANTENCIÓN DE LAS CERÁMICAS

La limpieza de pisos cerámicos se debe realizar sólo con agua. Si la superficie está muy sucia y requiere de un aseo más profundo, se pueden utilizar detergentes y/o desinfectantes, pero siempre disueltos en agua. Para finalizar, se debe enjuagar con un paño limpio y húmedo. Los especialistas explican que no es recomendable aplicar cera, ya que productos como estos producen diferencias de tonos e incluso manchas sobre la superficie.

RECOMENDACIONES SOBRE EL ADHESIVO

- 1.** Utilizar adhesivo correspondiente a la superficie, asegurando su correcta colocación.
- 2.** Seguir las instrucciones indicadas en el embalaje, sobre todo lo referente a las proporciones entre adhesivo y agua.
- 3.** Nunca agregar agua a un adhesivo que ya ha sido preparado.
- 4.** Una vez listo el sellante, utilizar inmediatamente. No usar al día siguiente.
- 5.** Trabajar en espacios pequeños, ya que el pegamento se seca rápidamente.
- 6.** Asegurarse de pasar fuerte y marcadamente la llana dentada para una mayor adhesión.
- 7.** Nivelar de acuerdo a las indicaciones entregadas y no con el pegamento. Para una apropiada instalación, no aplicar más de 5 mm de sellante.

mal pegadas a la superficie, realizar pequeños orificios. De esta manera, la porosidad permitirá una adecuada adherencia. Por esta misma razón, no se recomienda instalar cerámicas sobre cerámicas.

- Evitar las grandes separaciones entre palmetas. Una división excesiva puede provocar el desprendimiento del revestimiento.

- El fraguado es muy importante, ya que es el proceso que define la terminación de la instalación. Debido a esto, no se debe olvidar el paso previo que consiste en limpiar una a una las canterías para eliminar los excedentes de adhesivo y lograr que la pasta cumpla correctamente su función de evitar filtraciones o

acumulación de humedad bajo las palmetas.

- Es fundamental respetar el tiempo que se señala para cada uno de los pasos de la instalación, ya que adelantarse o extender los lapsos es contraproducente para un acabado perfecto.

Siguiendo estas recomendaciones y utilizando las herramientas adecuadas, se logrará una instalación de cerámicas precisa. ■

COLABORADORES

- Ricardo Concha, Químico de la Pontificia Universidad Católica y Product manager de Cerámicas Cordillera S.A.
- María José Arcos, Diseñadora Industrial y Jefa de marketing Cerámicas Cordillera S.A.
- Luis Illanes. Intacerami Illanes Ltda.

- Constructora Moller y Pérez Cotapos.

ARTÍCULO RELACIONADO

- "Instalación de cerámica. Precisión al cuadrado". Revista BIT N° 43, Julio 2005, pág. 50.

■ EN SÍNTESIS

Los especialistas explican que para lograr instalaciones de cerámicas sin fallas, es muy importante realizar correctamente los trabajos de preparación, ya que si éstos no se ejecutan de manera prolija, el resultado final será defectuoso. También recomiendan preocuparse de la nivelación, de la separación entre palmetas, del fraguado y de la limpieza.

BIT 74 SEPTIEMBRE 2010 ■ 93



Agrega valor a tus proyectos con Atika



Santiago · Concepción · Viña del Mar

atika.cl

Energía Solar en el Sur... Proyecto Barrio Vista Volcán de Temuco

Un emprendimiento de Inmobiliaria Rio Donguil y Constructora Nualart & Medina y Cía. Ltda.

Un barrio en desarrollo, ubicado en una de las entradas norte de la ciudad de Temuco, con la particularidad que cada vivienda tendrá incorporado un sistema de captación de energía solar para calentar el agua de uso sanitario. Esta innovación se traducirá para los futuros habitantes del barrio en un ahorro en dinero por el uso de este tipo de energía renovable.

El proyecto Barrio Vista Volcán consiste en la construcción de 527 viviendas a desarrollar por etapas. Con una oferta de dos modelos de casas, una de 74 m² y la segunda de 90 m², con precios de venta entre UF 1.400 Y UF1.800. Actualmente se encuentran en construcción la primera y segunda etapas. La primera será entregada en Diciembre de 2010.

La decisión de incorporar la captación de energía solar en las viviendas de este proyecto no es nuestra primera experiencia en el tema. Fuimos pioneros en el sur de Chile con nuestro emprendimiento Edificio El Escorial de Temuco entregado el año 2009, el cual incorporó colectores para la captación de energía solar con el mismo objetivo. A la fecha el sistema ha funcionado en forma eficiente generando ahorros de más del 50% en el consumo de combustible para los propietarios.

La filosofía de nuestras empresas es proporcionar a nuestros clientes, viviendas y servicios de construcción con los más altos estándares de calidad, usando para ello las mejores tecnologías y materiales con personal altamente capacitado. Para lograr estos objetivos innovar permanentemente es crucial, lo cual nos diferencia de la competencia al ofrecer viviendas de menor consumo energético (menor costo de mantenimiento) y ser más amigables con el medio ambiente. Las malas condiciones ambientales de muchas de las ciudades de nuestro país, y particularmente Temuco, nos obliga a asumir un compromiso con el medio ambiente. En nuestro caso estamos aplicando a nuestros proyectos eficiencia energética en mayor o menor medida, a través de agregar y/o mejorar por sobre la normativa la aislación térmica y agregando o sugiriendo equipamiento de bajo consumo energético. Todo lo anterior se traduce en un ahorro y en aumento del confort para el propietario al momento de habitar una de nuestras viviendas.

La provisión e instalación de estos sistemas fue contratado a la empresa Abastible. Inicialmente esta empresa instalaría la red de gas del barrio y posteriormente se decidió desarrollar el proyecto de energía

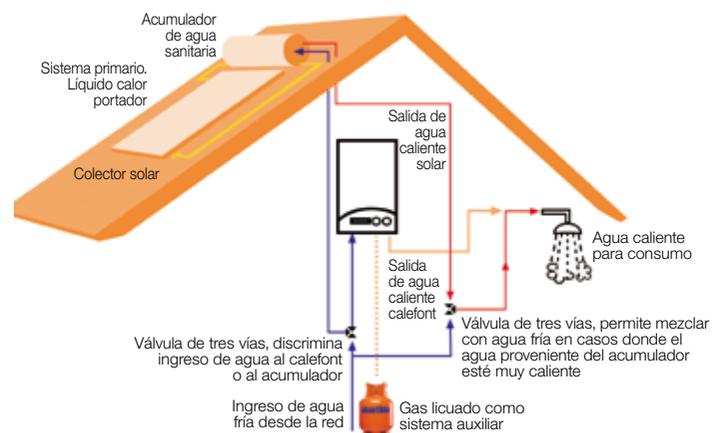


solar con la misma. Nuestra empresa decidió realizar el proyecto con Abastible por ser una empresa consolidada, de gran prestigio, y que además cuenta con un equipo técnico calificado. El área de energía solar de Abastible ha prestado apoyo y asesoría integral desde el inicio del proyecto, lo cual nos da la confianza de recibir un servicio de post-venta de calidad y oportuno.

Nuestra empresa decidió acogerse a los subsidios que entrega el Estado para la instalación de los equipos. En este proceso Abastible asumió el compromiso de la gestión para la obtención del subsidio, oferta e implementación de los equipos adecuados para un uso automático combinado con gas licuado en las estaciones en la cual el sol es más débil, y además proporcionando el financiamiento para la inversión inicial en los equipos requeridos.

El trabajo en equipo entre la Constructora Nualart & Medina y Abastible ha sido eficaz y oportuno, tanto en la búsqueda de soluciones para la instalación de los equipos, como en mantener la armonía estética del conjunto de viviendas.

Sistema de Termosifón (techo)



www.dellorto.cl



DELLORTO
SOLUCIONES VIDRIADAS SIN LIMITES



Sabemos que cuando ves un vidrio, ves mucho más que eso.
Dellorto. Vidrios para tu creatividad.

TELÉFONO: (56 2) 751 1800

Una empresa

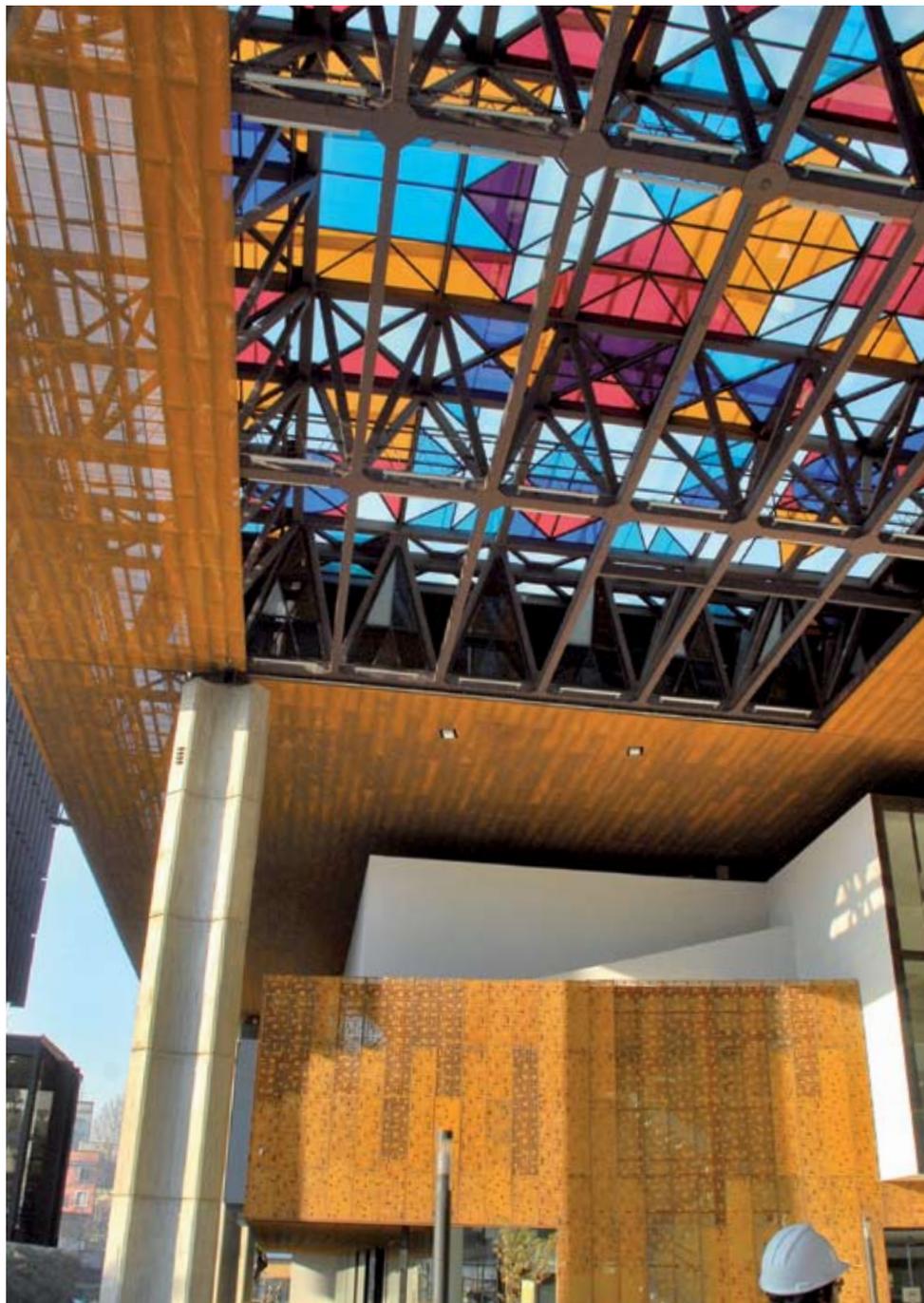


- En los próximos días se inaugurará la primera etapa del Centro Cultural Gabriela Mistral. Un gran paso en la remodelación del ex edificio Diego Portales, que no ha estado exenta de retos.
- Se debió actualizar el cálculo estructural de acuerdo a las normas vigentes, se contempló autonomía energética y se realizaron simulaciones para incorporar protección contra incendios. Comienza a tomar forma la nueva sede para las Artes.

CENTRO CULTURAL GABRIELA MISTRAL

REMODELACIÓN PARA LAS ARTES

PEDRO PABLO RETAMAL P.
PERIODISTA REVISTA BIT



Y **A SE OBSERVA** cómo el ex edificio Diego Portales comienza a convertirse en el principal centro de las artes escénicas y musicales de nuestro país. En 44 mil m², avanza la remodelación del que será el Centro Cultural Gabriela Mistral y que contempla un trío de volúmenes conformados por cimientos, pilares, vigas, losas y muros de hormigón armado, además de estacionamientos subterráneos y plazas interiores que conectarán con el Barrio Lastarria y la Alameda.

En septiembre de este año se inaugurará la primera etapa. Revista BiT se adelanta y muestra los avances. Hay más de un desafío complejo. Desafío para las Artes.

ETAPAS

Con una inversión aproximada de 1.900 millones de pesos finalizó la fase cero de la edificación, la que comprendió el proceso de desmontaje, demolición, preparación de la estructura y limpieza de techumbre. La etapa uno contempla el desarrollo del sector centro y poniente del centro cultural, mientras que el sector oriente, que fue el que se quemó en 2006, recién será licitado el segundo semestre de 2010. El edificio poniente, acogerá en el nivel Alameda dos salas de espectáculo. En el sector sur la sala de música con capacidad para 260 personas estará completamente revestida en madera. Ésta se ha proyectado como sala de música para conciertos y cuenta con un escenario que permite la instalación de un coro en su parte posterior. La sala norte, en tanto, será

FICHA TÉCNICA

CENTRO CULTURAL GABRIELA MISTRAL

MANDANTE: Ministerio de Obras Públicas.
Dirección de Arquitectura. Región Metropolitana.

CONSTRUCTORA: Claro Vicuña Valenzuela.

ARQUITECTO: Cristián Fernández Eyzaguirre

ARQUITECTOS ASOCIADOS: Christian Yutronic y Sebastián Barahona

UNIDAD TÉCNICA: Dirección de Arquitectura
Ministerio de Obras Públicas (MOP)

Ingeniero civil estructural: Luis Soler y Asociados

INVERSIÓN ETAPA DE DISEÑO: \$610 millones

INVERSIÓN ETAPA 0: \$1.876.266.599

INVERSIÓN ETAPA 1: \$20.413.439.732

MATERIALIDAD: Estructura en base a pilares y losas de hormigón armado, cubierta de acero corten

SUPERFICIE APROXIMADA ETAPA 1: 21.000 m²

SUPERFICIE APROXIMADA ETAPA 2: 23.000 m²

AÑO PROYECTO: 1971

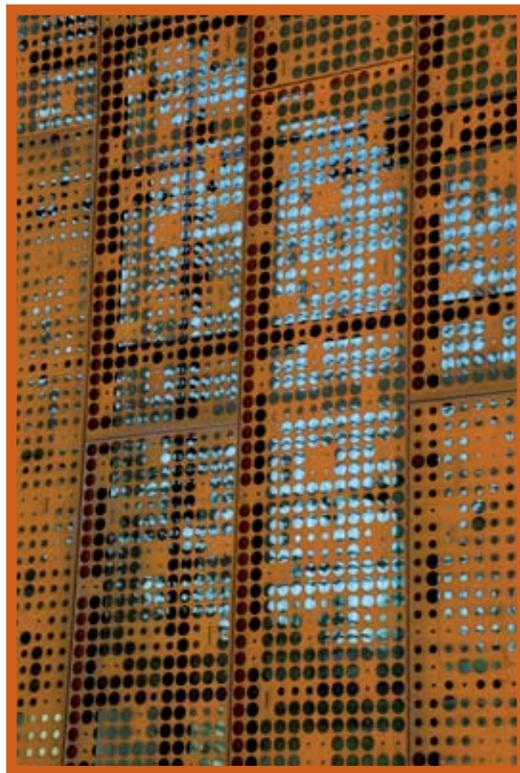
AÑO CONSTRUCCIÓN: 1971-1972

El acero corten, usado para revestir el edificio, nunca había sido instalado en Chile en estas dimensiones y cantidades.

para interpretaciones de danza o teatro y tiene una capacidad para 292 personas. Cuenta con un escenario de 8 x 10 m y con equipamiento esceno-técnico donde destacan 5 varas motorizadas. Ambas salas cuentan con un proyecto acústico que determina su forma y materiales.

En el primer subterráneo estarán los camarines, sala de ensayo y bodegas. En el piso superior del edificio poniente, se ubica la Biblioteca de las Artes que documentará, archivará y pondrá a disposición del público los documentos que se generen de la operación del Centro.

El edificio Central, por su parte, albergará en el nivel Alameda un hall de exposiciones, la boletería central del Centro Cultural, una cafetería y tiendas. El piso superior tendrá salas de ensayo para música, teatro y danza. En el nivel zócalo habrá salas de exhibiciones y convenciones, oficinas de la administración del Centro Cultural y un restaurante con salida al patio en zócalo, que permitirá la realización de eventos al aire libre. Esta primera etapa abarca una superficie aproximada de 21 mil m² e implicará una inversión aproximada de 20.500 millones de pesos.



LA ARQUITECTURA

La idea principal del proyecto arquitectónico del Centro Cultural es la apertura, "dándole un énfasis a la transparencia", explica el arquitecto Cristián Fernández, quien compitió con otros 50 trabajos provenientes de diversos países. Para materializar el concepto, explica, "se trabajó usando, como revestimiento, planchas de acero corten perforadas, material que ya estaba originalmente en el edificio y que amarra la historia del ex Diego Portales con esta nueva idea de la transpa-

Extremo oriente del edificio, correspondiente a la Etapa 1. Al este se construirá la etapa 2, que contemplará un edificio completamente nuevo, donde habrá una gran sala de audiencias para dos mil personas, una sala de ensayos para orquesta sinfónica y 150 estacionamientos.

rencia". Por otro lado, una ventaja de su uso es que la composición química del acero corten hace que su oxidación la proteja frente a la corrosión atmosférica, sin perder prácticamente sus características mecánicas, lo que evita la aplicación de cualquier otro tipo de protección, como la galvanización o la pintura. ¿Y cómo se logra la transparencia? Cada plancha de acero corten, que mide 3 m de largo por 60 cm de ancho, está perforada con círculos de diverso tamaño. Hay tres modelos que tienen una mayor o menor cantidad de orificios, lo que "permite dosificar la luz que entra,

para ir de la opacidad a la transparencia. Gracias a esto, algunas áreas del edificio podrán ser vistas desde afuera, para así abrirlo hacia el exterior, explica Fernández. La instalación de este revestimiento, que demoró 6 meses, implicó grandes desafíos, ya que no se contaba con la experiencia previa. Pero éste no fue el único.

LOS DESAFÍOS

Desde un principio se vislumbraron varios retos. El edificio Diego Portales fue levantado a

principios de los años 70', por lo que "estaba fuera de norma, lo que implicó actualizar y reforzar según nuevos cálculos estructurales", explica César Núñez, ingeniero administrador de la obra ejecutada por la constructora Claro Vicuña Valenzuela. Y así lo corrobora el ingeniero calculista del proyecto, Luis Soler: "La estructura estaba formada por el edificio propiamente tal y un centro de convenciones de 13.300 m², que se hicieron de acuerdo con las normas vigentes de la época, por lo que el primer gran trabajo fue que el edificio cumpliera con la normativa actual. Eso obligó a recalcular y reforzar todo el sistema, incluyendo losas y pilares. Además, algunas estructuras se demolieron", explica. Tras encontrar los planos originales del Edificio Unctad –tarea que llevó un buen tiempo, aseguran los profesionales involucrados–, se pudo saber cuánto acero tenían los elementos estructurales de hormigón armado. "De esa forma verificamos qué capacidad tenían las losas existentes. Como algunas de ellas debían rediseñarse para cargas mayores a las originales, sólo fue

GENTILEZA SECCIÓN INGENIERIA CONTRA INCENDIOS IDIEM

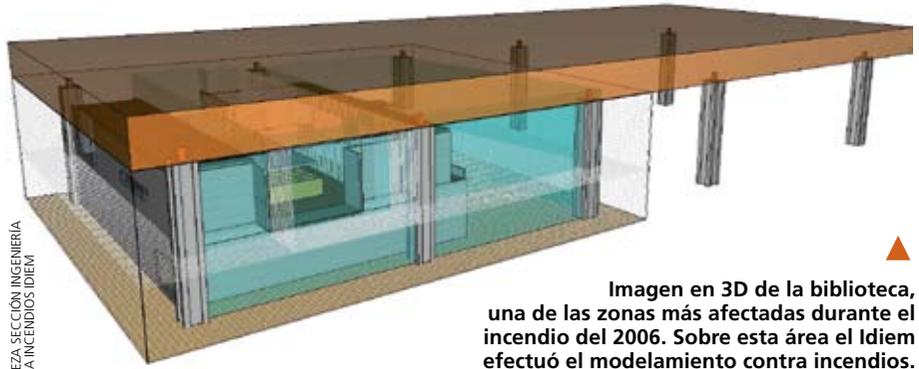


Imagen en 3D de la biblioteca, una de las zonas más afectadas durante el incendio del 2006. Sobre esta área el Idiem efectuó el modelamiento contra incendios.

necesario reforzar ciertos suples de las losas (fierros superiores sobre los apoyos). Para ello se alzaprímó la losa, se hicieron surcos en las zonas donde se debió reforzar y con resinas epóxicas se pegaron las barras de refuerzo", detalla Luis Soler.

En algunos casos, hubo ciertas dudas respecto de la capacidad o comportamiento de las losas reforzadas, por lo que se exigió un ensayo de carga certificado por el Idiem. Éstas se cargaron con el 100% de la carga de diseño, se midió su deformación y se comprobó un comportamiento satisfactorio que,

incluso, fue por sobre lo esperado.

Como contábamos, la estructura metálica se reforzó y se reparó. "En general cuando hay falta de estructura se engrosan los pilares o se agrandan las vigas. En este caso, se hizo necesario disponer muros", cuenta el ingeniero calculista.

Otro desafío consistió en que con el cambio de uso aumentó la sobrecarga. El edificio original estaba construido en base a marcos rígidos, es decir, sus elementos estructurales lo componían pilares y vigas. Es necesario tomar en cuenta que en estructuras bajas, el

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

INGENIERÍA + MONTAJE + MANTENCIÓN

FLEISCHMANN

ELECTRICIDAD + CLIMATIZACIÓN + CONTROL CENTRALIZADO + COMUNICACIONES + SEGURIDAD

Av. Fresia 1921,
Rencó, Santiago
Teléfono: 56 2 3934000
www.fleischmann.cl

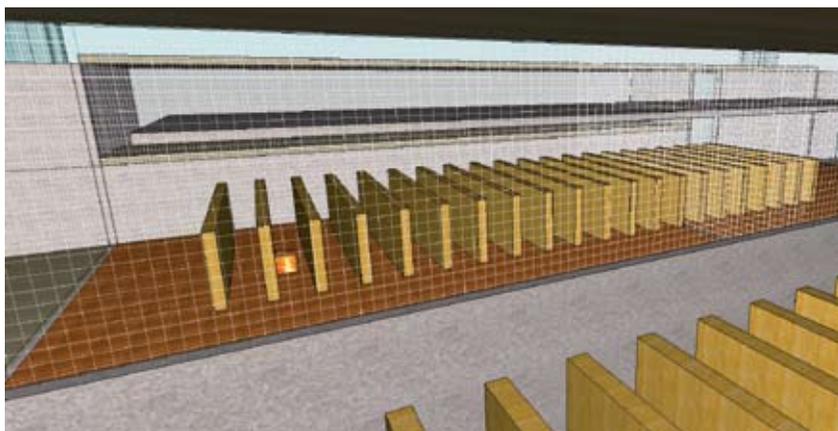
Para que la estructura fuera más resistente a los sismos, debió ser reforzada, lo que se hizo disponiendo muros entre un pilar y otro.



Modelo del edificio en tres dimensiones, dividido en miles de celdas, que en su interacción predecirán el comportamiento global al interior de la estructura ante un incendio.



GENTILEZA SECCIÓN INGENIERÍA CONTRA INCENDIOS IDIEM



marco rígido es mucho menos resistente a los sismos que los muros: "Tras hacer el primer análisis, se determinó que las deformaciones eran excesivas en caso de movimientos sísmicos, por lo que entre un pilar y otro dispusimos un muro, para así cumplir con la norma NCh 433 Of.1996", detalla Soler.

Es importante aclarar que esta norma no define el diseño según grados Richter, sino que de acuerdo al espectro de aceleraciones, que dependen del período de oscilación de cada estructura. "Empíricamente, quedó demostrado que este edificio ya remodelado soportó sin problema alguno el severo terremoto del 27 de Febrero de 2010, sin presentar siquiera grietas o fisuras visibles en los elementos de hormigón", evidencia Soler.

Esta etapa se materializó en toda la superficie remodelada, principalmente en subterráneos y primer piso, lo que generó un proceso lento y complejo, que duró 3 meses y medio.

Pero aún quedaba por cubrir un tema relevante. Tras el incendio ocurrido el 5 de marzo de 2006 y que destruyó un 40% de su estruc-

tura, el edificio debía quedar protegido contra el fuego. Así, se le encargó a un grupo del Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales de la Universidad de Chile (Idiem), un estudio con el objetivo de encontrar la mejor forma de proteger al nuevo Centro Cultural contra el fuego.

El grupo, formado por los ingenieros Marcial Salaverry, Francisco Felis y Miguel Pérez, realizó los estudios cuyos resultados indicaron la necesidad de protección de una serie de elementos no contemplados en la normativa nacional. Aplicando conceptos poco utilizados hasta hoy. "Se rellenaron pilares no estructurales con hormigón, de esta manera, aprovechando las propiedades efusivas (absorbentes de calor) de este material en conjunto con el aumento de la resistencia mecánica del elemento ahora relleno, se logró aumentar la resistencia al fuego de dichos miembros en el tiempo suficiente para asegurar la estabilidad de las vías de evacuación", explica Salaverry.

En otras palabras, un pilar de acero sin re-

cubrimiento, a los 500°C, pierde aproximadamente un 30% de resistencia. Según los criterios de diseño nacionales, en este caso puede existir el riesgo de colapso. Por otro lado, el aumento de resistencia es algo que también se analiza, y que depende de la calidad del hormigón que se inyecte, porque es distinto usar un H30 que un H10, cuya resistencia a la compresión es diferente, según lo establece la clasificación de la Norma NCh 170, explican en el Centro de Investigación.

Miguel Bustamante, jefe de la sección Ingeniería Contra Incendios del Idiem, explica que "la protección contra incendios que tiene el Centro Cultural Gabriela Mistral no se hizo sólo por el siniestro ocurrido en el 2006, sino que es parte del desarrollo normal en este tipo de construcciones. Sin embargo, la seguridad con que se trabajó en esta construcción sobrepasa la norma".

Uno de los aspectos novedosos, fue la simulación que se hizo de un incendio. Para ello usaron un software de simulación CFD (Computational Fluid Dynamics) de la NIST (National Institute of Standards and Technology) de Estados Unidos. "Este tipo de software es poco utilizado en Chile para la modelación de incendios y, básicamente, consiste en generar un modelo del edificio en tres dimensiones, para posteriormente mallar, es decir, dividir el volumen de estudio en miles de celdas, que en su interacción predecirán el comportamiento global al interior de la estructura", comenta Felis.

"Hicimos un modelamiento de distintos escenarios de incendio en el edificio, y uno de ellos en particular implicaba un riesgo importante en el área de la biblioteca, que

LAS ETAPAS RESTANTES

El Centro Cultural Gabriela Mistral comprende otras dos etapas para su finalización. La etapa dos, que actualmente está en diseño, será licitada en el segundo semestre de 2010. La fecha estimada de inicio de obras está proyectada para el primer semestre de 2011 y su finalización para el segundo semestre de 2013. Comprende el sector oriente del Centro Cultural e incluye una sala de audiencias para dos mil personas, una sala de ensayos para orquesta sinfónica y 150 estacionamientos, lo que abarca una superficie aproximada de 23.000 m². La etapa tres, en tanto, comprende la remodelación de la actual torre del Ministerio de Defensa, que sería transformada en oficinas y recintos concesionados.

Según Patricio Montedónico, jefe de proyecto del Centro Cultural Gabriela Mistral de la Dirección de Arquitectura - MOP, "más allá de lo que haya salido en la prensa (se anunció su postergación), la Etapa 2 se mantiene en el presupuesto MOP del 2011 con una inversión programada para los años 2011 a 2013".

podía traspasarse a la estructura superior y hacer que colapsara. Las llamas inundarían toda la parte superior por una deficiencia en el diseño, ya que en ese sector sólo había ventanales con vidrios que no resistirían el fuego. En caso de incendio, habría ocurrido lo mismo que en el 2006", explica Miguel Pérez. El problema en este caso, se generaba al romperse los vidrios, produciéndose un efecto chimenea. La solución recomendada estuvo en el uso de vidrios armados, que no se rompen y aunque sí pueden trisarse en varios pedazos, no se desarman, gracias a la armadura o malla de acero que llevan por dentro. Así se deja pasar calor, pero no las llamas, que quedan confinadas al interior.

En el caso del acero, la protección usada fue la pintura intumescente de Chilcorrofin y un mortero liviano llamado Blazesield, de la empresa Accuratek S.A, que se complementó con el uso de otros productos similares, como Cafco 300, 400 y Fendolite.

"Otra dificultad fue el cielo falso colgante, que también está en la biblioteca y que es sostenido por varios colgadores que se protegieron con pintura intumescente. Acá se aprovechó el hecho de que había muchos más de los necesarios para soportar el peso de la estructura. A partir de eso determinamos una temperatura crítica de colapso mucho más alta de la tradicional, por lo que se recomendó protección con esta pintura que se expande con la acción del fuego y forma una estructura de espuma carbonosa, que aísla al elemento del flujo de calor", puntualiza Marcial Salaverry.

AUTONOMÍA ENERGÉTICA

Finalmente, un aspecto importante se centró en el ahorro y eficiencia energética que tendría el Centro Cultural. Para lograrlo, se cuenta con dos generadores de 820 KVA, con un total de 1,8 MVA de potencia. El motor Cummins usado, cumple con la normativa EPA Tier 4, lo que permitirá que funcionen incluso en días de emergencia ambiental. Por otro lado, éstos operarán de noche, permitiendo un ahorro importante de energía en horas en que la luz es más cara. Para los usuarios también implicará beneficios, ya que los generadores cuentan con un sistema de control que les permite trabajar en forma sincronizada con la red eléctrica, por lo tanto, en caso de algún corte de luz, la gente no se dará cuenta del cambio de suministro desde la red urbana al grupo electrógeno.

La primera etapa está a la vista. Superados los principales desafíos, la nueva sede para las Artes comienza a tomar forma. ■

www.consejodelacultura.cl/ccgm

ARTÍCULO RELACIONADO

"Centro Cultural Gabriela Mistral. Renacer de las cenizas". Revista BIT N° 62, Septiembre de 2008, pág. 42.

■ EN SÍNTESIS

Como parte de las primeras etapas de la remodelación del ex edificio Diego Portales se actualizó el cálculo estructural de acuerdo a las normas vigentes, se contempló autonomía energética y se realizaron simulaciones para incorporar protección contra incendios. El nuevo Centro Cultural, como se ha denominado, tendrá una "transparencia", que se concretará usando como revestimiento planchas de acero corten perforadas.

PRODUCTOS ECOLÓGICOS PARA LA INDUSTRIA

REVESTIMIENTOS PARA:
CUBAS DE VINO.
PAVIMENTOS INDUSTRIALES.
ESTANQUES DE AGUA.

EXCELENTES PARA
LA INDUSTRIA.

100% EFECTIVOS
EN EL USO.

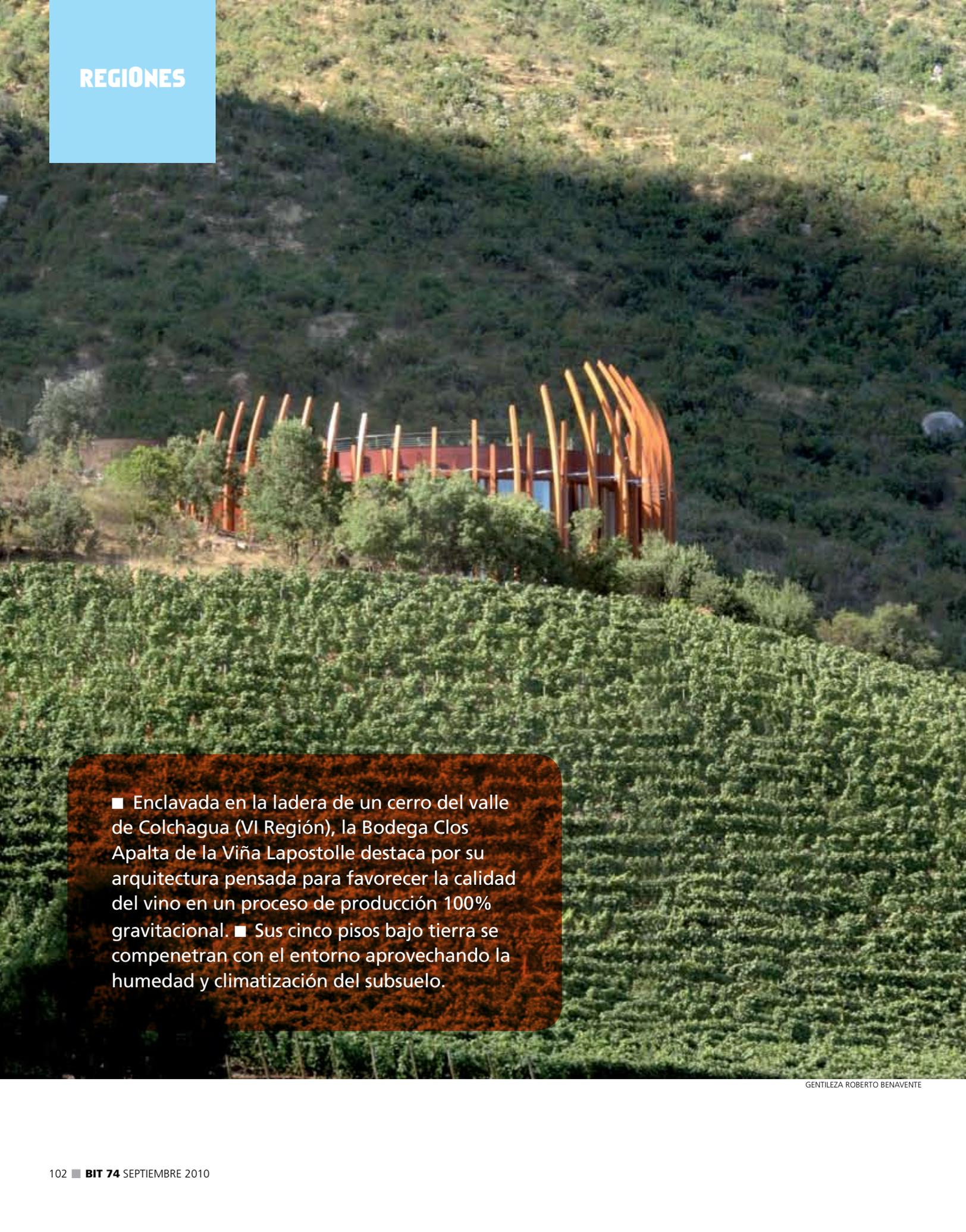
CERTIFICADOS Y
GARANTIZADOS.

ASESORÍA TÉCNICA.



BAUTEK

www.bautek.cl · Fono: (56-2) 816 7777
Las Esteras Norte 2540. Quilicura. Santiago de Chile.



■ Enclavada en la ladera de un cerro del valle de Colchagua (VI Región), la Bodega Clos Apalta de la Viña Lapostolle destaca por su arquitectura pensada para favorecer la calidad del vino en un proceso de producción 100% gravitacional. ■ Sus cinco pisos bajo tierra se compenetran con el entorno aprovechando la humedad y climatización del subsuelo.

GENTILEZA ROBERTO BENAVENTE

VIÑA LAPOSTOLLE

CIEN POR CIENTO GRAVEDAD

CATALINA CARO C.
PERIODISTA REVISTA BIT

SURGIDA DESDE lo profundo de la tierra, la Bodega Clos Apalta de la Viña Lapostolle se presenta como una casa del vino relacionada en perfecta armonía con su entorno. Ubicada en la ladera de un cerro, de cara a 189 hectáreas de viñedos, el proyecto de 4.600 m² a primera vista deja ver sólo una pequeña parte de su estructura, que está decorada con 24 vigas curvas de madera laminada que representan el período de maduración del vino. Es así como en cada detalle la bodega ofrece una experiencia arquitectónica que recorre las distintas fases del vino desde su nacimiento hasta su salida al mundo.

Se parte con un reto enorme: construir una bodega 100% gravitacional. El desafío fue asumido por el arquitecto chileno Roberto Benavente, quien fue contactado en su oficina en Francia, donde comenzó a imaginar un proyecto que se interna 25 metros bajo tierra. Otra protagonista: Alexandra Marnier Lapostolle, francesa, dueña de la viña, quien decidió construir una bodega gravitacional como una prolongación del cerro para lograr la mejor calidad. "La gravedad transporta el vino sin dañarlo con los golpes que se producen durante el bombeo. Además, el control de temperatura y humedad son vitales para una buena crianza, y si son naturales mejor, ya que implican eficiencia energética y no tener que confiarnos en equipos que eventualmente pueden presentar fallas. La gravedad permite embotellar el vino preservando de mejor forma sus aromas e integridad", explica Marnier.

La dificultad no sólo estaba en construir un edificio enclavado en el cerro. Había que cuidar cada detalle. "La bodega fue diseñada no sólo para producir y guardar un vino de calidad, sino también como un espacio que guarda el imaginario del lugar. Por ello, se ideó bajo el concepto de museo, donde se atesora la visualidad de las cosas", indica el arquitecto Benavente, quien se asoció con la oficina de arquitectos Amercanda para que colaboraran en el diseño y ejecución de la obra.



FICHA TÉCNICA

BODEGA CLOS APALTA DE LA VIÑA LAPOSTOLLE

UBICACIÓN: Ruta I-50, Camino San Fernando a Pichilemu
Km. 36, Santa Cruz

MANDANTE: Alexandra Marnier Lapostolle

CONSTRUCTORA: Constructora GHG S.A.

ARQUITECTO PROYECTO ORIGINAL: Roberto Benavente

ARQUITECTOS EJECUCIÓN: Amercanda Diseño y Arquitectura

CALCULISTA: Luis Soler y Asociados

SUPERFICIE CONSTRUIDA: 4.600 m²

VOLUMEN EXCAVADO: 18.000 m³ aprox.

INVERSIÓN: US \$ 9,5 millones

AÑO INAUGURACIÓN: 2006

El proyecto se compone de cinco pisos: -1) Recepción, donde se recibe la uva para ser seleccionada y desgranada en forma manual, para luego ser depositada por gravedad en el siguiente nivel. -2) Fermentación, donde se deja fermentar la uva dentro de 21 cubas que guardan un total de 75 hectolitros cada una, desde allí el vino nuevamente baja hasta la siguiente etapa. -3) Primer año, donde se guarda el vino en 400 barricas durante su primer año de maduración, desde donde nuevamente bajará al nivel inferior. -4) Segundo año, lugar donde el vino se guarda por un año más en las barricas para su maduración, desde donde finalmente se realiza el ensamblaje y embotellado. -5) Cava privada, donde se almacena una colección de vinos de la Viña Lapostolle y de otras marcas. Además, a pocos metros de la bodega se emplaza Lapostolle Residence, casona de huéspedes de la viña que cuenta con una piscina y cuatro cabañas para recibir a los visitantes. Vamos, conozcamos el alma del vino.



Nivel -5, cava privada con muros de roca natural a la vista.

ROCA VIVA

Uno de los primeros desafíos que enfrentó el proyecto de construcción de la bodega fue la excavación, puesto que según los sondeos desde los 12 m de profundidad el cerro estaba compuesto por una roca granítica de gran dureza. Por ello, la empresa Constructora GHG, a cargo de la obra, debió dinamitar gran parte de la ladera, desde donde se extrajeron 18 mil m³ de material, equivalente a 50 mil toneladas de roca. Tras la excavación se decidió darle utilidad al granito extraído para recubrir los pisos del edificio, con el fin de reciclar parte de lo

que se le había sacado al cerro.

José Gómez, gerente general de GHG, explica que "decidir usar esta roca como piso trajo consigo bastantes dificultades constructivas, pues la excavación se realizó normalmente, no fue explotada como en una cantera para cortar granito. Los bloques extraídos eran bastante irregulares por lo que tuvimos que hacer toda una selección de aquellos que se pudieran procesar con ese fin". Del material extraído, 600 toneladas de roca fueron trasladadas a Santiago para la fabricación de las palmetas, las que luego fueron devueltas ya cortadas al lugar

¡NUEVO!
SLOAN

NIBSA®
CALIDAD Y RESPALDO
ISO 9001

Grifería Temporizada de Alta Calidad

- **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.
- **Fabricación**: USA, Italia y Chile

TEL. 489 8100 - FAX: 489 8101 - ventas@nibsa.com

www.nibsa.com

AHORRO DE AGUA APROX. 60% ECOLOGICO

para su instalación en los pisos.

La belleza de la roca viva provocó que se hicieran otros cambios en la estructura. Así, buscando una fórmula para que la piedra quedara a la vista, se decidió que en los pisos inferiores se omitiría un muro y sólo se colocaría un marco de hormigón armado, en una especie de ventana sin vidrio, de cuatro por seis metros. De esta forma, puede apreciarse desde el interior de la bodega el manto de roca. Una decisión que hace un valioso aporte a la estética, pero que obligó a recalcular el diseño de la construcción.

Un detalle más embellece este manto de roca viva. Es la napa de agua que atraviesa el cerro, la que fue redirigida a través de mallas de drenaje y una membrana geotextil, para que no se acumulara contra los muros y formara parte de la bodega otorgándole humedad natural. Es así como este curso de agua escurre libremente por la roca que queda a la vista, tanto en el piso -4 como en la cava privada. Tras escurrir por la piedra llega hasta un nuevo drenaje que la evacua al exterior de la bodega, para seguir bajando por el cerro.

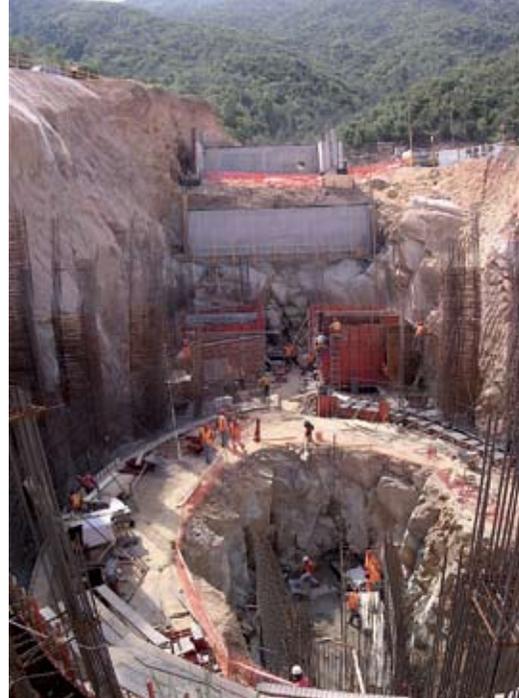
Excavación del cerro conformado por roca granítica e inicio de las fundaciones.



SECUENCIA CONSTRUCTIVA

La fundación del edificio se ubicó bajo el piso -4, siendo construida como una mixtura entre losa y radier. Esta estructura se trabajó como un anillo de fundación que sustenta los muros que conforman la bodega.

Al comenzar la edificación se debió construir sólo el anillo principal de fundación, dejando el centro de la estructura con la roca viva. Esto, debido a que la posterior instalación de pesadas vigas postensadas requería colocar una gran cantidad de andamiaje, que podría haber provocado daño en la losa. Es decir, la secuencia de construcción consistió en colocar primero el anillo de fundación, luego ejecutar los muros, instalar las vigas y finalmente efectuar la losa del -4.



GENTILEZA AMERCANDA

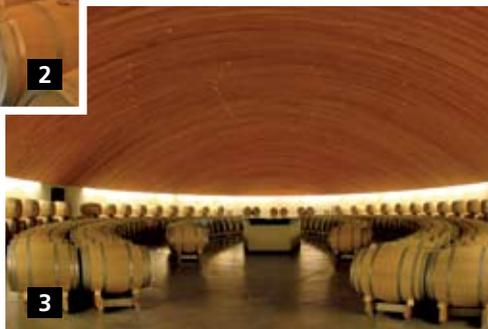
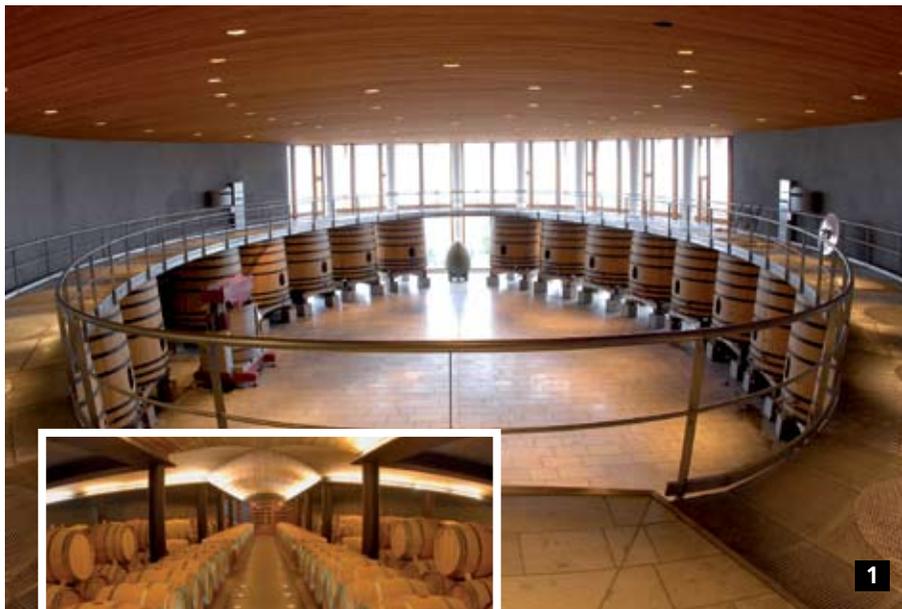
La losa que completó la fundación en el piso -4 fue construida de la siguiente forma: Dentro del anillo de fundación, en el espacio en donde había suelo natural, se hizo un radier. Éste no cubrió la excavación ubicada en el centro de la sala, donde en un piso inferior se ubica la cava privada. Sobre dicha excavación se hizo una losa que cumple la función de piso del segundo año y cielo de la cava, dejando al centro (bajo una mesa) una entrada oculta ha-

SACK
Todo un mundo en Acero

Sucursales:
Iquique: (57) 519 262
Antofagasta: (55) 428 070
Coquimbo: (51) 313 838
Viña del Mar: (32) 288 46 23
Valparaíso: (32) 265 54 00
Quilpué: (32) 256 5747
San Felipe: (34) 535 384
Talca: (71) 343 101
Concepción: (41) 291 01 05
Temuco: (45) 911 592
Puerto Montt: (65) 351 578
Santiago: (2) 441 57 00 / 441 00 52

www.sack.cl

Productos:
Cañerías - Barras - Perfiles - Mallas - Pilares - Cadenas -
Aceros Especiales - Rollos - Planchas de Acero -
Planchas Galvanizadas - Planchas para techo lisas y
acanaladas - Productos especiales, Servicios y
Soluciones en Acero.



cia ésta. La cava privada casi no cuenta con muros construidos, pues su forma está dada por la excavación en la roca viva conservando muros y piso naturales. Ahora sí, es el turno de la edificación.

ESTRUCTURA OVAL

La bodega fue diseñada como un gran óvalo, construida en hormigón con un espesor en los muros de 50 centímetros. Originalmente el diseño contemplaba la utilización de vigas Vierendeel que ocuparían prácticamente todo el piso -3, sustentando la estructura. Esta idea fue desechada prefiriendo la utilización de vigas postensadas.

“El esquema estructural del edificio subterráneo se basó en dos niveles de vigas postensadas que absorben las cargas, uno a nivel de cubierta y otro en el medio del edificio. El nivel -4 al estar sobre terreno, no necesitó nada que soporte su peso”, indica José Luis González, arquitecto director de proyecto de Amercanda Diseño y Arquitectura.

Estas importantes vigas tienen un espesor de 1,0 m y altura promedio de 1,5 m, ya que

cruzan los 20 metros de ancho de la elipse. Las vigas de la cubierta sostienen un jardín (techo verde) y una escultura de piedra consistente en un reloj de sol que marca los momentos importantes del ciclo anual de la vid. En tanto, las vigas de la parte central concentran los esfuerzos de gran parte de la estructura, soportando el peso de las barricas del -3 y de las cubas de fermentación, ubicadas en el piso superior. “El peso de las cubas de fermentación es transmitido por pilares hacia las vigas, las que luego transfieren la carga a los muros. Entonces, el piso -3 hace toda la transmisión estructural para descargar completamente el piso de abajo, donde no es posible tener pilares”, explica Benavente.

Con el fin de evitar que la estructura pudie-

NIVELES

1. Nivel -2, sala de Fermentación.
2. Nivel -3, piso de guarda de primer año, con su cielo de madera en forma de cruz.
3. Nivel -4, piso de guarda de segundo año, donde se ve la gran cúpula de madera del cielo.

ra sufrir daños producto de la presión de la tierra, “el edificio incluyó una serie de contrafuertes, muros de hormigón que se proyectan 1,70 m por fuera de la elipse en la parte inferior, disminuyendo su largo hacia arriba. Cada contrafuerte tiene un ancho de 50 cm, similar al del resto de la estructura”, indica Bernd Haller, arquitecto gerente de Amercanda. La gran cantidad de hormigón y fierro que se utilizó para construir la estructura generó una importante masa, capaz de soportar la fuerza de presión ejercida por la tierra. La estructura demostró su resistencia al no sufrir ningún daño con el terremoto del 27 de febrero.

LA CÚPULA

Los cielos también contienen gran simbolismo y relación con los astros. El cielo del -3 fue construido en madera laminada de raulí formando una gran cruz, emulando la constelación de la Cruz del Sur. En tanto, el cielo del -4 fue construido como una gran bóveda iluminada de estrellas (luces de led). Este cielo fue hecho en base a una estructura metálica curva que incluye listones de madera laminada de raulí, que completan la forma cóncava. “El diseño de esa cúpula es muy especial porque al ser una elipse, cada costilla que la conforma posee una curvatura distinta. Para lograr la forma exacta creamos un sistema en el que las costillas tuvieran tres radios distintos para poder atravesar toda la elipse”, explica Haller. La cúpula no tiene un gran peso, por lo que fue levantada y fijada a través de cables metálicos a las vigas postensadas.

En tanto, las vigas curvas de madera ubicadas en la parte exterior de la bodega se fijaron a un anillo de hormigón en su parte inferior usando grandes tornillos galvanizados. Mientras que en la parte superior, para fijar las vigas dando la forma curva adecuada, se usaron distanciadores metálicos que formaron una triangulación. Para fijarlos también se utilizaron grandes tornillos galvanizados.

La madera laminada, como cada uno de los materiales usados en la construcción, fue estudiada para que no contuviera solventes que afectaran el sabor y calidad del vino. Esto porque elementos como el bromo y el cloro tie-

UNA VEZ TERMINADA la construcción de la bodega, el cerro fue reconstruido cubriendo los muros de hormigón para dejar a la vista sólo el área de ventanales de la sala de fermentación. Para ello se utilizaron rellenos de tierra a través de taludes armados con mallas provistas por la empresa ACMA. Allí, se colocaron injertos con las mismas plantas de la zona para que el cerro recuperara su vegetación original.

EFICIENCIA ENERGÉTICA

CON EL OBJETIVO de ser respetuosa con el medio ambiente, en la bodega se incluyó un techo plantado con especies nativas. Además, se instaló una planta de tratamiento de riles, en que el agua utilizada en la producción del vino luego es depositada en una piscina donde es tratada a través de bacterias y plantas, para luego ser usada como irrigación. También se aprovechó la temperatura y humedad natural por lo que casi no se utilizan sistemas de climatización y las luces utilizadas son de led para tener un gasto reducido de electricidad.



Construcción de la cúpula de madera que cubre el cielo del segundo año de guarda.

nen evaporaciones particularmente dañinas por lo que era fundamental evitarlos. La piedra de los pisos recibió un tratamiento especial para protegerla de la corrosión por los ácidos del vino, para ello se utilizó un aceite de Bautek que no afecta el producto.

La construcción de la Bodega Clos Apalta se realizó cuidando cada uno de los detalles, mostrándola como una casa del vino, más que como un

espacio industrial. Detrás del diseño rústico de las cubas y barricas se esconde el desarrollo constructivo para crear un lugar óptimo para la producción de vino.

www.lapostolle.com, www.amercanda.com,
www.ghg.cl

ARTÍCULO RELACIONADO

- Viña Chocalán. Bajando de los cerros. Revista BIT N° 59, Marzo de 2008, pág. 104.

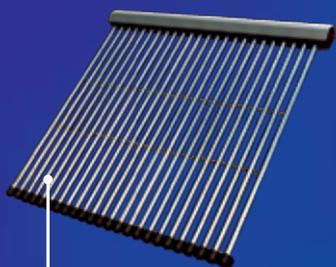
EN SÍNTESIS

La Bodega Clos Apalta de la Viña Lapostolle se caracteriza por ser una construcción de cinco pisos enclavada 25 m en la profundidad de un cerro, con un diseño que posibilita un proceso de producción del vino 100% gravitacional. La estructura fue construida en hormigón armado, con una forma elíptica sostenida por dos niveles con vigas postensadas. El proyecto incluyó medidas para no afectar tanto el entorno, como reutilizar la roca extraída del cerro y reconstruir el paisaje con el objetivo de ser amigable con el medio ambiente.

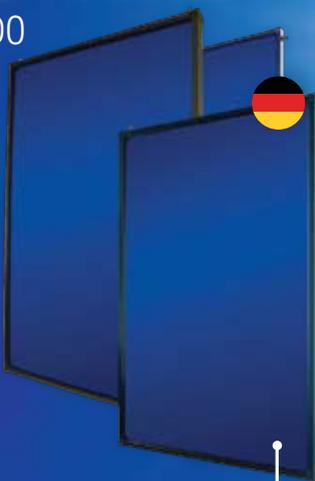
BIT 74 SEPTIEMBRE 2010 ■ 107

Sistemas Solares ANWO

TECNOLOGÍA • CALIDAD • RESPALDO



Colector Solar Tubo al Vacío



Panel Solar Plano



Sistema Termosifón



Inmobiliario
Residencial
Industrial

www.anwo.cl



ventas sólo a través de instaladores y distribuidores autorizados

Geotermia

Caldera
Leña

Caldera
Pellets

Energía
Solar

Aerotermia

Caldera
Parafina

Caldera
Gas

Caldera
Condensación

Aire
Acondicionado

TCPavements Innovación en pavimentos

La empresa presenta una tecnología que adelgaza los pavimentos de hormigón en un 30%, generando importantes ahorros para los proyectos viales. Más delgados, más ahorro y mejor calidad. TCPavements® apuesta fuerte por la innovación.

Una tecnología que significará grandes cambios en calles de ciudad, carreteras, estacionamientos y pisos industriales. Se trata de una innovación "Made in Chile" que adelgaza los pavimentos de hormigón en hasta un 30%, provocando sustanciales ahorros a las obras viales del país". Hemos pavimentado con hormigón hasta en 8 cm", señala Juan Pablo Covarrubias, gerente general de TCPavements.

La empresa chilena TCPavements desarrolló y patentó una creación nacional. El nuevo concepto es simple. El problema habitual: En losas de largo y ancho tradicional (según diseño AASHTO), los

ejes delanteros y traseros de los vehículos, así como también las ruedas de un mismo eje, cargan constantemente la losa en sus esquinas. Esta posición de las cargas genera tensiones de tracción en la cara superior generando agrietamiento. "Nuestra tecnología se basa en un diseño que dimensiona las losas de tal forma que nunca se vean cargadas por más de un set de ruedas de un vehículo determinado. Así, se logra reducir la tensión en la losa, disminuyendo en forma importante las tensiones en el hormigón, reduciendo la fatiga, evitando que se agriete y mejorando el comportamiento", comenta Covarrubias.



Ruta 60, en Portillo.
El pavimento es
de 16 cm de espesor.



La innovación, aprobada por el Ministerio de Obras Públicas (MOP), está respaldada por estudios internacionales de entidades como la Universidad de Illinois, líder en temas de ingeniería civil y pavimentos. Esta solución se aplicó en Estados Unidos, Perú y Guatemala.

Los beneficios

1. Para una misma duración, se puede pavimentar con un costo hasta un 15% menor comparado con soluciones equivalentes en asfalto.
2. Pavimentar con asfalto en climas fríos o en altura es complicado y generalmente debe hacerse en etapas para evitar los meses de invierno. Con esta tecnología en cambio, se puede pavimentar de forma continua y todo el año. Esto implica un ahorro en tiempo, dinero y recursos.
3. El cemento con el que se produce el hormigón genera CO2 en su fabricación. "Por lo tanto, si necesito menos hormi-



Ruta 5, en Talca.
El pavimento es de 16 cm
de espesor.



Centro de Distribución
en base a un pavimento
de 15 cm de espesor.

gón (15 cm en vez de 22), se emite menor CO₂ al ambiente, lo que lo transforma en un pavimento 'verde'.

Tecnología e innovación

Con el fin de mejorar aspectos de serviciabilidad del pavimento, TCPavements ha incorporado a su solución buenas prácticas e innovaciones que no serían posibles sin el significativo ahorro que representa el pavimento más delgado.

En los pavimentos de hormigón, por ejemplo, resulta habitual que las juntas deban ser selladas, esto es principal-

mente por dos razones: evitar que el agua ingrese a la base y se produzca escalonamiento. Además, pueden ingresar objetos pequeños que generan un deterioro en las juntas. Para evitarlo, TCPavements ha incorporado en su diseño dos ítems fundamentales: primero una base que tiene menos de un 8% de fino, la cual no es susceptible al agua y segundo, en Chile se inventó una sierra de corte delgado (1,9 mm) que deja una abertura mínima que impide la rotura de la junta. Otra innovación que ha resultado fundamental es

la incorporación de fibras estructurales en el hormigón, las cuales producen un cambio en el comportamiento del material, reduciendo aun más el espesor y mejorando la serviciabilidad en condiciones de suelos de mala calidad. A estos desarrollos se suma la creación de Optipave®, un software que permite diseñar pavimentos de concreto con dimensiones optimizadas, agregando además la posibilidad de incorporar fibras en el diseño.

Estas innovaciones convierten a esta tecnología en un concepto integral y competitivo. "Nuestra empresa comercializa la tecnología y licencia la patente de invención, entregando una solución que encierra múltiples ventajas", explica Juan Pablo Covarrubias.

Y a pesar que las aplicaciones más visibles están en carreteras y vías urbanas, esta innovadora tecnología también puede ser aplicada en pisos industriales y estacionamientos. Es la innovación en pavimentos.

www.tcpavements.com

Teléfono: 6581321

“Ayudar a resolver los problemas de la gente
– simplemente por eso es que soy un Arquitecto”



Silvia Soonets, Arquitecto, Caracas, Venezuela: Ganadora del Holcim Awards Global de Oro 2006.

Desarrolla nuevas perspectivas para
nuestro futuro: 3^{ra} competencia mundial
Holcim Awards, para proyectos de
construcción sostenible. 2 millones de
dólares en premios.
www.holcimawards.org

HOLCIM AWARDS
INSCRIPCIONES ABIERTAS
1^o de julio hasta el 23 de marzo de 2011
www.holcimawards.org

En sociedad con el Instituto federal Suizo de Tecnología (ETH Zürich), Suiza; el Instituto de Tecnología de Massachussets (MIT) Cambridge, EUA; la Universidad de Tongji, Shanghai, China; la Universidad Iberoamericana, ciudad de México; y la Escuela Superior de Arquitectura de Casablanca, Marruecos. Las Universidades lideran los jurados independientes en cinco regiones del mundo. Participe ingresando a www.holcimawards.org, hasta el 23 de marzo del 2011.

La competencia Holcim Awards es una iniciativa de Holcim Foundation for Sustainable Construction. Con sede en Suiza, la Fundación es respaldada por Holcim Ltd. y sus empresas filiales en más de 70 países. Holcim es uno de los principales proveedores mundiales de cemento y agregados, así como en otras actividades relacionadas como hormigón premezclado, asfaltos y servicios para la construcción.

Para más información: holcimawards@polpaico.cl



Holcim Foundation cuenta con el respaldo en Chile de Cemento Polpaico S. A. www.polpaico.com



Abastible, la mejor opción para sus proyectos de energía solar

ENERGÍA
SOLAR
a través de
colectores

AGUA
CALIENTE
ILIMITADA

Por un Chile
más cálido

- Ahorro de hasta un 70% en energía.
- Seriedad y respaldo de Abastible.
- Gas Licuado, la mejor energía auxiliar:
 - Menor espacio en central térmica - Menor inversión
 - Calentamiento instantáneo "Nunca se acaba el agua caliente"

CONTACTOS: Email: solar@abastible.cl Fono: 02 - 693 90 09

abastible
ENERGIA
SOLAR

7-8 SEPTIEMBRE

19 OCTUBRE

17 NOVIEMBRE

SEPTIEMBRE

CHILEPLAST

01 AL 03 DE SEPTIEMBRE

Feria Internacional de la Industria del Plástico.

LUGAR: Expocenter, Centro de Eventos Espacio Riesco.

CONTACTO: www.chileplast.cl

VII ENCUENTRO INTERNACIONAL DE MANTENEDORES DE PLANTAS MINERAS

01 AL 03 DE SEPTIEMBRE

LUGAR: Sheraton Santiago Hotel & Convention Center, Santiago.

CONTACTO: www.mapla.cl

XIII FERIA DE OFERTA INMOBILIARIA DE SANTIAGO

03 AL 05 DE SEPTIEMBRE

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

LUGAR: Centro Cultural Estación Mapocho.

CONTACTO: www.feriaexpovivienda.cl



VI ENCUENTRO PROFESIONALES DE OBRA: PRO-OBRA

07 Y 08 DE SEPTIEMBRE

Evento orientado al perfeccionamiento de los profesionales de obra.

LUGAR: Auditorio Cámara Chilena de la Construcción (CChC).

CONTACTO: www.pro-obra.cl

OCTUBRE

VI ENCUENTRO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE

19 DE OCTUBRE

Eficiencia energética y construcción sustentable en Chile.

LUGAR: Centros de Eventos Club Manquehue.

CONTACTO: www.construccion-sustentable.cl

EXPO LOGÍSTICA CHILE 20 AL 22 DE OCTUBRE

Principal muestra de la industria logística que dará a conocer las alternativas que ayudan a mejorar los procesos logísticos y la cadena de abastecimiento.

LUGAR: Centro Logístico BSF - Puerto Madero 9710, Pudahuel.

CONTACTO: www.expologicachile.com

NOVIEMBRE

TERCER ENCUENTRO INTERNACIONAL DE INNOVACIÓN

17 DE NOVIEMBRE

Tercer Seminario de Innovación.

LUGAR: Centros de Eventos Casapiedra.

CONTACTO: www.cdt.cl

CORROMIN

18 Y 19 DE NOVIEMBRE

II Congreso de protección contra la corrosión.

LUGAR: Sheraton Miramar, Viña del Mar.

CONTACTO: www.edoctum.cl

XVII BIENAL DE ARQUITECTURA

18 AL 27 DE NOVIEMBRE

A propósito del terremoto de febrero pasado, la temática de la Bienal se reorientó, por lo que el slogan será "8.8 Re-Construcción".

LUGAR: Museo Histórico y Militar de Chile.

CONTACTO: www.colegioarquitectos.com

EXPO EFICIENCIA ENERGÉTICA

19 AL 20 DE NOVIEMBRE

Primera versión de la feria que promueve el uso de la eficiencia energética.

LUGAR: Estación Mapocho, Santiago.

CONTACTO: www.expoeficienciaenergetica.cl

MINE CLOSURE 2010

23 AL 26 DE NOVIEMBRE

V Conferencia internacional en Cierre de Minas.

LUGAR: Hotel & Convention Center, Viña del Mar.

CONTACTO: www.mineclosure2010.com

DICIEMBRE

VII SEMINARIO INTERNACIONAL DE PROCESAMIENTO DE MINERALES

08 AL 10 DE DICIEMBRE

LUGAR: Sheraton Santiago Hotel & Convention Center, Santiago.

CONTACTO: www.procemin.cl

2011

MARZO

FEREXPO ENERGÍAS

FECHA POR

CONFIRMAR

Se presentarán productos de eficiencia energética y construcción sustentable.

LUGAR: Por confirmar.

CONTACTO:

www.ferexpo-energias.cl

NOVIEMBRE

CONFERENCIA INTERNACIONAL

15 AL 19 DE

NOVIEMBRE

8ª Conferencia Internacional en Gestión de Infraestructura Vial.

LUGAR: Centro de Extensión Universidad Católica de Chile y Hotel Crowne Plaza, Santiago.

CONTACTO:

www.icmpa2011.cl

SEPTIEMBRE / EXPO SHANGAI / HASTA EL 31 DE OCTUBRE

Evento que albergará durante seis meses una Exposición Universal en la que participará Chile con un atractivo pabellón. El slogan será "Better City, Better Life".

LUGAR: Shanghai, China. **CONTACTO:** <http://en.expo2010.cn>; www.expo2010chile.cl



SEPTIEMBRE



CERSAIE

28 DE SEPTIEMBRE AL 02 DE OCTUBRE

XXVII edición de la feria internacional de la cerámica y del baño.

LUGAR: Bologna, Italia.

CONTACTO: www.cersaie.com

OCTUBRE



ELECTRA MINING AFRICA

04 AL 08 DE OCTUBRE

Feria de la industria minera con los últimos desarrollos en tecnología y tendencias.

LUGAR: Expo Centro Nasrec, Sudáfrica.

CONTACTO: www.electramining.co.za

NOVIEMBRE



CONSTRUCT CALGARY

03 AL 04 DE NOVIEMBRE

XI versión de la feria para el sector de la construcción, diseño y la industria.

LUGAR: Calgary, Canadá.

CONTACTO: www.buildexcalgary.com



FEMATEC

06 AL 09 DE OCTUBRE

XVIII feria internacional de materiales y tecnologías para la construcción.

LUGAR: Centro Costa Salguero, Buenos Aires, Argentina.

CONTACTO: www.fematec.com.ar



INTERBUILD

17 AL 20 DE OCTUBRE

Feria internacional de vivienda y construcción.

LUGAR: Birmingham, Inglaterra.

CONTACTO: www.interbuild.com



K 2010

27 DE OCTUBRE AL 03 DE NOVIEMBRE

Feria mundial del plástico y el caucho.

LUGAR: Düsseldorf, Alemania.

CONTACTO: www.k-online.de

2011

ENERO



CONTRACTWORLD

15 AL 18 DE ENERO

Feria de materiales de arquitectura e innovaciones tecnológicas.

LUGAR: Hannover, Alemania.

CONTACTO: www.contractworld.com/homepage_e



BAU

17 AL 22 DE ENERO

Salón internacional de materiales para la construcción y sistemas constructivos.

LUGAR: München, Alemania.

CONTACTO:

www.bau-muenchen.com



...Una empresa del grupo Drillco

Ejecución y Asesoría en Fundaciones Especiales y Geotécnia

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

- ➔ Eficiencia y Precisión
- ➔ Confiabilidad y Respaldo



COMPENDIO TÉCNICO PARA MAQUINARIAS DE MOVIMIENTOS DE TIERRA

Editado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT). Año 2010. 62 pp.

Documento que aborda los requisitos de diseño que deben cumplir las maquinarias con el fin de asegurar un máximo rendimiento y seguridad para los operadores; la prevención de accidentes y enfermedades laborales. También se entregan recomendaciones prácticas para evitar la contaminación ambiental tanto en faenas urbanas como rurales y las competencias laborales de los operadores y mantenedores para disminuir accidentes.

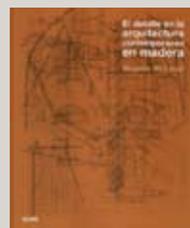


EL DETALLE EN LA ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA EN MADERA

Carenco, Jenny. Editorial Blume.

En español. 224 pp.

Se analiza la importancia técnica y estética de los detalles en la arquitectura en madera. El libro presenta la obra de 50 arquitectos de renombre internacional, así como 50 de los más recientes e



influyentes diseños de la arquitectura de madera, tanto de viviendas como comercial.



PROPUESTAS PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE LA REGIÓN DEL BÍO BÍO

Editado por la Universidad de Concepción.

Año 2010. Concepción.

El desarrollo a mediano y largo plazo de una de las zonas más afectadas del país, tras la catástrofe sufrida el pasado 27 de febrero, dependerá de cómo se enfrente el proceso de reconstrucción y para ello se requiere un instrumento de planificación capaz de abordar integralmente el problema. Esta es una de las principales conclusiones que entrega este texto.

A&D BIOCLIMATIC ARCHITECTURE

Editorial Monsa.

En español. 240 pp.

Colección de diferentes proyectos de arquitectura sostenible, término que



consiste en cómo se utiliza la energía disponible, los materiales constructivos, el agua y las ventilaciones de manera que sean acertados para el confort

del ser humano sin ser necesariamente dañinos con el medio ambiente y, por supuesto, que mantengan una imagen contemporánea de la arquitectura moderna.



MANUAL DE ESQUEMAS SIPA PARA VIVIENDAS BÁSICAS

Editado por Pinturas SIPA.

Año 2010.

Guía técnica dirigida a arquitectos, ingenieros, constructores, técnicos, empresas constructoras, especificadores y distribuidores, que entrega una amplia gama de alternativas de aplicación y protección de superficies, así como recomendaciones técnicas. Incluye opciones cementicias para la preparación de muros; soluciones para la protección de ladrillos a la vista, cadenas y morteros, entre otras.



HOTELES CON ESTILO

Broto, Charles. Editorial Links (Océano). Año 2010. 239 pp.

La publicación muestra proyectos de hoteles, tanto desde el punto de la arquitectura como del planeamiento urbano. Se incluyen plantas, alzados y especificaciones técnicas de cada uno de ellos, comentados por los propios arquitectos, incluyendo nombres como Norman Foster, Steven Holl y Kengo Kuma, entre otros. Destaca el Indigo Patagonia Hotel en Puerto Natales, Chile; Hotel Hinteregger en Austria y el T hotel en Cagliari, Italia.



www.pancanal.com

Portal del Canal de Panamá, donde se describe el plan de ampliación de la megaobra, que consiste en la edificación de dos complejos de esclusas de tres niveles cada una con tres tinas de reutilización de agua por nivel, una en el lado Pacífico y otra en el lado Atlántico, entre otras faenas. Más información en un completo reportaje en página 76.



www.lapostolle.com

Bodega de la Viña Lapostolle donde se produce su vino estrella "Clos Apalta". Su imponente estructura de cinco pisos en forma de espiral enclavada en el cerro, estuvo inspirada en el concepto gravitacional, donde el flujo del vino va descendiendo de nivel en forma natural sin utilizar bombas ni motores. Lea el reportaje en página 102.

www.planok.com

Sistema de post venta inmobiliaria que permite que los reclamos ingresados por el propietario en su página web, sean gestionados a través de la empresa por una plataforma de internet que facilita el control de la información. Con la nueva versión, las herramientas que ayudarán al cliente a tener un mejor registro son: reportes diarios y periódicos, benchmarking, seguro de postventa, entre otros.



www.macropanel.com

A través de un informe mensual otorgado por el panel inmobiliario es posible obtener datos personalizados y oportunos sobre el mercado de viviendas en la Región Metropolitana. La metodología se basa en recibir los datos de venta y stock directamente de las inmobiliarias, analizar de forma detallada las tendencias del mercado, pudiendo segmentar por comuna y barrio, entre otras ventajas.



www.arquitecturaenacero.org

Un nuevo sitio web para ILAFA (Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero), que aspira a transformarse en un referente de la arquitectura en acero, orientado tanto a profesionales como también a estudiantes. Se presentan proyectos de todo el mundo pero privilegiando los de la Región, y se incluyen secciones de soluciones constructivas y materiales, además de noticias, temas de interés, historia y otros.

▶ ENVÍE SUS PUBLICACIONES Y WEB RECOMENDADAS A EDITORIALBIT@CDT.CL

Cargadores Frontales SDLG

Aproveche!
Mantenimiento
Hasta las 1.000 hrs.

SIN COSTO

SERVICIO Y RESPALDO SKC EN TODO CHILE

CLIENTE FELIZ MANTENCIÓN GRATIS

SDLG, TECNOLOGÍA SIMPLE Y CONFIABLE EN CARGADORES FRONTALES

www.asiandina.cl

APROVECHE: CONSULTE POR FINANCIAMIENTO ESPECIAL

Casa Matriz (562) 837 3088
 Zona Centro Norte (569) 9 701 8235
 Zona Centro Sur (569) 7 431 8671
asiandina@asiandina.cl

COMERCIAL ASIANDINA
UNA EMPRESA SIGDO KOPPERS

SDLG

A LO LARGO DE TODO CHILE RED SKC
 IQUIQUE - ANTOFAGASTA - CALAMA - COPIAPÓ
 LA SERENA - SANTIAGO - TALCA
 CONCEPCIÓN - TEMUCO - PTO. MONTT

*En todo Chile, consulte a SKC en su región, límite de 200 km. de punto comercial.
*Validez hasta 30 de septiembre o hasta agotar stock disponible.

EN CHILE CONTAMOS CON PARA VOLVER A



Arica - Antofagasta - La Serena - Ovalle - Viña del Mar -

LA **FUERZA** DE UN BUFALO PONERNOS DE PIE!



Santiago - San Fernando - Chillán - Concepción - Puerto Montt - Castro www.bufalo.com

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