

# Bit<sup>®</sup>

CORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO  
CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN

# ESTRUCTURAS

## RECUPERACIÓN Y REFUERZO

- **HORMIGÓN**
- **ALBAÑILERÍA**
- **CIELOS FALSOS**
- **ASCENSORES**

# Safeboard®

Placa de blindaje a rayos X

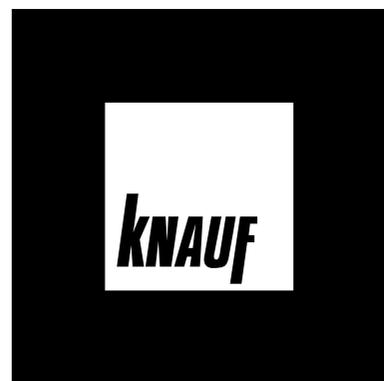
# Innovación



KNAUF

Asómbrate con Safeboard, la placa de yeso-cartón capaz de proporcionar protección y seguridad con rayos X.

- 1 Ingresa a [www.knauf.cl/ra](http://www.knauf.cl/ra) con el código de esta revista.
- 2 Sitúa el código frente a la webcam de tu computador.
- 3 Descubre lo simple y efectivo de la composición de un tabique con Placa Safeboard.



Encuentra más información de Safeboard en [www.knauf.cl](http://www.knauf.cl)

**KNAUF**  
Calidad con sustento

# ESTAMOS PRESENTES EN LAS OBRAS MAS IMPORTANTES DEL MUNDO

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



REINO UNIDO

Wembley Stadium

Ciudad: Londres

Área: 20.000 m<sup>2</sup>

Aplicación: Explanada del Estadio

Productos: Morteros, Niveladores e Imprimadores



LÍDER EN SOLUCIONES

Calidad 

MÁXIMA ELASTICIDAD

# ¿PROBLEMA DE GRIETAS?



## CONFLEX DELOXON

SHERWIN WILLIAMS CHILE S.A - Av . La Divisa 0689 San Bernardo - Fono: 540 00 00 - Santiago - Chile  
Disponible en Nuestras Tiendas  
[www.sherwin.cl](http://www.sherwin.cl)



# DRY MIX

Más tecnología. Más innovación.

## REPARA CON CONFIANZA

Ingresa a [www.reparacondrymix.cl](http://www.reparacondrymix.cl) y encuentra los productos que necesitas para tu proyecto de reparación.



PEGAR ENCHAPES.

RETAPAR O ENLUCIR ESTUCOS.

CONSTRUIR MUROS DE ALBAÑILERÍA.

ESTUCAR MUROS EXTERIORES.

REPARAR GRIETAS ESTUCOS.

ESTUCAR MUROS INTERIORES.

PEGAR AZULEJOS.

PEGAR CERÁMICA.

PEGAR PIEDRA, PIZARRA, MÁRMOL, PORCELANATO.

CONSTRUIR SOBRE LOSAS O RADIERES.

PEGAR ELEMENTOS PÉTREOS LIVIANOS.

# TRABAJANDO COMO UN GRAN EQUIPO... acompañamos a las constructoras e inmobiliarias en la reconstrucción de Chile

Cumplimos 10 años entregando soluciones innovadoras  
y la mejor calidad de servicio.



SOLUCIONES TECNOLÓGICAS  
PARA LA GESTIÓN INMOBILIARIA  
Y DE LA CONSTRUCCIÓN

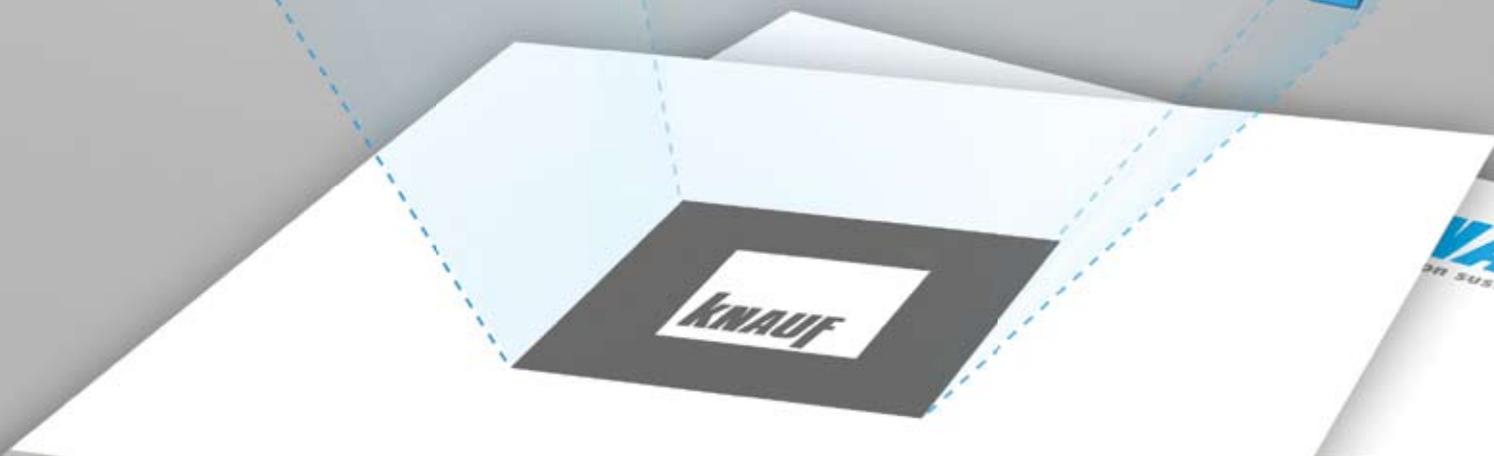
(56-2) 439 69 00 | [www.planok.com](http://www.planok.com)



# Safeboard®

Placa de blindaje a rayos X

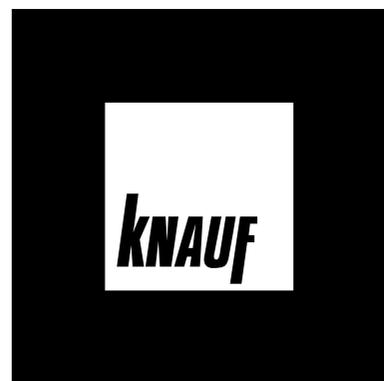
# Innovación



KNAUF

Asómbrate con Safeboard, la placa de yeso-cartón capaz de proporcionar protección y seguridad con rayos X.

- 1 Ingresa a [www.knauf.cl/ra](http://www.knauf.cl/ra) con el código de esta revista.
- 2 Sitúa el código frente a la webcam de tu computador.
- 3 Descubre lo simple y efectivo de la composición de un tabique con Placa Safeboard.



Encuentra más información de Safeboard en [www.knauf.cl](http://www.knauf.cl)

**KNAUF**  
Calidad con sustento

MÁXIMA ELASTICIDAD

# ¿PROBLEMA DE GRIETAS?



## CONFLEX DELOXON

SHERWIN WILLIAMS CHILE S.A - Av . La Divisa 0689 San Bernardo - Fono: 540 00 00 - Santiago - Chile  
Disponible en Nuestras Tiendas  
[www.sherwin.cl](http://www.sherwin.cl)

# ESTAMOS PRESENTES EN LAS OBRAS MAS IMPORTANTES DEL MUNDO

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



REINO UNIDO

Wembley Stadium

Ciudad: Londres

Área: 20.000 m<sup>2</sup>

Aplicación: Explanada del Estadio

Productos: Morteros, Niveladores e Imprimadores



LÍDER EN SOLUCIONES

Calidad 



# DRYMIX

Más tecnología. Más innovación.

## REPARA CON CONFIANZA

Ingresa a [www.reparacondrymix.cl](http://www.reparacondrymix.cl) y encuentra los productos que necesitas para tu proyecto de reparación.



PEGAR ENCHAPES.

RETAPAR O ENLUCIR ESTUCOS.

CONSTRUIR MUROS DE ALBAÑILERÍA.

ESTUCAR MUROS EXTERIORES.

REPARAR GRIETAS ESTUCOS.

ESTUCAR MUROS INTERIORES.

PEGAR AZULEJOS.

PEGAR CERÁMICA.

PEGAR PIEDRA, PIZARRA, MÁRMOL, PORCELANATO.

CONSTRUIR SOBRE LOSAS O RADIERES.

PEGAR ELEMENTOS PÉTREOS LIVIANOS.

# SUMARIO > N°73

JULIO/AGOSTO 2010

## 14 / RECUPERACIÓN ESTRUCTURAL

### DAÑO SÍSMICO

## LEVANTANDO ESTRUCTURAS

Chile se pone de pie. Los esfuerzos se concentran en la reparación y refuerzo de las estructuras dañadas. La tarea es titánica. Pero hay técnicas para lograrlo. Lo primero es definir un Proyecto de Refuerzo Estructural que tome en cuenta las causas de los daños. Asimismo hay temas normativos que es necesario conocer. También se analizan las diversas tecnologías para recuperar el hormigón y la albañilería. Los cielos falsos y ascensores llegan con novedades.



## 8 / CARTA DEL EDITOR

## 10 / FLASH NOTICIAS

Noticias nacionales e internacionales sobre innovaciones y soluciones constructivas.

## RECUPERACIÓN ESTRUCTURAL

### 26 / HORMIGÓN

## Las técnicas precisas

Las tendencias en refuerzo y reparación para recuperar estructuras de hormigón.

### 38 / ALBAÑILERÍA

## Soluciones sólidas

Las técnicas de refuerzo y reparación para recuperar estructuras de albañilería.

## ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

### 44 / CIELOS FALSOS

## En su lugar

El comportamiento de los cielos falsos durante el sismo, las debilidades normativas y recomendaciones para su correcta instalación.

### 52 / ASCENSORES

## En movimiento

Los especialistas detallan las principales fallas y las medidas que se deberán tomar para evitarlas a futuro.

### 58 / ANÁLISIS

EDIFICA Y EXPOHORMIGÓN 2010

## Novedades para la reconstrucción

En el marco de la Semana de la Construcción, las ferias Edifica y ExpoHormigón mostraron los últimos desarrollos de la industria.





## 66 / ANÁLISIS

I+D+i

### Tiempos de cambio

El sector construcción se encamina hacia tiempos de cambio, donde el concepto I+D+i (Investigación, Desarrollo e innovación) será uno de los protagonistas principales.

## 70 / INVESTIGACIÓN

EDIFICIOS EMBLEMÁTICOS

### Diagnóstico e identificación de daño estructural

Los parámetros más utilizados para conocer el estado real de una estructura se analizan en tres edificios emblemáticos.

## 78 / SCANNER TECNOLÓGICO

VIVIENDAS INDUSTRIALIZADAS

### Tecnología para armar

Los nuevos desarrollos de casas industrializadas que levantan Chile. Aquí las tipologías y sus características.

## 84 / ANÁLISIS

NUEVOS PRODUCTOS Y SERVICIOS

### Expomin 2010

Feria internacional del sector minero donde se presentaron las últimas tecnologías en maquinarias, productos y servicios.

## 88 / ANÁLISIS

SISTEMAS DE RESISTENCIA AL FUEGO

### Tomando medidas

Se analiza el comportamiento de resistencia al fuego de las placas de fibrocemento y de las pinturas intumescentes.

## 94 / PROYECTO FUTURO

NUEVO EDIFICIO DE CHILEVISIÓN

### Cambio de canal

La ex fábrica textil Machasa será convertida en la nueva casa televisiva de Chilevisión.

## 100 / REGIONES

EDIFICIO DE LAS EMPRESAS EN VIÑA DEL MAR

### Un nuevo concepto

Un centro empresarial nace en Viña del Mar. Una construcción con detalles interesantes de piso a cielo.

## 106 / EVENTOS

## 107 / PUBLICACIONES Y WEB

## NUESTROS AVISADORES

	Página
Aguilar Aceros S.A.	86
Aislapol BASF	43
Alsina	73
Antolín	11
Anwo	19
Anwo	67
Arauco	83
Ascensores Eurobras	55
Bau	36
Bau	37
Blosec	61
Budnik	49
Canadian Home	81
CAP	74
Cementos Bio Bio	5
Cementos Bio Bio	22
Cementos Bio Bio	23
Cementos Búfalo	Inserto
Cementos Búfalo	108
Cementos Búfalo	73
Coflex	65
Constructora El Sauce S.A.	50
Constructora El Sauce S.A.	51
Chilectra	105
Emin	41
Estratos	60
Ferbrás S.A. - Eurobrás S.A.	62
Fleischmann	97
Formscaff	12
Gerdau Aza	24
G-U Herrerajes Sud America Ltda.	62
Hebel	76
Henkel	4
Hidrofrein Chile	35
IConstruye	106
IConstruye	107
Jeld-Wen Chile	10
Junkers	21
Knauf	2
Knauf	Inserto
Krings	11
Legrand	99
Leis	13
Masonite	63
Mecva	31
Melón	17
Melón Morteros	89
Metrogas	9
Mosaico Stretto	29
Nibsa	56
Penetron Chile	59
Peri	103
Pilotes Terratest	91
Pinturas Tajamar	58
Plan Ok	72
Plan Ok	1
Salfa	92
Salomon Sack	92
Sergatex	47
Sherwin Williams	3
Sika	75
Simma	64
Soletanche Bachy	75
Tecnoglobal	57
Tecnopanel	77
Tensocret	25
Tierra Reforzada	85
Tigre ADS	69
Tigre Chile	93
Vinilit	87
Volcán	64
Yolito Balart Hermanos	33

### COMITÉ EDITORIAL

#### PRESIDENTE

JUAN CARLOS LABBÉ R.

ANDRÉS BECA F.  
BERNARDO ECHEVERRÍA V.  
JUAN CARLOS LEÓN F.  
HERNÁN LEVY A.  
ENRIQUE LOESER B.  
HORACIO PAVEZ A.  
SERGIO SAN MARTÍN R.  
MAURICIO SARRAZIN A.  
ANDRÉS VARELA G.  
CARLOS VIDELA C.

#### DIRECTOR

ROBERTO ACEVEDO A.

#### EDITOR

MARCELO CASARES Z.

#### PERIODISTAS

PAULA CHAPPLE C.  
DANIELA MALDONADO P.  
GERALDINE ORMAZÁBAL N.  
CATALINA CARO C.

#### JEFA COMERCIAL

PAULINA TORRES A.

#### EJECUTIVAS COMERCIALES

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

#### COLABORADORES PERMANENTES

CEFRAPI / 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](http://www.revistabit.cl)

## DOBLE APRENDIZAJE

Estamos en tiempos de reconstrucción. El país se pone de pie para recuperar las estructuras afectadas por el terremoto. La tarea no será fácil ni rápida. Eso está claro. Tan claro como que la reconstrucción debe incorporar un sinfín de variables desde nuevos y detallados análisis de suelo hasta la sustentabilidad en el largo plazo, pasando por eficientes sistemas de reparación, rehabilitación y construcción. Sin embargo, la titánica tarea debe contener un componente insustituible: El aprendizaje. En este caso, un doble aprendizaje.

Antes de definir el lugar de las viviendas definitivas, excavar para una fundación y reparar la columna dañada, se debe tener un completo aprendizaje de las lecciones que dejó el último terremoto. Sí o sí. Con lupa debemos analizar cada daño en el terreno, en la base, en la estructura y en los elementos no estructurales, también llamados "secundarios", aunque quedó claro que de "secundarios" no tienen nada porque su falla obligó a cerrar aeropuertos, hospitales, oficinas y edificios habitacionales, entre otros. A este primer aprendizaje se ha enfocado una parte importante de nuestra actual edición. Con la colaboración de prestigiosos especialistas, en distintos artículos se muestran los daños más recurrentes en estructuras de hormigón, albañilerías, ascensores y cielos falsos.

¿Y el doble aprendizaje? Muy fácil. Tras conocer minuciosamente cada una de las lecciones que dejó el cataclismo, llega la hora de un segundo aprendizaje. La hora de bucear en las profundidades de las múltiples alternativas existentes para la reconstrucción. Antes de tomar una decisión se debe poner en la mesa más de una opción, y esto también involucra desde la elección del lugar para fundar una nueva ciudad hasta la reparación de un revestimiento, con todas las estaciones intermedias que podamos imaginar. Ya se dijo: hay que construir y mejor que antes. Para ello, se debe abrir la mente, ver todas las soluciones disponibles en el mercado, investigar las experiencias extranjeras y también apostar por la innovación. ¿Por qué no imaginar una planta que abastezca de calefacción a un nuevo barrio de viviendas sociales? Nuevas soluciones hay, y muchas. Sin ir más lejos, en esta edición se observan al menos veinte mecanismos para recuperar estructuras de hormigón. Sí, veinte. Es decir, más de una solución para cada caso o necesidad.

Dos aprendizajes. Los dos relacionados indisolublemente, los dos imprescindibles. No considerarlos en la reconstrucción nos llevaría a una conclusión demoledora: Al final de cuentas, no habríamos aprendido nada.

El Editor



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

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

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

# TODO LO QUE SU PROYECTO NECESITA

**Metrogas® Inmobiliario** cuenta con distintos productos y servicios que nos permiten entregarle soluciones integrales a su proyecto inmobiliario.

## Servicio PAT

El Programa de Actualización Técnica orienta y asiste, con charlas y visitas, a los clientes inmobiliarios y constructoras en las instalaciones de gas para sus proyectos, buscando reducir la posibilidad de demoras u objeciones en la certificación del proyecto de gas. Solicite este servicio gratuito al inicio de las obras o en cualquier instancia.



## Team Metrogas®

Entrega un momento de entretenimiento y distensión a los trabajadores de su obra que día a día están en terreno.



## Vitrina Inmobiliaria

Vitrina Inmobiliaria, parte de Revista Metrogas®, con la que podrá publicar gratuitamente, obteniendo un alcance de 380.000 hogares de la Región Metropolitana.



## Sume a sus proyectos todas las ventajas y conveniencia de la mejor calefacción

### Calefacción Modular

Los beneficios de la calefacción central a un menor precio.



#### La Italkero Stratos 5.0

puede ser usada en una casa como un sistema centralizado de calefacción.

Se controla con el termostato ambiente, posee mejor tiempo de respuesta para llegar a temperatura de confort que otras alternativas de calefacción.

- ✓ Gran capacidad de calefacción, alta velocidad y eficiencia.
- ✓ Última tecnología.
- ✓ Capacidad de programación y ajuste a las necesidades del hogar.
- ✓ Facilidad de instalación.
- ✓ Gran economía.
- ✓ 0% de contaminación intradomiciliaria.
- ✓ 92% Increíble eficiencia térmica.

Contáctenos en:  
[negocio\\_inmobiliario@metrogas.cl](mailto:negocio_inmobiliario@metrogas.cl)  
o al teléfono 337 8888.



# Inmobiliario

## HERRAJES PARA GRANDES APERTURAS

Una empresa lanzó un sistema de herrajes de grandes aperturas que busca satisfacer las necesidades de los actuales requerimientos arquitectónicos que demandan grandes paños de luz. Estos herrajes, dice su proveedor, aseguran gran hermeticidad para ventanas de gran tamaño y peso, abarcando hojas de hasta 400 kilos. Adicionalmente el desplazamiento de las hojas se realiza en forma suave, aplicándose el mínimo de fuerza para movilizarlas. En esta línea se ofrecen herrajes para ventanas correderas elevadoras, osciloparalelas, plegables y para ventanas pivotantes. Todas estas soluciones pueden ser aplicadas a perfiles de PVC, madera y aluminio.

**+** INFORMACIÓN: Grandes aperturas de G-U, [www.herrajes.cl](http://www.herrajes.cl)



## SOFTWARE PARA CUMPLIR PERMISOS AMBIENTALES

Se lanzó un software de gestión ambiental que tiene por objetivo asegurar el cumplimiento de las normas y permisos ambientales de las empresas constructoras que someten sus proyectos de inversión ante el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y de paso evitar las multas que establecerá la nueva institucionalidad ambiental del país. El sistema considera el cumplimiento de la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) como un permiso e integra las necesidades de cumplimiento de las distintas autorizaciones sectoriales que se requieren para la construcción, operación y cierre de un proyecto de inversión. Su conceptualización permite también apoyar sistemas de gestión estandarizados de las empresas, tales como ISO 14.001, ISO 9.001 y OSHAS 18.001.

**+** INFORMACIÓN: Software online de gestión ambiental SIGEA, [www.gisma.cl](http://www.gisma.cl)

## ACOPLAMIENTOS CON TECNOLOGÍA SÍSMICA

Una empresa fabricante de sistemas de uniones mecánicas para tuberías mostró los resultados de las pruebas a las que fueron sometidos sus productos. Se trata de sistemas de uniones mecánicas ranuradas de tuberías que se utilizan en instalaciones de



aire acondicionado, en protección contra incendios, en minería y en plantas desalinizadoras, entre otros y que se probaron en el centro ATLSS, reconocido miembro de la Red para la Ingeniería de Simulaciones Sísmicas (NEES). Los acoplamientos de entre 4 y 16 pulgadas fueron expuestos a simulaciones 50% más altas que el terremoto que afectó a California en 1994 y que fue de 6,7° Richter, comprobando que el sistema ensamblado entre acoplamientos y tuberías mantiene la integridad operacional durante eventos sísmicos.

**+** INFORMACIÓN: Acoplamientos Victaulic, [www.victaulic.com](http://www.victaulic.com)

## Somos Innovación en puertas Metálicas

- Puerta de uso exterior
- Excelente diseño y calidad
- Entrega seguridad, durabilidad y alto nivel de aislamiento
- Puede ser en versión precolgado
- Incluye PRIMER listo para recibir pintura de terminación

**JELD-WEN**  
WINDOWS & DOORS

[www.jeldwen.cl](http://www.jeldwen.cl) • Panamericana Norte Km.16½, Camino La Montaña Poniente N° 627, Lampa. • Central: (56-2) 496.70.00 / Fax: (56-2) 496.70.12 • [admin.jeldwen@jeldwen.cl](mailto:admin.jeldwen@jeldwen.cl) • Santiago - CHILE

## CUBIERTAS ANTICONDENSANTES

Se presentó una cubierta que incluye una membrana que evita el goteo en el interior de los recintos producido por la condensación. La membrana



tiene la capilaridad necesaria para absorber agua y también para liberarla al ambiente cuando las condiciones térmicas han cambiado. Así, se absorbe hasta un litro de agua/m<sup>2</sup>. Además, dice su proveedor, el producto aumenta la resistencia ante la corrosión protegiendo el panel, no se quiebra ni se degrada, es incombustible y mejora la absorción acústica reduciendo el ruido de la lluvia.

**+ INFORMACIÓN:**

Cubiertas anticondensantes con sistema Aquastop®, [www.cintac.cl](http://www.cintac.cl)

## CDT Y ACHIVAL ELABORAN MANUAL DE VENTANAS

La Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) en conjunto con la Asociación Gremial Chilena del Vidrio y Aluminio (ACHIVAL) lideran un proyecto destinado a la edición de un Manual de Especificación de Ventanas, el que estará orientado principalmente al profesional especificador. En el desarrollo de esta iniciativa participan los principales proveedores de insumos, tales como perfiles de aluminio, vidrios y quincallería. El manual tendrá una versión impresa y un sitio Web interactivo.



**+ INFORMACIÓN:** [www.cdt.cl](http://www.cdt.cl); [www.achival.cl](http://www.achival.cl)

BIT 73 JULIO 2010 ■ 11



## 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



## 30 PROPUESTAS POST TERREMOTO

El Instituto de la Construcción (IC) presentó 30 propuestas para incorporar, mejorar y actualizar diversas normativas y aspectos relacionados a la construcción, la planificación, la emergencia y la capacitación. En un documento entregado a la ministra de Vivienda y Urbanismo, Magdalena Matte y a los Socios Fundadores Gestores del IC, las propuestas se organizaron en cinco ámbitos: normas técnicas NCh-INN; legislativo y reglamentario; diseño estructural y arquitectura; estudios y difusión; y propuestas a terceros. Una de las principales es actualizar las normas antisísmicas NCh 433 y otras, basándose en la evaluación y caracterización del terremoto, incorporando requerimientos para reducir los daños provocados en elementos no estructurales, instalaciones y equipos.

**+ INFORMACIÓN:**

30 propuestas realizadas por la Comisión Provisoria Terremoto 2010, [www.iconstruccion.cl](http://www.iconstruccion.cl)

## ALERTAS ANTICIPADAS DE TERREMOTOS

Se lanzó un sistema de alerta que avisa, a través de una alarma óptica y acústica, varios segundos antes que pueda producirse un terremoto. El sistema se activa cuando el movimiento alcanza un cierto nivel de intensidad en la escala Richter, y su funcionamiento se basa en el análisis de las ondas primarias y secundarias emitidas por el movimiento telúrico. Las primeras -imperceptibles para el ser humano- se propagan desde el epicentro del movimiento más rápidamente que la onda destructiva secundaria. Este sistema entonces, detecta la primera onda, lo que permite un margen de tiempo en el que pueden evacuar a las personas. El sistema también es capaz de cortar el gas, la electricidad, el agua, además de estacionar y bloquear los ascensores en caso de una catástrofe.

**+ INFORMACIÓN:** Secty Lifepatron, [www.bash.cl](http://www.bash.cl)



## CARPAS DE DESPLIEGUE RÁPIDO



Una empresa ofrece carpas portátiles de despliegue rápido para refugios temporales de emergencias, eventos, piscinas, hospitales de campaña o áreas de trabajo cubiertas. Se trata de una tecnología neumática que se puede utilizar para cubrir espacios de gran tamaño. La carpa está compuesta principalmente por una membrana exterior inflable que contiene un fluido en su interior (aire o helio) que mantiene la forma y fuerza de la estructura. Con un software, los ingenieros calculan la presión necesaria de aire para asegurar la estabilidad de la estructura aún en condiciones atmosféricas adversas. La forma final, dice su proveedor, dependerá del diseño específico y requerimiento de los clientes.

**+ INFORMACIÓN:** Hangares portables, [www.buildair.com](http://www.buildair.com)

## ¡GRACIAS MUCHACHOS... LOS APOYAMOS SIEMPRE!



Tras la Copa del Mundo de Sudáfrica, en que Form Scaff tuvo participación activa en la construcción de estadios, infraestructura ferroviaria y de aeropuertos, tenemos la satisfacción del deber cumplido.

Los aeropuertos pudieron recibir los visitantes, el Gautrain pudo transportar millones de personas y los estadios albergaron miles de hinchas aportando alegría y entusiasmo.

Como empresa nacida y criada en Sudáfrica, apoyamos desde cada rincón el evento y nuestra representación. Entre los recuerdos están las bufandas que conmemoraron el evento.

Visite nuestro  
nuevo sitio  
web



(56-2) 738 5019  
[www.formscuff.cl](http://www.formscuff.cl)  
[info@formscuff.cl](mailto:info@formscuff.cl)

**form-scaff**



## TRENES PAVIMENTADORES DE CANALES



## SOLUCIONES PARA LA PAVIMENTACIÓN

### 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](http://www.leis.cl)

Compendio Técnico  
para Maquinaria de Movimientos  
de Tierra



## CDT LANZÓ UN COMPENDIO TÉCNICO SOBRE MAQUINARIAS

En el marco de la Semana de la Construcción, la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) lanzó el Compendio Técnico para Maquinarias de Movimientos de Tierra. Este documento 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; las 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.

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.

+ INFORMACIÓN: [www.cdt.cl](http://www.cdt.cl), [gestion@cdt.cl](mailto:gestion@cdt.cl)

## PUENTE CON MADERA CHILENA MÁS LARGO DEL MUNDO

En la provincia de Friesland, en Holanda, se construyó el puente de pino radiata más largo del mundo. La estructura se instaló en sólo un día, mientras que las etapas de factibilidad, ingeniería, preparación de la madera y ensayos, demoraron 6 meses. La madera utilizada, proveniente de Chile, se modificó a través de un proceso llamado acetilación, con lo que se mejora en un 70% la estabilidad dimensional del material, haciéndola resistente a hongos, cambios de temperatura, humedad y rayos ultravioletas, señala su proveedor.



+ INFORMACIÓN: Titan Wood, [www.cttcorma.cl](http://www.cttcorma.cl); [www.accoya.com](http://www.accoya.com)



## PROTECCIÓN PARA LA MADERA

Una empresa ofrece ceras y aceites naturales vegetales para la protección de maderas. Éstas penetran en el poro permitiendo el paso de la humedad, además, dice su proveedor, es hidrorrepelente; protege contra el desgaste, las manchas y la radiación solar; mantiene el brillo y da un aspecto y textura natural. El producto se puede aplicar en maderas de cualquier uso.

+ INFORMACIÓN: [www.osmo.com](http://www.osmo.com)

## DAÑO SÍSMICO

# LEVANTANDO ESTRUCTURAS

■ A poco más de cuatro meses del sismo de 8,8° Richter, Chile se pone de pie. Los esfuerzos se concentran en la reparación y refuerzo de las estructuras dañadas, en su mayoría edificios en altura, obras carreteras como puentes y pasarelas y en menor proporción en viviendas. La tarea es titánica. ■ Pero hay técnicas para lograrlo. Lo primero es definir un Proyecto de Refuerzo Estructural que tome en cuenta las causas de los daños. Asimismo hay temas normativos que es necesario conocer. También se analizan las diversas tecnologías para recuperar el hormigón y la albañilería.

PAULA CHAPPLE C.  
PERIODISTA REVISTA BIT

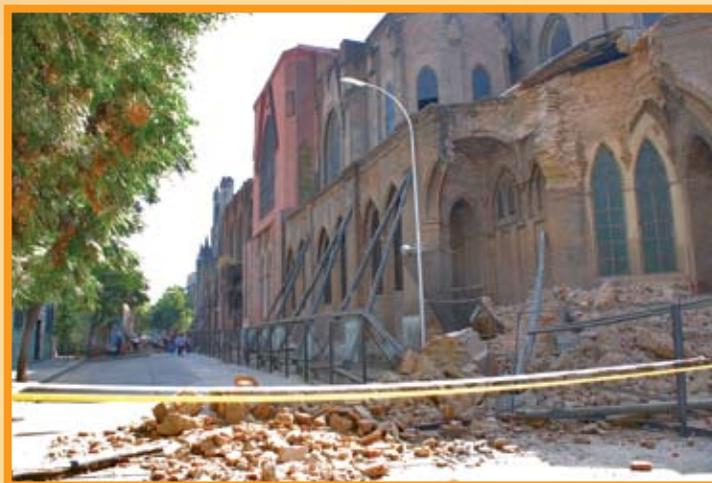


**E**L PAÍS SE MUEVE. La reconstrucción está en marcha. Atención, un porcentaje importante de estructuras dañadas, tanto de hormigón, albañilería y grandes obras carreteras, iniciaron su etapa de recuperación. Pero, ¿qué encierra este término? Revista BiT lo devela y muestra las principales técnicas de recuperación de estructuras. Las normativas asociadas no se quedan atrás. El país se levanta.

En Chile no hay una norma de reparación. Lo que sí existe es el Anexo A de "Daño Sísmico y Recuperación Estructural", dentro de la norma de Diseño Sísmico de Edificios NCh433of.96, que entrega disposiciones destinadas a fijar criterios y procedimientos para "a) evaluar el daño producido en la estructura resistente de edificios como consecuencia de un sismo; y b) orientar la recuperación estructural tanto de edificios dañados por un sismo como de edificios potencialmente inseguros frente a un movimiento sísmico futuro". "Para evaluar la importancia del daño estructural, se debe tener presente que la norma

NCh 433 fija el siguiente criterio de diseño estructural: sismos leves (sin daños), sismos moderados (daños) y sismos fuertes (no colapso, ver más información en Figura 1). Es por tanto normal que un sismo fuerte provoque gran cantidad de daños en las construcciones", señala Carl Lüders, profesor de la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile y director de SIRVE S.A. El mismo Anexo A, señala que la Recuperación se puede lograr modificando algunos de los siguientes parámetros: "resistencia, rigidez, ductilidad (amortiguamiento), masa y sistema de fundaciones", (ver Figura 2).

La NCh 433 en su Anexo A define dos procedimientos de Recuperación Estructural: "la "Reparación", cuando a una estructura dañada se le restituye al menos su capacidad resistente original. Y el "Refuerzo", cuando a una estructura dañada o sin daño se le modifican sus características de modo de alcanzar un nivel de seguridad predeterminado mayor que el original", no obstante, para Lüders "y a pesar que en la norma 433 aparece así, más bien hablaría de un 'nivel de seguridad sísmico' mayor que el original".



**La Basílica del Salvador es hoy el ícono de las huellas que dejó el terremoto de 1985 y que en la actualidad se mantiene en pie mediante apuntalamientos por todo su perímetro.**

**FIGURA 1. NCH 433.OF 1996. "DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS"**

**ART. 5.1.1 DICE: "EL DISEÑO DEBE ESTAR ORIENTADO A LOGRAR EL SIGUIENTE COMPORTAMIENTO":**

INTENSIDAD DEL SISMO	DAÑOS EN LA ESTRUCTURA
MODERADA	Sin daño
MEDIANA	Daños menores
SEVERA	Daños mayores, sin colapso

Nota: Los tres niveles de intensidad y de daño no se definen en forma explícita. El estado del arte de la disciplina no lo permite.



El refuerzo de una estructura no necesariamente significa incrementar su resistencia. Significa modificar cualquier parámetro de la estructura que permita pasar a una estructura sísmicamente segura. Existen varias posibilidades, como se muestra en la Figura 2. Por ejemplo, si se hace un refuerzo en la estructura de manera de aumentar su resistencia y rigidez, eventualmente no se gana nada", comenta Carl Lüders. El terremoto no es igual a aplicar una fuerza externa de la estructura, sino que es un movimiento impuesto a ella. "Debido a la inercia de la estructura, ésta tiende a oponerse a dicho movimiento, generando así la sollicitación sísmica. En la medida que la estructura permita ceder al movimiento que le trata de imponer el sismo, se reduce la sollicitación sísmica", señala Carl Lüders. En ese sentido, reforzar y flexibilizar o reforzar e incrementar la ductilidad de la estructura, pueden ser alternativas de recuperación estructural eficientes como se muestra en la Figura 2. La masa. El terremoto desarrolla una energía, valor que se traduce como masa por aceleración y eso a su vez masa por desplazamiento. En otras palabras, la aceleración la pone el terremoto, la masa la pone la estructura y el desplazamiento lo limita la norma. Así, a mayor masa, mayor fuerza sufre la estructura. En resumen, "es necesario saber qué es lo que se quiere lograr con la recuperación, para conseguir que una estructura pase de ser insegura a segura", apunta Lüders.

A partir de los análisis in situ realizados a las distintas estructuras dañadas por el terremoto del 27 de febrero, la interrogante que hoy involucra a los profesionales se centra en qué decisión tomar, ¿reparar o reforzar? "Primero hay que definir si se va a restablecer la condición original de la estructura, lo que significa que si se produce otro sismo de igual intensidad, ocurrirá lo mismo, o si se hará un refuerzo. Para ello hay que informar

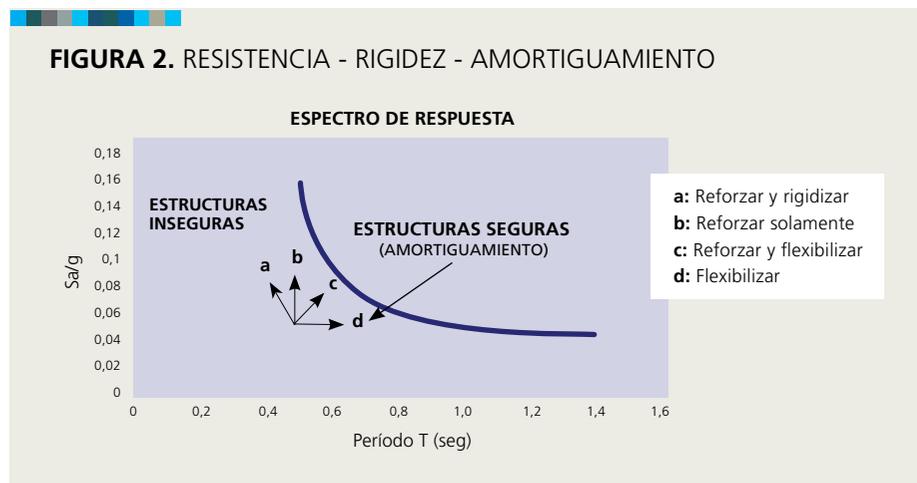
al usuario o dueño del inmueble, si se va a restablecer la condición presísmica (reparación) o se le hará un upgrade o retrofit a la estructura (refuerzo)", señala Fernando Yáñez, director de IDIEM de la Universidad de Chile.

Como "la reparación no mejora la respuesta de la estructura, si no que la deja en su condición pre-sismo, es ahí donde entra el refuerzo, que en la práctica significa, por ejemplo, hacer los muros más gruesos y más resistentes, poner muros nuevos en la estructura, eliminar partes de la estructura, quitarle irregularidades, si es muy asimétrica, darle simetría, entre otros ítems. Se espera que la estructura reforzada responda distinto y normalmente mejor", destaca Hernán Santa María, profesor de ingeniería civil del Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Pero no es tan sencillo. La norma no especifica qué se entiende por "...se modifican las características de modo de alcanzar un nivel de seguridad predeterminado mayor que el original...", entonces, la incertidumbre

pasa por definir ¿cuál es ese nivel de seguridad que se debe dar a la estructura reforzada?. "En la práctica, si el edificio estaba bien diseñado, quiere decir que cumplía con la norma vigente, y si se repara, se le vuelven a restituir sus propiedades presísmicas, entonces ¿por qué reforzar? Por otro lado, aunque cumpla con la norma la estructura se dañó, y es evidente que ha perdido parte de su geometría, por lo que hay que reforzarla", expresa Fernando Yáñez. "Si se decide la vía del refuerzo, se deberá establecer bajo qué criterios se diseña. ¿Con la norma de diseño sísmico vigente, con fuerzas de diseño más grandes, por ejemplo, un 25% mayores que las originales, o con las fuerzas medidas en este último terremoto?", se pregunta Santa María.

¿Qué es lo que está pasando en la actualidad?, "que se están haciendo reparaciones y refuerzos, pero los profesionales encargados no están seguros si las técnicas aplicadas sirven para el tipo de falla que presenta la estructura", señala Juan Pablo Covarrubias, director ejecutivo de Litoral Ingeniería Ltda.

**FIGURA 2. RESISTENCIA - RIGIDEZ - AMORTIGUAMIENTO**





# CÓMO CONTENER LA ALEGRÍA DE 80 MIL PERSONAS DURANTE 90 MINUTOS.



En Melón nos apasiona entregar soluciones para obtener mejores resultados. Por eso ser parte del estadio es nuestra manera de compartir la emoción con miles de chilenos.

100  
AÑOS



## DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS

UNA DE LAS ETAPAS previas al Proyecto de Recuperación, “es la de determinar cuándo se debe demoler una estructura y cuándo es factible recuperarla”, postula Augusto Holmberg, gerente general del Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile (ICH). Existen criterios consensuados.

■ **PRIMERO.** Hay demoliciones que deben hacerse de forma inmediata, llamadas demoliciones locales, esto es, cuando existen elementos con fallas que dejan la estructura inestable, como por ejemplo, un muro inclinado o una losa colgando. “Algunas veces demoler localmente conlleva a demoler completamente. Y ésa es una decisión que debe tomarse rápido, en el caso de edificios altos es más extraño que ello ocurra pero, por ejemplo, para casas de adobe probablemente habrá que tomar acciones con premura, en especial si hay riesgo por muros inclinados”, indica Santa María.

■ **SEGUNDO.** Está la posibilidad de declarar el inmueble con “riesgo inminente”

ante una réplica fuerte. En tal caso habrá que hacer una evaluación preliminar, y luego una más detallada que debiera definir si el edificio está en riesgo de colapso y si hay peligro para los edificios aledaños.

■ **TERCERO.** Otro criterio “es determinar si hubo descensos importantes de losas, como ocurrió en ciertos edificios, o cotejar la cantidad de muros o estructuras verticales y laterales, de manera que si más del 50% de ellas están dañadas, hay un claro riesgo de colapso, señala Santa María. Si éste es el caso, como primera acción se deberá estabilizar la estructura en base a alzaprimsas. Si el edificio está inclinado, es posible manejar opciones de restituirlo a su condición original o vertical.



los daños; d) nivel de seguridad sísmica de la recuperación estructural; e) criterios básicos de diseño; f) soluciones de reparación y de refuerzo; g) planos generales y de detalles; h) especificaciones técnicas y constructivas; i) nivel de inspección de obras y j) aprobación del revisor del proyecto de acuerdo con lo establecido en subpárrafo A.3.1 (...).”

A falta de una normativa específica de reparación, y pese a que la norma 433 no precisa lo que requiere un proyecto de esta envergadura, los expertos consultados por Revista BIT definieron al menos cuatro parámetros que todo Proyecto de este tipo debería contemplar, independiente del tipo de materialidad que se requiera restablecer. Estos son:

### 1. RECONOCIMIENTO DE DAÑOS Y EVALUACIÓN:

Lo primero es hacer un levantamiento de las debilidades de la estructura. Debe ser realizado, en lo ideal, por un profesional o institución externa a quienes la proyectaron. “La razón pasa por un problema de vínculo, donde muchas veces se puede perder objetividad. Se requiere de un diagnóstico correcto y para lograrlo, debe hacerlo un profesional objetivo, que no esté condicionado por ser el proyectista original de la obra”, apunta Yáñez. Es un reconocimiento ocular y básico en términos de reconocer si las fallas son estructurales o no. “En este mapeo preliminar, se debe partir por los subterráneos, muros y uniones de elementos”, señala Jorge Montegu, consultor del ICH. Un tema central en el levantamiento será verificar si la edificación cumplía con la norma vigente, para llegar a la naturaleza del problema, e idealmente evaluar la situación en base a los registros obtenidos del terremoto.

2. **DIAGNÓSTICO:** Hecho el levantamiento preliminar, lo segundo es desarrollar un catastro de los daños, por pisos, sectores y elementos, para encontrar la causa de la falla. Si hay daños que se repiten en la estructura, puede revelar la existencia de una falla congénita o generalizada de la calidad de la construcción. Este diagnóstico debe concluir si el problema es de diseño o de ejecución. “Si va por el lado del diseño, lo mejor será reforzar, mientras que si hay un problema de construcción, se puede reparar localmente”,

Ahora sí, entramos al Proyecto de Recuperación Estructural.

### PROYECTO DE RECUPERACIÓN ESTRUCTURAL

Factores como daños, deterioros, vulnerabilidad potencial o efectiva ante agentes mecánicos, físicos o químicos, aumento de solicitudes, cambio de uso estructural, actualización de códigos y normativas, errores de diseño y construcción, entre otros, crean

la necesidad de desarrollar un Proyecto de Recuperación Estructural.

Si bien la norma 433, en su Anexo A enumera lo que todo proyecto de recuperación debiera contemplar, no lo profundiza, señalando que “el proyecto de recuperación estructural debe incluir los siguientes antecedentes: a) catastro detallado de daños en los elementos componentes de la estructura resistente; b) estimación del grado del daño; c) determinación de las causas y justificación de

Falla de corte de dinteles de acoplamiento.



GENTILEZA SIRVE S.A.

**Reparación y refuerzo estructural del Puente Rodrigo de Bastidas (Villarrica) en base a fibra de carbono, entre otras técnicas. Se decidió su actualización sísmica, tras cumplir su vida útil y haber sido sometido a exigencias mayores que las asociadas a su diseño original, debido a que recibió el tránsito desviado desde la ruta 5 a causa del colapso del puente ubicado sobre el río Toltén en el año 1996.**



GENTILEZA SIKA

anota Montegu. Esto es importante de manera de definir más adelante si lo que necesita la estructura es una "reparación" o un "refuerzo". Entre las tipologías de fallas que se repiten en los edificios con daños están:

- **Deterioro superficial:** Cuando se daña el recubrimiento de la armadura, pero no afecta mucho su profundidad. La extensión varía, de pequeña a intensa.

- **Discontinuidad local y profunda:** Donde eventualmente está cortado un elemento, o con cierto alcance pudiendo llegar a la armadura.

- **Fisuras y grietas:** Hay cierto consenso

en que menores a 0,5 mm se tratan de fisuras y superior a eso se definen como grietas. Sin embargo, para Juan Pablo Covarrubias, "las palabras fisuras y grietas son sinónimos y no se distinguen por grueso. Se puede decir que las fisuras hasta 0,5 mm son aceptables y sobre este grueso deben estudiarse caso a caso".

- **Fractura de un elemento:** Corresponde a una o varias fallas ya mencionadas, manifestándose con intensidad y cortando o deformando la armadura original.

### 3. PROCEDIMIENTOS DE RECUPERACIÓN:

Con el catastro, el profesional está en posición de definir soluciones locales para cada caso. Cuando hay compromiso de la geometría de la estructura, necesariamente se deberá reforzar, es decir, mejorar las condiciones en que estaba el edificio o hacerle un "Retrofit o Upgrade". Dependiendo de la técnica elegida, hay una metodología y una selección de materiales, estos últimos pueden ir desde los más superficiales a los más complejos, es

anwo.cl

550°C

NETD < 50 mK

TwinPix

# Todo bajo control

## testo 875 y testo 881

Los nuevos héroes en termografía profesional con una magnífica NETD de 50 y 80 mK.

Recupere rápidamente su inversión con las cámaras termográficas testo.

Prevenga daños y ahorre dinero detectando fallas en redes eléctricas, rodamientos, fugas de agua, efectividad de aislamiento. Óptimo rendimiento e imágenes de alta resolución con la resolución térmica de menos 50 mK.

Análisis rápido y fácilmente comprensibles con cámara digital incorporada, Software de análisis IRSoft y TwinPix que permite juntar la imagen real con el resultado de la termografía.

testo

HECHO EN ALEMANIA

ANWO

SOPORTE / RESPALDO / TECNOLOGÍA

ISO 9001  
calidad

ISO 14001  
medio ambiente

OHSAS 18001  
seguridad

**Casa Matriz:** Panamericana Norte N° 17.001, Kilómetro 17 - Colina - Santiago / **Sucursal Oriente:** Los Orfebres N° 380 - La Reina - Santiago, Tel.: (56 2) 731 0000 - Fax: (56 2) 273 1101

**Sucursal Concepción:** Camino a Penco N° 3036-A, Galpon D-2, Tel.: (56 41) 229 3400 / **Sucursal Temuco:** Camino al Aeropuerto Maquehue s/n, Tel.: (56 45) 953 900.

En un Proyecto de Recuperación primero se debe identificar las fallas que constituyen daños estructurales importantes y las menos relevantes.

- 1-2. Barras a la vista y pandeadas.
- 3. Falla en flexo-compresión de muros delgados.



decir, desde la reparación de grietas en base a maquillaje superficial, inyección epóxica, hasta refuerzos estructurales con fibra de carbono. “En este punto se deben realizar nuevos análisis porque independiente de la técnica usada, estamos frente a una nueva estructura, y habrá que evaluar qué pasaría con ese nuevo edificio ante un terremoto severo”, comenta Hernán Santa María.

**4. CONTROL DE CALIDAD Y SUPERVISIÓN:** Durante y después de la ejecución de la recuperación estructural, se debe velar por la revisión de los procedimientos, verificar el origen y calidad de los materiales, la certificación de los proveedores, eventuales ensayos de laboratorio, así como pruebas en sitio y de carga, entre otras medidas de calidad y supervisión.

## CONCLUSIONES Y ENSEÑANZAS

Los especialistas exponen sus conclusiones y recogen nuevas lecciones a propósito del terremoto del 27 de febrero.

## EN REPARACIÓN Y REFUERZO

■ **Recuperación estructural:** Dentro de toda recuperación, hay que diferenciar dos conceptos. El primero es la “Reparación”, que es



dejar la estructura como era originalmente, es decir, devolverle su condición presísmica. Si tuvo daños estructurales, mayores a los esperados según el criterio de diseño sísmico que establece la norma NCh433of.96, una reparación no basta, debiendo ser reforzada, cuando a una estructura dañada o sin daño se le modifican sus características de modo de alcanzar un nivel de seguridad predeterminado mayor que el original.

■ **Proyecto de recuperación:** El experto que realice el proyecto de recuperación debe hacer un levantamiento de los daños, de manera de concluir cuál fue la causa. Hay tipologías de fallas que se repiten y que entregan ciertas luces, por ejemplo, “una grieta o fisura puede afectar el monolitismo de un elemento, si se tiene una grieta en la unión de un pilar con una viga que corta ese sector, hay que preocuparse. Si hay una grieta en un



muro de albañilería a 45° por esfuerzo de corte, está afectando la continuidad de ese elemento”, comenta Jorge Montegu. Hay que tener claro lo siguiente. “No siempre hay que reparar mediante inyección las fisuras a 45° u otras. Estudios señalan que una fisura de 0,6 mm tiene un traspaso de carga del 90% con infinitos ciclos de carga. ACI 318 considera la estructura fisurada con un aporte de traspaso de carga de 70% en su diseño. Por esta razón, fisuras de menos de 0,5 mm de grosor no requieren inyección, sino sólo reparación estética. Ahora, si la fisura está en zonas comprimidas, como bordes de muros, deben revisarse”, señala Covarrubias.

■ **Decisión estructural:** “La estructura puede haber sufrido cierto nivel de daño,



Otro de los daños observados en este terremoto fueron las fallas de corte de columnas cortas.



## EDIFICIOS Y NORMAS

**UN TERRENO INTERMEDIO Y**, hasta ahora incierto según los especialistas, es el de la rehabilitación, que se aplica para aquellos edificios fuera de norma, como es el caso de las construcciones patrimoniales. "Rehabilitar, aunque no necesariamente, significa dejar el inmueble actualizado de acuerdo a la normativa de análisis y diseño vigente. En muchos casos eso será imposible de lograr. Lo que se puede y debe aspirar es que el inmueble rehabilitado cumpla con el criterio de diseño sísmico. Es decir, "sin daños frente a sismos leves, daños menores frente a sismos moderados y evitar el colapso frente a sismos intensos", dice Carl Lüders. Para lograr este objetivo, dichas estructuras podrían "reforzarse con materiales y técnicas modernas (como fibras de carbono, cables de postensado, aislación sísmica y disipación de energía), sin alterar su apariencia (arquitectura), agrega Lüders. Un ejemplo: "Si hubiese que rehabilitar sísmicamente el Palacio de La Moneda, para que cumpla con las normas actualmente vigentes en Chile, sería imposible, habría que construirlo de nuevo. Si se le restituye su condición primitiva, más o menos con los mismos materiales, volverá a tener daños", señala Yáñez.

El tema de las construcciones patrimoniales se arrastra desde el terremoto del 85, el ejemplo más claro es la Basílica del Salvador, que hasta hoy se mantiene en pie con apuntalamientos por todo su perímetro. "Los edificios patrimoniales en adobe o en albañilería simple también están fuera de norma. Y para ellos se debería hacer un proyecto especial, de manera de dejarlos en condiciones de seguridad sísmica equivalente a las normas actuales", expresa Augusto Holmberg.



pero sin que se haya comprometido su capacidad resistente. En ese caso, lo que se necesita son reparaciones menores. O puede haber perdido resistencia, por ejemplo, el corte de barras en los extremos de un muro, y se requeriría de una reparación mayor para devolverle su condición inicial", comenta Augusto Holmberg.

### EN NORMATIVA

■ **Norma de reparación o protocolos:** Si bien no hay consenso entre los especialistas consultados, se deslizan ideas preliminares. Para Augusto Holmberg, si bien no es "partidario de una norma de reparación, sí tenemos que ponernos de acuerdo en algunos protocolos de evaluación de estructuras y reparación de ellas. Tal como se ha estado trabajando para unificar normas de estudios de Mecánica

de Suelos, debieran existir por lo menos protocolos para la evaluación estructural de edificios. Esto a manera de guía, de tal forma que exista un consenso de cómo enfrentar la reparación de cualquier tipo de estructura". Para Hernán Santa María en tanto, "primero habrá que salir de la etapa de la reparación, y luego pensar en una norma u otro estatuto específico que aborde el problema de guiar a los especialistas en la toma de decisiones en un proyecto de refuerzo estructural".

■ **Edificios fuera de norma:** Para ellos, el término que se aplica es el de "Rehabilitación", que es reforzar estructuras que no cumplen con las normativas vigentes. "La mayoría de las estructuras patrimoniales y algunos edificios antiguos que no sufrieron daño, no cumplen con el confinamiento. Ponerlas al día implica hacerles una intervención mayor", indica Hernán Santa María.

Chile se levanta. Se comienzan a recuperar las obras dañadas. Entramos a las técnicas de reparación y refuerzo estructural en Hormigón y Albañilería. ■

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



- ▶ Ahorro de hasta un 70% en consumo de gas.
- ▶ Evaluación y desarrollo de proyectos.
- ▶ Instalaciones industriales y domiciliarias.

 **JUNKERS**  
Grupo Bosch

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

# Ferrocemento

## Viviendas industrializadas definitivas en hormigón

La tecnología de construcción de estructuras en ferrocemento se encuentra ampliamente desarrollada en el mundo, sin embargo, en nuestro país este sistema se empezó a utilizar sólo en los últimos 15 años, convirtiéndose en una real alternativa para la construcción de viviendas debido a que permite crear soluciones de vivienda sismoresistentes de alto estándar, con plazos de ejecución y costos muy por debajo de los sistemas convencionales.

El sistema desarrollado por Cementos Bío Bío en conjunto con la Universidad del Bío Bío, consiste en muros compuestos por 2 paneles de hormigón armado cuyas dimensiones son 55 a 60 cm de ancho, 2,43 a 2,48 m de alto y 2,5 cm de espesor. Cada panel posee en su interior nervaduras, lo que además de conferirle propiedades estructurales, permite generar cámaras de aire e incluso incorporar aislantes térmicos y barreras de vapor, lo que mejora su desempeño higro-térmico, cumpliendo todas las exigencias establecidas en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Debido a las dimensiones de cada panel, para su manipulación y montaje no se requiere maquinaria, solo basta con 2 operarios, además que su peso no sobrepasa los 100 kg.

En relación a la velocidad de construcción de

este sistema, una cuadrilla puede construir una vivienda de 50 m<sup>2</sup> en un periodo que fluctúa entre 15 y 20 días.

### Sistema Validado

Si bien el sistema fue validado por medio de una serie de ensayos efectuados en laboratorios de las principales universidades del país, su desempeño en servicio fue puesto a prueba durante el sismo del pasado 27 de febrero. En esa oportunidad, cerca de 200 viviendas construidas en las regiones VII, VIII y Metropolitana, tuvieron un comportamiento excepcional. Esto se verificó por medio de una inspección a las viviendas, donde se comprobó que éstas no presentaron daños de ningún tipo.

### El Sistema Constructivo

El sistema es muy similar a las soluciones de vivienda convencionales, requiere de un sobrecimiento perfectamente nivelado, sobre el que se montan los paneles generando la envolvente de la vivienda.

Debido a las nervaduras que poseen los paneles, el encuentro entre cuatro paneles genera una cavidad de 10 cm por 10 cm, la que al momento del montaje se transforma en un pilar por lo que se deben colocar tensores (enfierra-



Detalle de tratamiento de puente térmico



dura de 8 mm de diámetro) para posteriormente hormigonar con un hormigón grado H20.

Asimismo, en el coronamiento de los paneles, se forma una cavidad que permite colocar enfierradura con el fin de generar una cadena, la que se hormigona en conjunto con los pilares de modo de conferir monolitismo a la solución de vivienda.

En el caso de viviendas de 2 pisos, es posible utilizar losetas prefabricadas o soluciones convencionales, como por ejemplo en madera.

Debido a la excelente terminación superficial de los paneles, es posible tener viviendas con paneles a la vista o aplicar directamente sobre ellos pintura. Si se desea tener una solución de alto estándar, se pueden tratar las uniones entre los paneles, para luego aplicar pintura u otro revestimiento.

### Comportamiento higro-térmico

Debido al diseño de mezcla del hormigón empleado en la confección de los paneles, estos tienen un excelente comportamiento ante la humedad, incluso ante solicitudes de lluvia con viento.

Las soluciones de viviendas en ferrocemento poseen un alto confort térmico. En primer lugar, permiten colocar aislante térmico, con el fin de cumplir las exigencias de transmitancia térmica, en función de la zona climática en que se emplace la vivienda. Este sistema considera minimizar los puentes térmicos, permitiendo obtener transmitancias térmicas inferiores a  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Por otra parte, por ser una solución en base a hormigón, posee alta inercia térmica, lo que permite atenuar las oscilaciones de temperatura al interior de los recintos, manteniendo condiciones de confort y contribuyendo al ahorro energético. El ahorro de energía es de un 60% comparado con una vivienda tradicional.

# NO DA LO MISMO

un alambre que un **Alambre Gerdau AZA**



casenaveyassociados

CLAVOS

ALAMBRES

MALLAS

PARA LA CONSTRUCCIÓN



AGRO  
MINERÍA  
INDUSTRIA



Línea de Trefilados Gerdau AZA

www.gerdauaza.cl



**GERDAU AZA**  
Conciencia de acero.



Colegio  
Santa Marta  
Ñuñoa



Aislación Sísmica en Edificio Prefabricado  
Oficinas Vulco  
San Bernardo

## AISLACIÓN SÍSMICA y DISIPACIÓN DE ENERGÍA EN SISTEMAS PREFABRICADOS EN HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO

TENSOCRET | Mellado y Cía. Ltda



Martín Mellado Díaz  
Socio Fundador  
Gerente General

No sólo las estructuras sufren los embates de un gran terremoto; en gran medida lo sufrimos traumáticamente las propias personas, perdiendo nuestros enseres, padeciendo situaciones que alteran nuestra psiquis, perdiendo incluso la vida. **Es por eso que estamos llevando a la práctica estos dos conceptos aportados por la ingeniería estructural en beneficio de los usuarios: la aislación sísmica y la disipación de energía, ofreciendo la oportunidad de incorporar aisladores o disipadores a nuestros sistemas constructivos en hormigón armado y pretensado** que no sólo protegen las estructuras, sino que fundamentalmente cuidan al ser humano, su psiquis, sus enseres y también aseguran la continuidad de operaciones de actividades vitales en el campo hospitalario, educacional, vial, industrial, comercial y estratégico.

El año 2005 ya construimos el primer edificio prefabricado en hormigón armado sobre aisladores elastoméricos, las oficinas de la industria VULCO en San Bernardo, cuyo comportamiento en el reciente terremoto fue óptimo. Actualmente estamos iniciando la construcción de un edificio habitacional de

ocho niveles en la rivera del lago Villarrica, también con una **estructura de hormigón armado prefabricado sobre aisladores elastoméricos**. De igual modo, estamos en el proceso de desarrollo de la ingeniería estructural para lo que será en la comuna de San Bernardo, el primer colegio en Chile construido con una estructura prefabricada aislada sísmicamente.

También, dentro de dos meses, comenzaremos la construcción de una **nave industrial, prefabricada en hormigón armado y pretensado, utilizando disipadores de energía** y cuyas oficinas de cuatro niveles se posarán sobre aisladores elastoméricos; será el primer edificio industrial-comercial con estas características en el mercado que aseguran la continuidad de sus operaciones, sin daño estructural, luego de un gran terremoto.

**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.**

Foto  
Centro de Distribución  
Flexcenter, 1ª y 3ª etapa  
Lo Boza



# TENSOCRET

Mellado y Cía. Ltda

# HORMIGÓN LAS TÉCNICAS PRECISAS

■ Sistemas compuestos en base a fibras de carbono, desarrollos nacionales y tecnología extranjera. Son las técnicas que pueden aplicarse en un proyecto de recuperación estructural de hormigón. ■ La normativa cumple un rol vital, sin embargo, los expertos consultados coinciden en que se deberán revisar algunos alcances debido al último terremoto. En otro artículo, la albañilería trae novedades. Son las técnicas precisas.

PAULA CHAPPLE C.  
PERIODISTA REVISTA BIT



GENTILEZA BASF CONSTRUCTION CHEMICALS

Refuerzo estructural en base a fibra de carbono MBrace® siendo aplicado en una pasarela.

**L**AS TÉCNICAS precisas y las cosas por su nombre. Una Recuperación Estructural se denomina "Reparación", cuando se restituye su capacidad original. En tanto, el "Refuerzo" consiste en modificar las características de una estructura dañada o sin daño de modo de alcanzar un nivel de seguridad mayor al original.

Más datos. La reparación considera la restitución de bordes de juntas, grietas superficiales, rellenos de nidos de piedras, reconstitución y anclaje de armaduras. Por su parte, en un refuerzo lo importante será modificar y mejorar las propiedades de la estructura para aumentar su resistencia o ductilidad, según se requiera.

Así, en una técnica de recuperación estructural, "podría ser necesario ejecutar una faena simple como una reparación, debido a una fisuración del hormigón, donde se necesita una terminación más bien estética. Ahora, si

se precisa restablecer la rigidez o resistencia, las técnicas van desde las más convencionales en base a inyecciones epóxicas, hasta la aplicación de refuerzos adicionales al muro", postula Augusto Holmberg, gerente general del Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile (ICH).

Iniciamos este recorrido por los procedimientos aplicados para el refuerzo y la reparación de estructuras de hormigón armado. Se buscan las técnicas precisas.

## REFUERZOS

Las tecnologías están al alcance de la mano. Existen diversas alternativas para obtener un nivel de seguridad estructural mayor al original. Por ejemplo, el aumento de la resistencia y/o ductilidad de elementos mediante encamisados de hormigón, adición de pletinas metálicas o sistemas exteriores de fibra de carbono, diagonales de acero y la aplicación de disipadores de energía o aisladores sísmi-



## FIBRA DE CARBONO

1. Sistemas postensados de fibra de carbono Sika Carbostress.

2. Pletinas de fibra de carbono Sika Carbodur.

3. Refuerzo de fibra de carbono para el corte y flexión de vigas.

cos (más información en Revista BiT N° 72, artículo "Construcción Sismorresistente", pág. 36). Más allá de la técnica utilizada, su aplicación dependerá del nivel de daño, factores ambientales y cambios de uso, entre otros aspectos. Un repaso por las técnicas de refuerzo.

### 1. SISTEMAS FRP

Los sistemas FRP (Fiber Reinforced Polymer) consisten en elementos resistentes en base a fibra de carbono, vidrio o aramida, esta última es más utilizada para fuerzas de impacto, en especial en estructuras de entrenamiento militar. Van embebidos y/o adheridos en base a una matriz polimérica, por lo general epóxica. Crece su aplicación en construcción como veremos en las fibras de Carbono y de Vidrio.

#### ■ FIBRA DE CARBONO

Un poco de historia. El origen de la fibra de carbono se remonta a fines del siglo XIX, por Thomas Edison para uso en electricidad. Sólo a mediados del siglo XX aparecieron las fibras de alta resistencia a tracción. "Desde ese entonces han sido utilizadas para aplicaciones diversas desde aeronáutica hasta prótesis ortopédicas", comenta Milan Cerić, Gerente de la Unidad de Negocios de Contractors de Sika S.A. Chile. Fue en la década del '70 cuando aparecieron en construcción las primeras guías de diseño asociadas a sistemas FRP (polímeros reforzados con fibras). Sin embargo, recién a mediados de la década del '90 se observaron las primeras aplicaciones en América Latina y Chile.



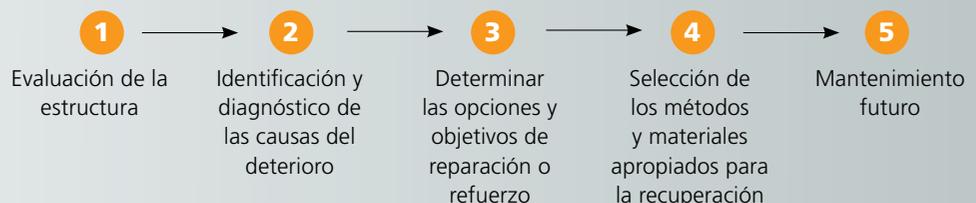
A pesar que los sistemas FRP tienen diferencias, en general las fibras de carbono poseen una densidad de  $1.700 \text{ kg/m}^3$ , representando alrededor de un 20% de la densidad del acero ( $7.850 \text{ kg/m}^3$ ). "Esto entrega ventajas en transporte e instalación y una resistencia de cerca de  $40 \text{ mil kg/cm}^2$ , representando 9,5 veces la resistencia de las barras de refuerzo de acero", señala Carl Lüders, profesor de la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile y director de SIRVE S.A. Asimismo, se ha demostrado que resiste esfuerzos cíclicos durante períodos largos, sin fallas de fractura por fatiga.

¿Qué se hace con fibra de carbono? "El confinamiento de columnas, refuerzo a flexión y corte de vigas de hormigón armado, el refuerzo al corte de muros de hormigón armado y el refuerzo a flexión de losas, entre otras aplicaciones", señala Pablo Fuertes, jefe

de operaciones de Tecnoav S.A., que distribuye e instala en Chile el sistema de fibra de carbono TYFO® ([www.tecnoav.cl](http://www.tecnoav.cl)). Pero hay más. "Un hormigón confinado con refuerzos de FRP externos exhibe un aumento de su comportamiento a compresión, donde la capacidad de sustentación de carga puede prácticamente duplicarse, mientras que la de deformación puede aumentar hasta 10 veces", destaca Verónica Latorre, profesional de BASF Construction Chemicals. Atención con sus propiedades. Tal efecto permite reforzar las estructuras para protección antisísmica, aumentando su ductilidad de desplazamiento en presencia de condiciones sísmicas. Una falla recurrente observada en este terremoto fue el confinamiento. Para Alfonso Larraín, presidente de la Asociación de Ingenieros Civiles Estructurales de Chile (AICE), "una columna que falló por confinamiento, se pue-

El proyecto de refuerzo o reparación se define por la aplicación de criterios básicos.

## PRINCIPALES FASES DE LA RECUPERACIÓN





GENTILEZA INGELAB

**Instalación de pletinas de fibra de carbono en Puente Centenario.**



de revestir en fibra de carbono y de esa manera dejarla más resistente a la compresión, previo a reparar el hormigón y acero dañados”.

Hay de todo en materia de sistemas de refuerzo FRP, en base a fibra de carbono. Están las pletinas de fibra de carbono, los tejidos y también los sistemas pretensados, estos últimos aún no aplicados en el país. Veamos ejemplos concretos, como la ampliación del puente Centenario. Con ocasión de la construcción del Nuevo Acceso Nororiente a Santiago, se previó un aumento del tránsito vehicular, por lo que se necesitaba aumentar las pistas de circulación, pasando de tres por sentido a cuatro. “Se optó por aplicar una solución de refuerzo que cumpliera con las exigencias de mínima intromisión en la estructura existente, en contacto con el elemento de hormigón y con una durabilidad asegurada tanto al uso normal del puente, como a las exigencias de las etapas constructivas”, señala Manuel Rodríguez, gerente general de Ingelab, empresa que desarrolló el proyecto de refuerzo estructural en conjunto con los Departamentos de Ingeniería Estructural y Geotécnica y de Ingeniería y Gestión de la Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile, entidad que instrumentó las barras para monitorear y evaluar su desempeño. Se hicieron cortes en el hormigón de la losa del puente, luego se agregó epóxico líquido y se fijaron las fibras de carbono insertas en una matriz polimérica, en forma de pletinas de fibra de 2x16 mm, para volver a repasar con resina, de manera de lograr una adherencia total con el hormigón.

Otra de las empresas que desarrolla estas tecnologías es Sika ([www.sika.cl](http://www.sika.cl)), “a través de los sistemas convencionales, aplicados en Chile desde hace más de una década, como

las pletinas de fibra de carbono Sika® Carbo-dur® y Sika® Carboshear® L, hasta los más innovadores y aún no introducidos en el país”, señala Milan Cerić.

También está MBrace® de BASF ([www.southamerica.basf-cc.com](http://www.southamerica.basf-cc.com)), un sistema mixto, estructurado con fibra de carbono y compuesto de dos elementos: la matriz polimérica cuya función es mantener las fibras que la estructuran, cohesionadas, propiciando la transferencia de las tensiones de corte entre los

elementos estructurales, hormigón y fibra de carbono. Y el elemento estructural, constituido por fibra de carbono. Otra alternativa. Tyfo UC® de Tecnoav, sistema que ofrece variedad de pletinas de fibras de carbono en anchos de 2 a 6 pulgadas, con diferentes módulos de elasticidad según sea el diseño requerido y en espesores de 1,2 milímetros.

Hay más variedades. Están los refuerzos con tejidos de fibra de carbono, que a diferencia de las pletinas, son paños que se adaptan a cualquier geometría y se aplican en estructuras de hormigón de grandes dimensiones como puentes y muelles. En esta línea Sika cuenta con tejidos de fibra de carbono, aramida y vidrio SikaWrap®. Claro, hay novedades. “Los sistemas postensados presentan el mayor grado de innovación en esta área. Consisten en pletinas de fibra de carbono que consideran sistema de anclaje en los bordes y, además, son adheridas a la estructura mediante epóxico. Inmediatamente después de la aplicación del epóxico, las pletinas



GENTILEZA TECNOAV S.A.

## FIBRA DE VIDRIO

1. Refuerzo de vigas y pilar.
2. Refuerzo estructural para confinamiento de pilar.

**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**

## NORMATIVA DE HORMIGÓN ARMADO

A MEDIADOS DEL 2008 se dio a conocer la nueva norma NCh 430 of.2008, de "Hormigón Armado - Requisitos de diseño y cálculo", que trabaja conjuntamente con el ACI 318, y que presenta modificaciones al código norteamericano que se han plasmado a través de la norma nacional. Muchas de estas modificaciones revelan la experiencia que Chile ha tenido a través de los años y que han dado buenos resultados. "Su filosofía establece, dado el conjunto de solicitaciones de una estructura, qué cantidad de hormigón y acero se va a necesitar, cuánto es la cantidad de confinamiento, cuánta armadura longitudinal y de corte, cuál es el tamaño de las secciones mínimas. Básicamente es una norma de dimensionamiento y detallamiento de las estructuras", señala Augusto Holmberg. Así, la actualización que se hizo el 2008 de la norma sísmica 433, en base a la norma 430, corrigió gran parte de las deficiencias que había en hormigón. "Eran conclusiones que habíamos sacado del terremoto del 85, por ejemplo, que en general no se necesitaba confinamiento de borde en muros de hormigón armado, lo que nos demostró este terremoto es que sí hay casos en los que se requiere ese confinamiento", postula Holmberg.

son tensadas, de manera de evitar que haya tensiones residuales en el epóxico, con la ventaja de soportar la tracción de la pletina mediante la adherencia al hormigón y el anclaje en los extremos", detalla Milan Cerić.

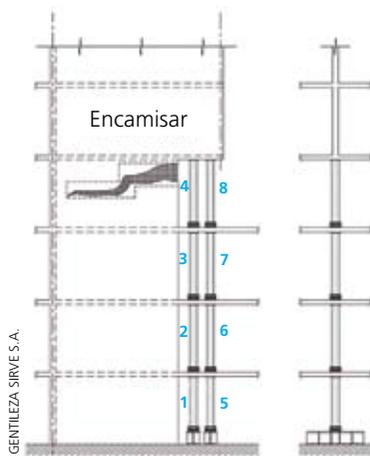
En base a la experiencia recogida tras el sismo, "el uso de fibra de carbono es una tecnología que debiera aprovecharse para el momento que vive el país. Entre sus ventajas destaca su rápida instalación y aplicación para gran variedad de daños y obras", señala Hernán Santa María.

### ■ FIBRA DE VIDRIO

Consiste en un sistema de refuerzo estructural en base a fibras de vidrio que se impregnan con resinas de alta calidad para formar un laminado, que se adhiere externamente al elemento que será reforzado. Permiten, uniendo su resistencia a la tracción y adapta-

bilidad a distintas formas arquitectónicas, junto al desarrollo de resinas epóxicas, resolver numerosas tipologías de daños. "Esta tecnología la hemos aplicado en Chile, entre otras obras, en vigas y vanos de la Clínica Dávila en el año 2009 y en muros de la Clínica Las Condes en el 2004", señala Pablo Fuertes de Tecnoav. Algunas de las aplicaciones de la fibra de vidrio:

**En columnas:** Se utiliza en columnas dañadas por grietas de origen mecánico o corrosión, complementándose con inyecciones epóxicas. Permite, en la mayoría de los casos, preservar la forma arquitectónica de la columna sin afectar significativamente las cualidades y dimensiones originales. Además, el proceso no modifica su rigidez, sin alterar la distribución de las fuerzas sísmicas de diseño. En esa línea, el sistema de lámina de vidrio MBrace® EG900, de BASF, es capaz de au-



### IZADO DE EDIFICIOS Secuencia del proceso de carga

1. Cargar alzaprima 1 con Vpp losa + Vc losa.
2. Continuar con la misma carga en el orden indicado en la figura.
3. Repetir el proceso desde 1 hasta alcanzar la carga deseada.



GENTILEZA JASON INGHAM

mentar la resistencia y ductilidad en columnas de hormigón y proporcionar confinamiento y resistencia adicional a las conexiones de hormigón, entre otras propiedades.

**En vigas y muros:** Tras el terremoto se observaron daños en muros de corte como grietas diagonales, que normalmente se reparan de forma de restablecer su capacidad original. “El uso de fibras de vidrio permite no solamente lograr este objetivo sino, además, incrementar su resistencia al corte sin modificar su geometría”, comenta Pablo Fuertes. Lo mismo ocurre en vigas donde han aparecido grietas o fisuras por corte.

## 2. TÉCNICAS “MADE IN CHILE”

El terremoto trajo consigo la oportunidad de aplicar ingeniería y técnicas propias. Esta es una muestra de las iniciativas “Made in Chile” que por estos días están en proceso de aplicación y/o estudio.

### ■ IZADO DE EDIFICIOS

Numerosos edificios en Santiago resultaron dañados en sus primeros pisos o subterráneos. Al cierre de esta edición, los profesio-



## TÉCNICAS EXTRANJERAS

Retrofit en edificios de Nueva Zelanda. Las técnicas incluyen desde perfiles diagonales de acero, hasta construcción de pisos interiores, entre muchas otras.



edificios de muros es aún más complejo debido a su mayor rigidez”, adelanta Carl Lüders.

### ■ NUEVA ARQUITECTURA

Hoy en día se construye con una arquitectura doble. “Los edificios nuevos, tanto de oficinas como habitacionales, estructuralmente son dos, es decir, una que nace en los primeros pisos, diseñada para estacionamientos, y otra de departamentos que se superpone sobre la anterior”, señala Fernando Yáñez, director de IDIEM. En ese entronque de subestructura y superestructura, se producen singularidades, que se vieron reflejadas en este terremoto y donde la mayoría de las fallas se concentraron en primeros pisos y subterráneos. “Es una nueva tipología de la arquitectura sísmicamente no apta. Ejemplo de ello son los muros que se interrumpen en el hall central, haciendo que la superestructura sea una caja rígida, que en su parte superior está sana, pero el daño está

nales de la empresa SIRVE S.A., estudiaban aplicar una técnica para reforzar un edificio de la capital que sufrió daños estructurales. Los detalles se mantienen en reserva, pero Revista BIT adelanta algunos datos: “Se trata del izado de edificios. Esta técnica permite recuperar la carga axial sobre los elementos reparados. En edificios bajos de marcos es relativamente simple (porque son flexibles), en edificios altos de marcos es más complicado, ya que no es fácil aplicar las cargas de izado y es necesario alzaprimar varios pisos bajo y sobre la zona de falla. En cambio, el izado de

nales de la empresa SIRVE S.A., estudiaban aplicar una técnica para reforzar un edificio de la capital que sufrió daños estructurales. Los detalles se mantienen en reserva, pero Revista BIT adelanta algunos datos: “Se trata del izado de edificios. Esta técnica permite recuperar la carga axial sobre los elementos reparados. En edificios bajos de marcos es relativamente simple (porque son flexibles), en edificios altos de marcos es más complicado, ya que no es fácil aplicar las cargas de izado y es necesario alzaprimar varios pisos bajo y sobre la zona de falla. En cambio, el izado de



1



2

GENTILEZA MELON



## HORMIGONES

1. Muro dañado de 20 cm de espesor.
2. Llenado de hormigón FLUIDIA a través de perforaciones en la losa superior.

## GATEO DE ESTRUCTURAS

EL IZAMIENTO DE ESTRUCTURAS mediante el gateo controlado, es una técnica que por estos días se está aplicando mayoritariamente en puentes y pasarelas dañados. La empresa Ingeniería de Transportes Javier Cortes S.A, posee un equipo especial para este tipo de levante, "que si bien se ocupa de preferencia en montajes industriales e izado de puentes, se puede utilizar en edificios con hall central de doble altura, ya que el dispositivo tiene un alto de trabajo mínimo de 4 m desde el piso a la base inferior", comenta Jorge Cerda, supervisor de montajes de la empresa. Consiste en un pórtico de plumas hidráulicas para 540 t, y una altura máxima de levante de 10,50 metros. Se compone de cuatro columnas hidráulicas telescópicas, un grupo hidráulico motorizado, vigas superiores y tracks de desplazamiento. La viga de la gata "se coloca bajo la viga de hormigón, en este caso del puente, y entre la viga metálica del equipo y la viga del puente se disponen placas de neopreno para evitar que el acero que-



de en contacto directo con el concreto, que a su vez sirve para suplir pequeñas diferencias milimétricas que se pueden dar entre una viga y otra", explica Cerda. Las gatas se montan sobre tracks o carrileras de desplazamiento, sobre las cuales se trasladan en base a ruedas. El izado es preciso y a la vez sutil, lo que evita el efecto "péndulo" producido con las grúas convencionales. En próximas ediciones de Revista BIT se profundizará en la técnica y su aplicación en puentes y pasarelas.

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

concentrado en la subestructura. Esto se conoce como "falta de piso blando", una debilidad inherente de este tipo de arquitectura. ¿Cómo reforzarla? "En algunos casos habrá que prolongar los muros hacia abajo, sacrificando estacionamientos, y construyendo fundaciones especiales", indica Yáñez. El término que se aplica en este caso no es demoler, sino desmontar o deconstruir. "Hay que hacerlo con mucho cuidado, en base a grúas y herramientas especiales. Si bien no estamos habituados a hacer este tipo de procedimientos, tendremos que aprender a hacerlo", comenta Yáñez.

### 3. TECNOLOGÍA EN HORMIGONES Y MORTEROS

La tecnología del hormigón y morteros presenta importantes desarrollos. En esa línea Melón Hormigones introdujo FLUIDIA, gama de hormigones y morteros premezclados autocompactantes. Un ejemplo concreto de su aplicación se realizó en un edificio afectado por el pasado terremoto, donde fue necesario reparar y reforzar los muros de niveles inferiores. Particularmente en este caso, un muro dañado de 20 cm de espesor se repara en su zona afectada junto con reforzarlo mediante el aumento de su sección. "En el proyecto no

era factible insertar vibradores de inmersión para compactar el hormigón, razón por lo que se decidió usar FLUIDIA, donde el llenado se ejecutó a través de perforaciones en la losa superior con buenos resultados", señala Cristian Romo, product manager de la empresa. [www.melon.cl](http://www.melon.cl). En morteros, Dry Mix, filial de Cementos Bío Bío presenta el Hormigón Ultra Rápido que destaca por desarrollar altas resistencias a cortas edades, permitiendo el tránsito a las dos horas de su aplicación, características que lo convierten en un producto ideal para reparación de pavimentos que requieran una rápida puesta en servicio, y montaje de maquinarias y estructuras en pocas horas. Actualmente se está utilizando en el Metro de Santiago para la fabricación de las bases o fundaciones de los durmientes de las vías. [www.drymix.cl](http://www.drymix.cl), [www.reparacondrymix.cl](http://www.reparacondrymix.cl).

### 4. TÉCNICAS EXTRANJERAS

También hay experiencias extranjeras. Destacamos dos. El retrofit de edificios que están fuera de norma y una técnica previa al refuerzo del hormigón.

#### ■ ADAPTACIÓN SÍSMICA

En un seminario realizado en la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), se presentaron experiencias internacionales en recupera-

BIT 73 JULIO 2010 ■ 31



A TRAVÉS DE SU UNIDAD DE NEGOCIOS DE MAQUINARIA, OFRECE ALTERNATIVAS DE VENTA, ARRIENDO Y LEASING. PARA CADA PROYECTO TENEMOS UNA SOLUCIÓN...



ANDAMIOS ELÉCTRICOS / MONTAPERSONAS

GRÚAS TORRE - AUTOMONTANTES

PLANTAS HORMIGÓN

Maquinarias & Equipos para la Construcción S.A. • Roma 2746 • Conchalí, Santiago • Fonos (56 2) 734 4785 - 734 7609 - 728 7478 • [www.mecva.cl](http://www.mecva.cl)

## MÁS TÉCNICAS DE REFUERZO

Dependiendo del daño, existen variadas técnicas de recuperación en base a refuerzos. Se muestran 8 tipologías.



1. Pantallas en hormigón reforzado



2. Arriostramientos metálicos



3. Encamisados en hormigón



4. Encamisados en acero



5. Contrafuertes



6. Postensado externo



7. Disipadores de energía



8. Aislamiento sísmico

ción de estructuras. Destaca la de Nueva Zelanda, a través del académico de la Universidad de Auckland, Jason Ingham, país con más de 40 años de historia en rehabilitación sísmica de edificios patrimoniales. Según el proyecto, las soluciones pueden incluir la adición de refuerzos de acero, de muros de corte o de hormigón armado, uso de FRP para mejorar su resistencia y ductilidad, el debilitamiento selectivo de elementos para reducir la torsión y aumentar el período, entre otras. Pero atención. Hay conceptos que vienen de la mano con el retrofit, como son, evaluar la solidez del edificio existente, evitar demoler el patrimonio, y la integración de faenas anexas como la renovación del sistema de aire acondicionado, la protección contra la corrosión o el reemplazo del piso, entre otras. En próximas ediciones se abordará el presente y futuro de los edificios patrimoniales y su recuperación.

### ■ HIDRODEMOLICIÓN

Tecnología que traerá a Chile la empresa española Hidrofrein, y que se aplica antes del proceso de refuerzo. Su objetivo es demoler y extraer el hormigón dañado de estructuras como puentes, túneles, muelles, entre otras obras. Al mismo tiempo, se utiliza en la reparación y acondicionamiento de estructuras dañadas. La porosidad del hormigón es aprovechada por la hidrodemolición al penetrar el chorro de agua a presión en los poros, generando una presión interna que supera la resistencia a tracción del hormigón, provocando su rotura. La técnica no genera microfisuras en el hormigón ni el despegue de las armaduras del interior de la estructura, proporcionando una superficie rugosa de buena adherencia ante cualquier revestimiento posterior. Se aplica con un robot de hidrodemolición y una bomba de agua a alta presión. La bomba, a través de una manguera, transmite la presión y el caudal a una boquilla del robot, extrayendo el hormigón. [www.hidrofrein.com](http://www.hidrofrein.com)

El terremoto puso a prueba las estructuras y, salvo casos aislados, el resultado fue exitoso. Ciertas normativas deberán ser objeto de estudio. El confinamiento en estructuras de hormigón, así como las singularidades de la nueva arquitectura que hoy en día se impone en la construcción nacional, están llamados a asumir nuevos desafíos. En próximas ediciones, se investigarán las técnicas de recupera-

## INSTALACIÓN FIBRA DE CARBONO

CUALQUIERA SEA LA TECNOLOGÍA aplicada de fibra de carbono, su instalación debe hacerse por profesionales experimentados, mediante la técnica de laminación húmeda. Si bien el proceso varía según las características específicas del proyecto, hay una secuencia de pasos comunes. "Antes de aplicar el producto, será necesario reparar cualquier área extensa del sustrato de hormigón que presente defectos como desconchados o delaminados, inyectando todas las grietas del sustrato", comenta Verónica Latorre, de BASF. Se debe preparar la superficie mediante técnicas de abrasión mecánica, proyección de agua a muy alta presión o esmerilado con disco.



**1. Aplicar refuerzo MBrace® de BASF, utilizando un rodillo medio.**



**2. Colocar pasta epóxica utilizando una llana para emparejar superficies desiguales.**



**3. Utilizar una primera capa de resina con un rodillo medio.**



**4. Cortar secciones de tamaño apropiado de la lámina de fibra.**



**5. Oprimir la lámina de fibra contra el saturante húmedo. Pasar rodillo acanalado para oprimirla contra la superficie. Aplicar una segunda capa de resina para permitir el encapsulado completo de las fibras.**



**6. Repetir la aplicación de capas de resina, lámina de fibra y resina, según se necesite.**

GENTILEZA BASF CONSTRUCTION CHEMICALS

ción en puentes, pasarelas y edificios industriales. Para ello hay técnicas precisas.

### CONCLUSIONES Y ENSEÑANZAS

A poco más de cuatro meses del terremoto, el país se levanta. Hay conclusiones de los expertos consultados por Revista Bit.

#### ■ EN DISEÑO DE HORMIGÓN ARMADO

**Confinamiento:** Para Fernando Yáñez, "si los edificios chilenos, ante un terremoto 8,8, van a incursionar en el rango plástico, tienen que estar confinados". Y prosigue, "en el comportamiento sísmico del hormigón armado no hay errores pequeños. El detallamiento, especialmente el confinamiento, anclajes y traslapes, deben hacerse con especial cuidado".

**Diseño por desempeño:** Lo que se busca en el diseño estructural del hormigón armado "es que la estructura realice la mayor disipa-

ción de energía posible antes de fallar en forma frágil, idea que tiene su base en la filosofía neozelandesa del diseño por capacidad. Después de este terremoto filosofías como el diseño por desplazamiento o el diseño por desempeño, donde se diseña para un terremoto y un nivel de daño en particular, tendrán más relevancia", señala Milan Cerić.

**Armadura transversal:** "En general, se le da mayor importancia a la armadura longitudinal que a la transversal, y ésta última, cuando hablamos de terremotos, es la que le da la integridad al hormigón. Pero por formación siempre se ha enseñado que la armadura principal es la longitudinal o de flexión, dándole menos jerarquía a los refuerzos de confinamiento, lo que se ha ido permeando a la práctica", postula Augusto Holmberg.

#### ■ EN NORMATIVA

**Normativa de desplazamiento:** Cada terre-

  
**YOLITO**  
CENTRO FERRETERO  
MEJOR PRECIO, MAYOR SURTIDO **MTS**

**ENCUENTRE TODO PARA CONSTRUIR:**

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
COCINAS Y BAÑOS  
JARDÍN Y PISCINAS - HERRAMIENTAS  
PINTURAS - ADHESIVOS - ADITIVOS  
GRIFERÍA - FITTING - GASFITERÍA  
ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN  
CERÁMICA - QUINCALLERÍA  
FIJACIONES - SEGURIDAD  
CALEFACCIÓN

**Y MUCHO MÁS**

**ESPECIALISTAS A SU DISPOSICION**

**6 CUOTAS**  
sin pie y sin intereses



### NUESTRAS DIRECCIONES

Casa Matriz  
Av. Las Condes 7090  
Fono: 750 06 00 / Fax: 750 06 01

Sucursal Chicureo-Colina  
Carretera Gral. San Martín 6800  
Fono: 499 06 00 / Fax: 499 06 01

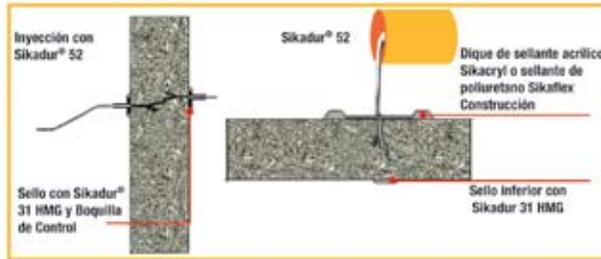
Cocinas y Baños  
Fono: 750 06 50 / Fax: 750 06 51

Centro de Distribución  
Calle Antillanca 500, Quilicura  
Fono / Fax: 443 61 30

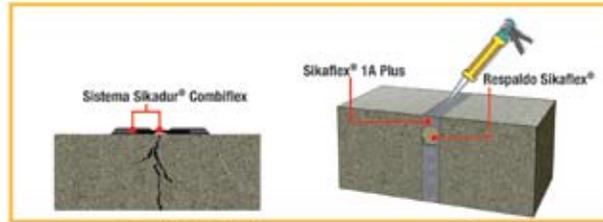
## TÉCNICAS DE REPARACIÓN

También existen variados tipos de reparaciones. Mostramos 7 tipologías.

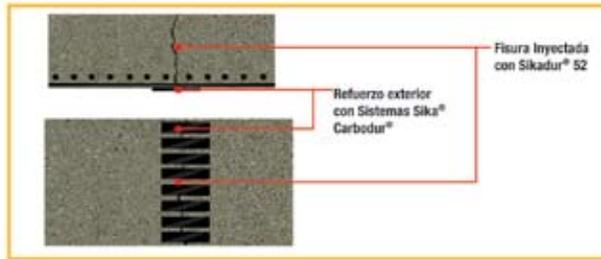
### 1. Inyección de grietas y fisuras



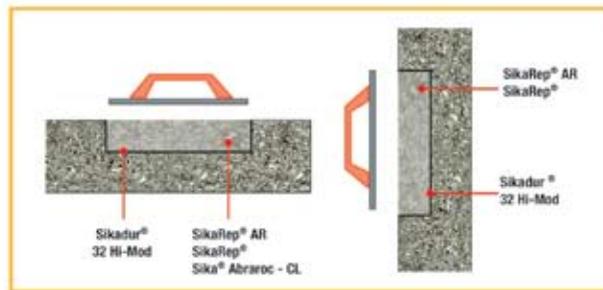
### 4. Sellado elástico de grietas y fisuras



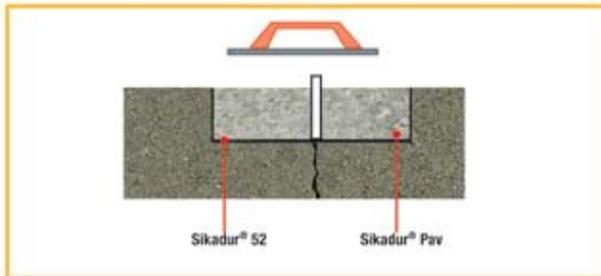
### 2. Reparación de grietas y fisuras con movimiento



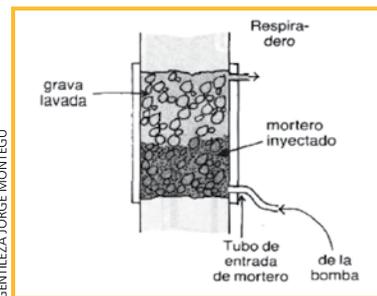
### 5. Reparación de elementos estructurales



### 3. Reparación de bordes de juntas



### 6. Hormigón preempacado



### 7. Reemplazo de barras con mangos



moto es un examen. Y así lo confirma David Campusano, director general de Albro Ingeniería y Construcción, "hace tiempo que está la conciencia entre los ingenieros de que la NCh 433 of.96 debería actualizarse a una norma que controle los desplazamientos, porque son éstos los que producen el daño. En cambio, la norma vigente es de fuerza, y funciona como un sistema equivalente, donde en ciertos casos no refleja lo que solicita el sismo, como en las estructuras flexibles en las que prima la deformación". ¿La conclusión? "Tenemos que cambiar a normas de deformaciones o desplazamientos", culmina.

#### ■ EN TÉCNICAS DE RECUPERACIÓN

**Fibra de carbono y retrofit:** Las estructuras dañadas deben ser evaluadas y reparadas de manera "que se corrijan los posibles defectos estructurales que provocaron la falla y recuperen la capacidad de resistir un nuevo evento sísmico", señala Hernán Santa María. Hay técnicas de refuerzo para lograrlo, como la fibra de carbono o el retrofit en edificios fuera de norma.

**Reconocimiento de daños:** Con anterioridad a la aplicación de alguna técnica de reparación o refuerzo, es necesario hacer un cuidadoso levantamiento de daños y un análisis estructural que permita determinar la o las

causas de los daños. "Solamente así se podrá diseñar la reparación o refuerzo en forma confiable", concluye Carl Lüders. Este estudio debe ser realizado por un ingeniero estructural con experiencia en análisis y diseño sísmo-resistente. ■

#### ARTÍCULOS RELACIONADOS

- "Cálculo sísmico de edificios. Construcciones a prueba". Revista BIT N° 72, Mayo de 2010, pág. 30.
- "Aislación y disipación de energía. Construcción Sismorresistente". Revista BIT N° 72, Mayo de 2010, pág. 36.
- "Hormigonado en altura. Exigencias mayores". Revista BIT N° 71, Marzo de 2010, pág. 32.
- "Viga reforzada con fibra de carbono. Tecnología aplicada". Revista BIT N° 70, Marzo de 2010, pág. 78.
- "Refuerzos de hormigón con barras de fibra de vidrio". Revista BIT N° 13, Marzo de 1999, pág. 48.

## HIDROFREIN

# Innovadora tecnología para el hormigón dañado

Una revolución para el refuerzo de estructuras, es lo que trae a Chile, entre otros servicios, la empresa española Hidrofrein S.A. La técnica se conoce como Hidrodemolición, que elimina el hormigón dañado, a la vez que permite remover hormigón sano con la misma eficacia.

**Aterrizaje en Chile** la empresa española Hidrofrein S.A., avalada por más de 35 años de experiencia ofreciendo servicios en refuerzos de estructuras de hormigón, en base a sistemas de fibra de carbono, hormigón proyectado, sistema de anclajes de barras de acero en terraplenes de carreteras, cimentaciones, reparaciones de pistas de aeropuertos, entre otros. Entre los múltiples servicios, un lugar destacado en la reconstrucción del país podría tener la tecnología de Hidrodemolición, desarrollada por la compañía con el objetivo de demoler y extraer el hormigón dañado de estructuras delicadas como puentes, túneles, muelles, entre otras. Al mismo tiempo, se utiliza en la reparación y acondicionamiento de estructuras dañadas.

### La técnica

El hormigón es un material poroso con alta resistencia a la compresión, pero su resistencia a la tensión es 10 veces menor. Esa porosidad es aprovechada por la Hidrodemolición al penetrar el chorro de agua a presión en los poros generando una presión interna que supera a la tensión del hormigón, provocando su rotura. A diferencia de los métodos tradicionales, la técnica no genera microfisuras en el hormigón ni el despegue de las armaduras del interior de la estructura, proporcionando una superficie rugosa de inmejorable adherencia ante



cualquier revestimiento posterior. Respecto a las armaduras, no sólo no resultan dañadas sino que quedan libres de óxido y preparadas para su protección posterior. Por el contrario, los métodos tradicionales de percusión originan vibración en las armaduras interiores provocando que el hormigón se divida en finas láminas a lo largo de las barras, quedando separadas del hormigón. Se aplica mediante un robot de hidrodemolición y una bomba de agua a alta presión. La bomba está dotada de un motor diesel de, al menos, 500 C.V. (caballos de vapor), con una presión de hasta 1.500 bares y un caudal de agua de entre 150 y 300 l.p.m (litros por minuto). La bomba, a través de una manguera de alta presión, transmite la presión y el caudal a una boquilla del robot o de cualquier otro implemento que, bajo esas condiciones, provoca la extracción del hormigón. La Hidrodemolición hace su estreno en Chile. Tecnología para la reconstrucción.



Ejecución del basamento del aerogenerador.



Basamento presenta fisuras.



Resultado de la Hidrodemolición



Aspecto final de la armadura tras Hidrodemolición.

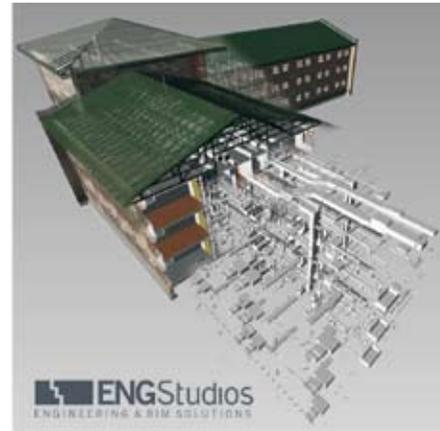
# Alianza entre BAU y ENGStudios

## Plataforma BIM para proyectos de construcción

**BAU coloca a disposición de los clientes su liderazgo en la administración de proyectos, inspección técnica de obras y supervisión de postventa, mientras que ENGStudios su experiencia en la aplicación de la tecnología BIM.**

Imagine poder conocer el proyecto en detalle antes de ser construido. A través de la alianza entre la empresa chilena de servicios para la construcción BAU Ltda. y la reconocida firma internacional de Ingeniería y Consultoría BIM, ENGStudios, con más de 500 proyectos realizados alrededor del mundo, la plataforma BIM (Building Information Modeling) se aplicará en su máximo potencial. Así es, ahora se podrá coordinar, modelar, simular y optimizar en un sistema 3D de ingeniería el ciclo de vida completo del proyecto, desde la arquitectura, la ingeniería, construcción y la futura operación y mantenimiento.

El Modelado de Información de la Construcción o BIM es una base de información del diseño y proceso de construcción que posibilita, además de la construcción tridimensional, asociar al modelo 3D información paramétrica de cada uno de



los elementos y componentes que conforman el proyecto, como superficie, volumen, propiedades térmicas, descripciones de las habitaciones, precios, información sobre especificaciones de productos, y mucho más. En Chile, la aplicación de la herramienta avanza gradualmente, siendo hoy en día destinada para resolver en su mayoría, interferencias del proceso constructivo. El objetivo de ambas compañías es ambicioso, aplicar BIM desde el anteproyecto hasta el uso de la obra por parte del mandante, cubriendo el ciclo de vida completo de una edificación.



### SERVICIO INTEGRAL

Acorde con las tendencias que llevan la delantera en Estados Unidos y Europa, BAU decidió complementar su oferta de servicios, de cara al futuro, incorporando BIM. Su interés creciente de posicionarse como una empresa que no solamente ofrece Inspección Técnica de Obras (ITO), sino que utiliza herramientas de vanguardia dispuestas en el mercado de manera de poder diferenciarse y adoptar un nicho que está en la cumbre del nivel tecnológico. "No trabajamos simplemente llenando protocolos, sino que lo hacemos complementándolos con herramientas que nos permitan aportar y agregar valor al mandante, trabajando sobre toda la cadena. La idea de BIM no contribuye solamente al mandante, sino también al arquitecto, al constructor y al usuario final del producto", señala Wilfred Walter, gerente de BAU. En la industria de la construcción, un problema sensible es la descoordinación de la información. Cada vez se les exige más a los desarrolladores de proyectos, llámese arquitectos, proyectistas e ingenieros, el producir proyectos a una velocidad que impide un adecuado control de calidad y coordinación y, dado que la ejecución de tales actividades en la implementación y desarrollo de



las obras todavía se ejecuta bajo tecnología 2D, "la solución BIM viene a cubrir una brecha que facilitaría que las ejecuciones de proyectos en la etapa de obras, no tuviesen las desviaciones de costos y plazos que hoy en día se producen por tal origen", complementa Axel Krüger, CEO de ENGStudios.

En Estados Unidos, la utilización de los programas BIM aplicados al desarrollo de los proyectos han demostrado una disminución del costo final de construcción estimado entre un 3 y hasta un 9% del presupuesto base, es por esta razón que hoy en día más del 50% de los mandantes exigen tecnologías BIM para el desarrollo de sus proyectos.

La alianza comienza a dar los primeros frutos. "Hemos contratado el servicio BIM, a través de ENG, para un importante cliente. Se trata de un proyecto inmobiliario de gran envergadura en el Norte del país, realizado con una prestigiosa oficina de arquitectura en Chile, e inversionistas extranjeros que han optado por el servicio BIM, dada las excelentes garantías que permite enfrentar un proyecto de alta complejidad", comenta Walter.

En Chile, son escasas las empresas que cuentan con la capacidad de generar la plataforma BIM. Para implementarla, no sólo se necesita de una infraestructura adecuada, sino también, y una vez



implementada, se requiere de capacitación y un tiempo de maduración. Motivos que en la mayoría de las ocasiones hacen que la herramienta sea menos rentable de utilizar que la tradicional CAD 2D. El hecho de que "BAU optara por unir fuerzas de manera de abordar las necesidades del mercado, con la rapidez con que se debe afrontar el desarrollo de este servicio, tanto para arquitectos, inmobiliarias y constructoras, acercará la tecnología BIM a empresas que quizás nunca podrán im-

plementarla de manera interna. Nosotros damos la posibilidad de que usen BIM sin necesidad de cambiar sus procesos", concluye Walter.

El futuro para BAU es seguir creciendo. La empresa se encuentra ad portas de firmar una nueva asociación con una compañía internacional alemana, con la que espera generar servicios de simulación energética. La tecnología dice presente.

[www.bau.cl](http://www.bau.cl); [www.engstudios.com](http://www.engstudios.com)

# BAU<sup>®</sup>

LTDA.

ISO 9001

BUREAU VERITAS  
Certification

WWW.BAU.CL

By **ENGStudios**  
ENGINEERING & BIM SOLUTIONS

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

## GESTION Y GERENCIAMIENTO INTEGRAL DE PROYECTOS

---

## INSPECCION TECNICA DE OBRAS

---

## ADMINISTRACION Y CERTIFICACION L E E D

---

## COMMISSIONING L E E D

---

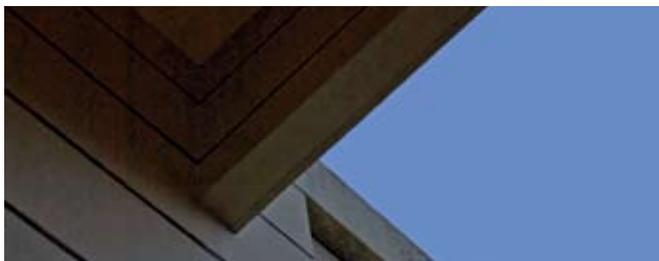
## COORDINACION DE PROYECTOS

---

## SERVICIOS BIM\*

Presente en el desarrollo de importantes proyectos de edificación del país, preocupados de la calidad y cumplimiento de plazos y costos.

Luis Pasteur 6025, Vitacura - [itobau@bau.cl](mailto:itobau@bau.cl) - Fono: (56 2) 2180055



# ALBAÑILERÍA SOLUCIONES SÓLIDAS

■ La conclusión de los especialistas apunta a que viviendas y edificios construidos completamente bajo las normas de albañilería confinada y armada, se comportaron bien ante los desplazamientos generados por el sismo. Las escasas singularidades que se presentaron corresponden a errores de construcción o incorrecto diseño por inadecuada interpretación de las normas. ■ Hay técnicas de recuperación. Destaca la fibra de carbono, que en Chile se ha aplicado sólo a nivel experimental. Siga leyendo, en otros artículos también conocerá el comportamiento de cielos falsos y ascensores.

PAULA CHAPPLE C.  
PERIODISTA REVISTA BIT

**L**AS CONSTRUCCIONES de albañilería pasaron la prueba. Los expertos consultados por Revista BIT coinciden en que la albañilería no sufrió grandes daños, salvo casos aislados. La revisión del porqué en algunas estructuras se cometió errores de interpretación, al mismo tiempo que un incremento de la fiscalización desde el diseño hasta la correcta ejecución de las estructuras, será el gran objetivo del sistema, para obtener construcciones aún más sólidas.

La albañilería se construye en Chile bajo dos tipologías: albañilería armada y albañilería confinada. La albañilería armada es aquella en que se utiliza acero como refuerzo en los muros. Estos refuerzos consisten en tensores (como refuerzos verticales) y escalerillas (como refuerzos horizontales), que van anclados en los cimientos o cadenas de la construcción, respectivamente. Se rige por la norma NCh1928 of.93, de Albañilería Armada "Requisito para el Diseño y Cálculo", puesta

en vigencia en enero de 1986 con revisión en 1993, a consecuencia de cambios en la NCh433 of.93 y modificada por actualización en 2003, a raíz de cambios en las normas NCh167 y 169. La albañilería confinada en tanto, está formada por un conjunto de elementos de refuerzo horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante. Un muro confinado es el que está enmarcado por elementos de refuerzo en sus cuatro lados, elementos compuestos por pilares y cadenas de hormigón armado, cuyos requisitos de diseño y cálculo se encuentran en la norma NCh2123 of.97 y modificada en 2003. "El comportamiento sísmico de ciertas estructuras arrojó que la albañilería confinada, en general, respondió bien, en tanto que la armada presentó problemas que deberán revisarse", destaca Hernán Santa María, profesor de ingeniería civil del Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica de la Pontificia Universidad Católica de Chile.



## FIBRA DE CARBONO

1. Refuerzo de muro de albañilería con tiras diagonales de fibras de carbono.
2. Refuerzo de muro de albañilería con tres tiras horizontales de fibras de carbono.

GENTILEZA DPTO. INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICA PUC



### ALBAÑILERÍA CONFINADA

Aquella en que el paño de albañilería es confinado mediante pilares y cadenas de hormigón armado. También recibe el nombre de albañilería reforzada, y son diseñadas según las recomendaciones de la NCh 2123.



### ALBAÑILERÍA ARMADA

Pilares son reemplazados por refuerzos de acero en el interior del muro, pasados por las perforaciones de los ladrillos. Son diseñadas en base a NCh 1928.



Además de la revisión constante de ambos sistemas constructivos a nivel normativo, “laboratorios como IDIEM y DICTUC, año a año, realizan simulaciones de estructuras a escala natural, donde se somete los muros a cargas cíclicas que simulan un sismo de gran intensidad. Gracias a estas experiencias, el año pasado se terminó la redacción del nuevo Anexo E de la norma de diseño de albañilería armada 1928, en donde se establecen disposiciones especiales para el diseño de 1 y 2 pisos. “En los últimos 40 años se ha estudiado permanentemente el comportamiento de la albañilería armada respecto a los sismos característicos de nuestro país. Esta norma está hecha a la medida de nuestros sismos y esa garantía no la da ninguna norma extranjera o sistema constructivo”, señala Claudio Gómez, gerente general de Cerámica Santiago.

Los especialistas coinciden en que los escasos daños observados se concentraron en albañilería armada y confinada, en edificios de

tres o cuatro pisos, mientras que en viviendas los casos fueron aislados. Entremos a las técnicas de refuerzo y reparación en albañilería.

### TÉCNICAS DE REFUERZOS

Los muros de albañilería armada requieren ser reforzados para mejorar su comportamiento frente a distintos tipos de cargas. Algunas de las técnicas de recuperación brindan esta capacidad adicional requerida en cualquier sección del elemento. “Una de las fallas recurrentes observadas tras el sismo, fueron las grietas diagonales o de corte. Los muros de albañilería son largos en planta y bajos en elevación, razón por la cual las fuerzas de corte son más importantes que las de flexión. Durante un

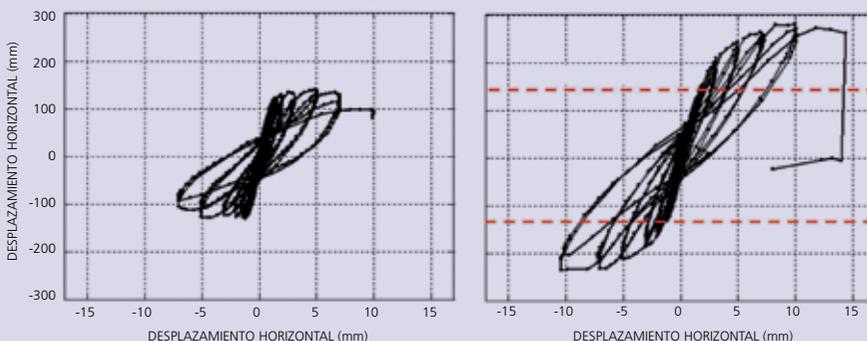
sismo, los esfuerzos de corte son principalmente los que producen la falla observándose primero fisuras y luego grietas en diagonal”, comenta Alfonso Larraín, presidente de la Asociación de Ingenieros Civiles Estructurales de Chile (AICE). Por lo general, “su reparación consiste en picar la grieta y agregar un fierro de construcción en el interior, luego se colocan fierros transversales y todo este relleno con mortero de reparación expansivo (ver técnica de grapado descrita más adelante), de manera de devolverle la integridad al muro”, indica Larraín. Asimismo, “se han visto fallas en cabezas comprimidas de muros, cuya reparación involucra vaciarlas y repararlas con hormigón o mortero de alta resistencia, dejando la estructura más firme de lo que era originalmente”, prosigue Larraín.

Pero hay más. Ya que también “se detectaron problemas de suelos como fallas de asentamientos diferenciales, errores estructurales o descuido en ciertos detalles constructivos, que son deficiencias externas a lo que es el sistema constructivo, por tanto no atribuibles a la albañilería”, detalla Muriel Hernández, jefa del Departamento Técnico y Desarrollo de Industrias Princesa. Hay técnicas para reforzar las estructuras de albañilería.

### FIBRA DE CARBONO

En Chile, las fibras de carbono en albañilería se han aplicado sólo a nivel experimental. Así, las estructuras de albañilería armada, requie-

Comparación entre la respuesta de un muro sin refuerzo al corte (izquierda) y uno reforzado con diagonales de fibra de carbono (CFRP) y sometidos a corte cíclico. Aumenta la resistencia y la deformación máxima



## NUEVA ZELANDA: RETROFIT EN MUROS DE ALBAÑILERÍA.

1. Se muestra la colocación de perfiles de acero.
- 2-3. Inserciones de acero.



1



2



3

GENTILEZA JASON INGHAM

ren ser reforzadas para mejorar su comportamiento sísmico, tanto longitudinal como transversalmente. El uso de estas fibras, permite aumentar la capacidad de resistencia al corte y mantener la integridad del muro, previniendo que partes desmembradas se quiebren, convirtiéndose en un seguro (más información en recuadro Seguros) contra daños.

El Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica de la Pontificia Universidad Católica de Chile desarrolló el Proyecto de "Reforzamiento de albañilerías al corte en su plano con fibras de carbono (FRP)". En él "estudiamos experimentalmente muros de albañilería reforzados con fibra de carbono. El estudio contemplaba reforzar muros con tejidos de fibra, y también reforzar con FRP muros previamente dañados, ensayos que arrojaron interesantes resultados", cuenta Santa María.

En pruebas de laboratorio se construyeron muros sin armar y muros con refuerzos, de manera de observar el comportamiento y la efectividad en cada caso, asimismo, los tejidos de fibra de carbono se aplicaron de forma diagonal y horizontal (en las imágenes). Como lo explica Santa María, "el FRP externo aumenta la resistencia al corte de muros de albañilería y su capacidad de deformación



antes de la falla. Mientras que el número de franjas de FRP controla la capacidad de deformación post-resistencia máxima y el modo de falla". Los resultados fueron claros: "El muro sin refuerzo se agrietó y rompió. El mismo muro con fibras dispuestas diagonalmente, aumentó considerablemente su resistencia de agrietamiento y la resistencia máxima (ver gráfico), además de su capacidad de deformación máxima, que se duplicó entre un piso y otro", expresa Santa María.

Para aquellos casos de edificios patrimoniales construidos en albañilería, desarrollar un retrofit en base a tejidos de fibra de carbono resulta una variante interesante de considerar como refuerzo estructural. Hay casos internacionales que avalan la técnica. En Colombia se han rehabilitado una cantidad importante de edificios patrimoniales, uno de los casos más emblemáticos fue el retrofit de la Iglesia de Nobsa, en el estado de Boyacá, en enero de 2004, monumento de estilo barroco cuya construcción se inició en 1898. Para su rehabilitación, se desarrolló un proyecto de recuperación de los muros de la estructura en base a tejidos de fibra de carbono. Otro caso es el del Teatro Egipcio en Hollywood, construido en 1922 y restaurado en los '50, que luego del terremoto de 1994 "quedó prácticamente clausurado y solo se logró rehabilitar mediante el uso de FRP (con el producto Tyfo Systems), donde se restauraron los muros de albañilería originales respetando así su arquitectura legendaria", comenta Pablo Fuertes, jefe de operaciones de Tecnoav S.A.

## MÁS REFUERZOS

Siguiendo con los ejemplos internacionales en técnicas de refuerzos, es interesante des-



GENTILEZA SIKA

**Retrofit a la Iglesia de Nobsa, en Colombia. Se hizo un reforzamiento de los muros con tejido de fibra de carbono SikaWrap 300C.**

taçar el caso de Nueva Zelanda, país que acumula experiencia en la actualización sísmica de estructuras antiguas o que se encuentran fuera de las normas vigentes. La colocación de montantes o inserciones de acero trenzado en muros de albañilería han sido aplicados en edificios antiguos o con ciertas debilidades en su estructura. Asimismo, en edificaciones construidas entre 1940 y 1950, se aplicaron anclajes en forma de diafragma para mejorar su capacidad monolítica.

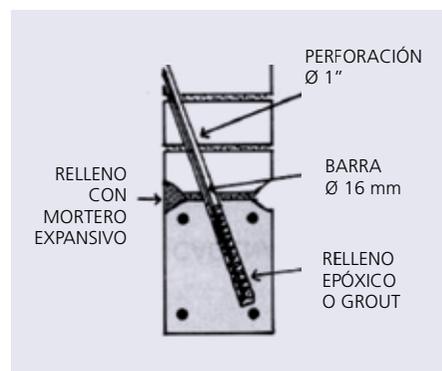
## TÉCNICAS DE REPARACIÓN

Existen variadas técnicas de reparación para albañilería dependiendo del tipo de daño. En el documento "Técnicas de Reparación y Refuerzo de Estructuras de Hormigón Armado y Albañilerías", bajo la autoría del constructor civil y consultor Jorge Montegu, y editado por el Instituto Chileno del Cemento y del Hormigón (ICH), cuya edición revisada se lanzaba, al cierre de esta edición, en un seminario en Talca, se publican técnicas, en conjunto con sus procedimientos. Mostramos cinco:

### 1. PARA ANCLAJES DE ALBAÑILERÍA

#### ■ ANCLAJES

Mejoramiento del anclaje de albañilerías al hormigón armado. Albañilerías "seltas", agrietadas o mal adheridas en la unión con el hormigón armado.

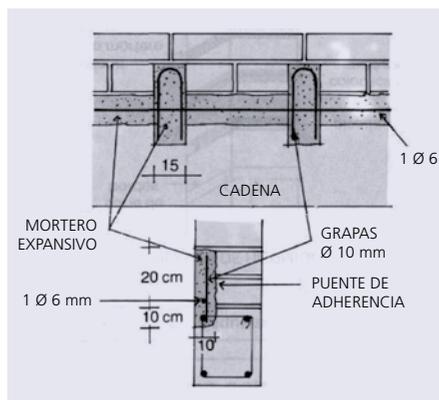


- Practicar perforaciones inclinadas abarcando la albañilería y cadena o pilar de hormigón armado (diámetro de la perforación: 1").
- Rellenar con sistema epoxi para anclajes o grout de cemento con aditivo expansor.
- Insertar barra  $\varnothing$  16 mm, o según indicación calculista.
- Repetir según distancias especificadas por proyectistas.
- Picar grieta en forma de V con profundidad

de 5 cm por cada lado y rellenar con mortero expansivo. Curado húmedo por 7 días.

#### ■ GRAPADO

Similar a la reparación anterior.

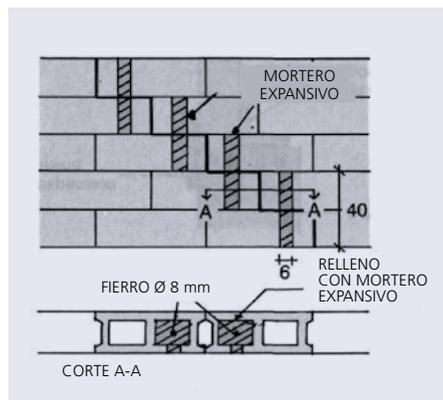


- Picar unión de la albañilería con el hormigón (aprox. 10 x 10 cm).
- Picar espacio para la ubicación de grapas (30 x 15 x 10 cm).
- Colocar barra  $\varnothing$  6 mm a lo largo de grietas y grapas  $\varnothing$  10 mm y L = 50 cm en cada llave.
- Aplicar puente de adherencia epóxico.
- Rellenar con mortero expansivo.
- Curado húmedo por 7 días.

### 2. PARA ALBAÑILERÍAS DE BLOQUES

#### ■ REPARACIÓN DE GRIETAS EN CANTERÍAS Y REFUERZO PARCIAL

Para reparar muros de bloques de mortero y refuerzo interno parcial.



- Picar cantería agrietada y rellenar con mortero expansivo.
- Cortar con disco canales ubicando los huecos de los bloques. Los canales deben ser de 6 cm de ancho y una altura de 20 cm a cada lado de la grieta (mínimo).

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

- ZANJAS DE INFILTRACION
- POZOS ABSORBENTES
- ESTANQUES DE ACUMULACION
- 90% DE POROSIDAD
- 38 ton/m<sup>2</sup> DE RESISTENCIA
- 300 m<sup>2</sup> POR CAMION
- DRENAJE SOBRE LOSAS DE HORMIGON
- REDUCCION DE PATIOS DURIOS
- 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

**EMIN SISTEMAS GEOTECNICOS S.A.**

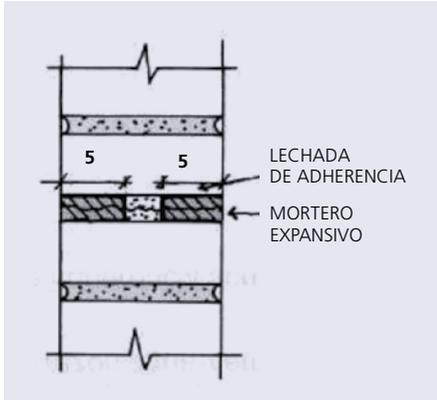
www.sistemasgeotecnicos.cl - geoemin@emin.cl  
Fono (56-2) 299 8001 - Fax (56-2) 206 6468

- Colocar fierro  $\varnothing$  8 mm centrado en hueco mediante polines  $\varnothing$  6 mm.
- Rellenar con mortero expansivo.

### 3. PARA OTRAS REPARACIONES EN ALBAÑILERÍA

#### ■ REPARACIÓN DE GRIETAS

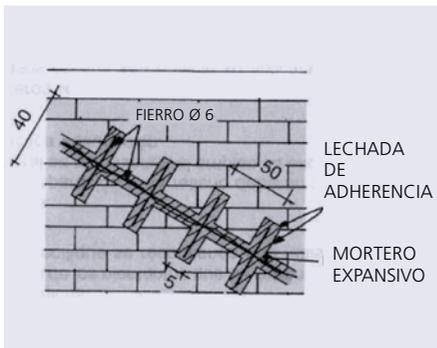
Se debe reconstituir el monolitismo de la estructura.



- Picado a lo largo de la grieta y/o cantería, sólo por un lado.
- Aplicación de lechada de adherencia en base a emulsión acrílica.
- Relleno con mortero expansivo.
- Curado húmedo cuidadoso.
- Repetir la operación por el lado opuesto.

#### ■ REPARACIÓN POR GRAPADO

Para reconstituir el monolitismo y refuerzo parcial.



- Picado en V a un lado, a lo largo de la grieta (dimensiones app de 5x5 cm ó 7x7cm).
- Picar transversalmente a la grieta ranuras de 40 x 5 cm, cada 50 centímetros.
- Colocar armadura longitudinal y transversal, según indicación del proyectista.
- Aplicar lechada de adherencia.
- Rellenar con mortero 1:3 con expansor o mortero predosificado.

## SEGUROS CONTRA DAÑOS

EL TEMA QUE POR ESTOS DÍAS se discute entre ingenieros y usuarios de construcciones afectadas por el terremoto, es el relativo a los seguros. "En el mercado de seguros habrá cambios. Si una estructura falló por ser muy esbelta, la compañía la va a reponer a su forma original, pero cuando ocurra un nuevo terremoto, volverá a presentar la misma falla", indica David Campusano, director de Albro Ingeniería y Construcción. Pero hay más. "Si una falla evidencia que en la estructura hay un problema mayor y que en un próximo sismo se volverá a producir, lo lógico sería que la debilidad fuese corregida. Más que una reparación, hablamos de un refuerzo, lo que suma un nuevo ingrediente. "Las compañías de seguros, ante el conocimiento que determinada estructura tendrá un mal comportamiento, o van a subir las primas o no van a asegurar esas obras, porque están sometidas a un riesgo cierto", detalla Campusano.

- Repetir por el otro lado, traslapando el grapo.

La albañilería demostró ser un sistema constructivo eficiente y seguro. Pero hay ciertas singularidades en la técnica armada que deberán ser corregidas y controladas. Hay que lograr construcciones sólidas.

### CONCLUSIONES Y ENSEÑANZAS

Aunque aún preliminares, las lecciones en albañilería son interesantes.

#### EN NORMATIVA:

■ **Sistema normativo probado.** Para Claudio Gómez, la enseñanza es clara: "No se puede probar con cualquier solución constructiva. Para la realidad sísmica del país no es llegar y traer sistemas que tengan normas en el extranjero. El constante estudio de las normas en nuestro país, en donde se ha invertido por años en una gran cantidad de horas hombre de los profesionales más destacados y conocedores de este sistema, junto con los ensayos realizados en laboratorios, ha permitido llegar a una norma de diseño mucho más exigente que las normas extranjeras vigentes".

#### EN SISTEMA CONSTRUCTIVO:

■ **Albañilería armada.** Según los expertos, la albañilería pasó la prueba tras el terremoto. Hay casos puntuales en albañilería armada donde será necesario poner atención. Las fallas más recurrentes "que se observaron fueron grietas diagonales o de corte y cabezas comprimidas en muros", resume Alfonso Larrain. Pero también hubo casos externos al sistema constructivo, como "comportamientos del suelo de fundación y problemas en la construcción atribuibles a mano de obra inexperta y falta de supervisión", detalla Muriel Hernández.



Una de las fallas recurrentes observadas en este terremoto, en muros de albañilería, fueron las grietas de corte.

#### EN TÉCNICAS DE RECUPERACIÓN:

■ **Fibra de carbono:** La fibra de carbono en albañilería sólo se ha aplicado en Chile a nivel experimental. Los expertos concuerdan en que "su utilización como refuerzo para albañilería debería ser aprovechada de manera de mejorar las propiedades de la estructura", indica Hernán Santa María.

■ **Retrofit:** Para edificios patrimoniales y aquellas construcciones fuera de norma, además de la fibra de carbono, existen técnicas extranjeras de actualización sísmica o retrofit, que son posibles de aplicar como refuerzos para estructuras de albañilería. ■

#### ARTÍCULOS RELACIONADOS

- "Innovación en morteros de pega y técnicas de aplicación. Revolución en albañilería". Revista BIT N° 39, Noviembre de 2004, pág. 14.
- "Manual de albañilería de ladrillos. Primeros adelantos, ladrillo por ladrillo". Revista BIT N° 29, Marzo de 2003, pág. 24.
- "Armadura de albañilería armada. Comportamiento de empalmes en estudio". Revista BIT N° 29, Marzo de 2003, pág. 34.

# Aislapol® S.A.

## Alto desempeño frente a la humedad, calidad inalterable en el tiempo

### ASPECTOS RELEVANTES

**ESTRUCTURA:** Aislapol® es un plástico celular polimérico está configurado por una estructura de celdas cerradas que le permite contener aire quieto en su volumen. Aproximadamente el 98% de este aire ocluido al interior de estas celdas le confieren una extraordinaria capacidad de aislamiento.

**CONDUCTIVIDAD TÉRMICA:** El rango de la conductividad térmica del Aislapol® varía según la densidad entre 0.043 y 0.036 W/(m°K) para las densidades de fabricación entre 10 y 30 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente. (NCh 853)

**ABSORCIÓN DE HUMEDAD Y ESTABILIDAD DE LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA:** Si un material absorbe humedad, su conductividad térmica se eleva y por tanto reduce su poder de aislación térmica; en este sentido Aislapol® es prácticamente impermeable y por tanto no la absorbe, manteniendo estable su conductividad térmica en el tiempo. Esta propiedad lo califica para ser utilizado en regiones (zonas centro y sur de Chile) y recintos con altos porcentajes de humedad.

**DENSIDAD DEL MATERIAL:** Está estrechamente relacionada a la conductividad térmica. Si el material se destina sólo para aislar térmicamente y la aplicación no exige resistencia mecánica, se escogerá la densidad "Standard" con el valor de la conductividad asociada a la misma para tales efectos. En caso contrario se optará por la densidad que se ajuste tanto al requerimiento de aislación térmica como mecánico u otro.

**ESTABILIDAD DIMENSIONAL:** En las aplicaciones de aislamiento térmico la inalterabilidad del espesor considerado y de su conductividad térmica juegan un

rol fundamental para que cumpla su funcionalidad práctica. Si el aislante térmico está sometido a una reducción de espesor por condiciones higrotérmicas u otras sollicitaciones que alteren sus dimensiones volumétricas y físicas a lo largo de su vida útil, la capacidad de aislación térmica se perderá. A mayor espesor, mayor será su poder de aislación. Aislapol® es una espuma rígida con un cuerpo volumétrico definido invariable, de excelente estabilidad dimensional y resistencia a la humedad.

**TRABAJABILIDAD E INSTALACIÓN:** Los materiales aislantes térmicos deben ser insumos fáciles para dimensionar, transportar, trabajar y colocar. Aislapol® es liviano y otorga una excelente respuesta y solución para el dimensionamiento y la trabajabilidad que se requiere en la construcción.

En la instalación, Aislapol®, no desprende agentes volátiles perjudiciales para la salud y el medio ambiente, por lo que no requiere equipamiento especial tanto para los instaladores como para el proceso de instalación propiamente tal.

**COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO:** Considerando que después de un siniestro que involucra fuego el grueso de los materiales cambia de estado transformándose en humos, gases, material particulado y otros, o quedan simplemente en estado de irrecuperabilidad e inutilización, es que, Aislapol® incorpora la propiedad de ser auto-extinguible no propagador de llama, situación complementaria

### MARCA DESTACADA AISLAPOL Plumavit®

Plumavit® es marca Aislapol; reconocida tanto en el mercado nacional como internacional, al igual que las otras marcas y productos Aislapol, son sinónimo de calidad y desempeño.

### FORMAS DE SUMINISTRO Y USOS DEL AISLAPOL

PRODUCTO	USO RECOMENDADO
Placas densidad 10 kg/m <sup>3</sup>	Entretechos, Mansardas, Tabiques perimetrales e interiores.
Placas densidad 15 kg/m <sup>3</sup>	Instalaciones a la vista como cielos falsos.
Placas densidad 20 kg/m <sup>3</sup>	Aislación sistemas de calefacción y refrigeración, cámaras frigoríficas (en cielos y muros), sistemas de aislación térmica con sollicitaciones de trabajo mecánico tipo EIFS y fachadas ventiladas.
Placas densidad 25 kg/m <sup>3</sup>	Aislación de pisos.
Placas densidad 30 kg/m <sup>3</sup>	Piso de cámaras frigoríficas.
Granulado y perlas	Hormigón liviano.
Medios caños	Revestimientos, ductos de calefacción y refrigeración, en tuberías de fierro y cobre y otras donde la temperatura sea inferior a 85° Celsius.
Placas Nopas	Losas radiantés.
Geofoam	Aplicaciones geotécnicas, soporte de carreteras y conformación de terraplenes livianos para la reducción de asentamientos y tensiones de empuje en los estribos de puentes, viaductos y obras afines.

tada por su estructura de 98% de aire contenido en el volumen, que lo califica como un material de carga combustible prácticamente despreciable.

**CERTIFICACIONES:** El material certificado acredita su calidad al ser adquirido. Esta validación normativa de densidad de fabricación y de conductividad térmica son fundamentales para el óptimo desempeño del producto; existen mínimos normativos posibles de exigir y comprobar, así como, el espesor final y la correcta instalación del material puesto en obra.

**GARANTÍA DE CALIDAD:** Fabricado de acuerdo a la Norma Chilena, NCh 1070 (Poliestireno Expandido – Requisitos y Rotulado de acuerdo a la Norma Chilena, NCh 2251)

### Aislapol® S.A. Innovación tecnológica para la industria



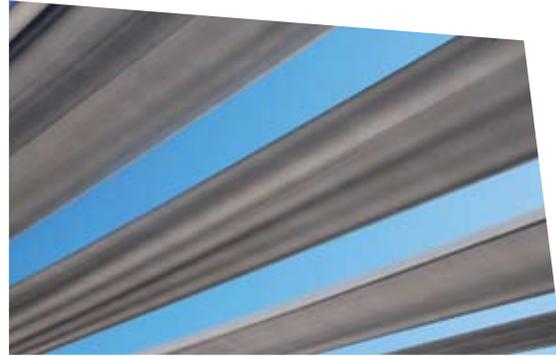
Aislapol S.A., empresa del Grupo Basf, el mayor transformador de Poliéstireno Expandido del país, trabaja hace casi 40 años en avances tecnológicos y estándares de calidad en el manejo de la materia prima Styropor. Su inmejorable capacidad aislante, su bajo peso y su facilidad de moldeo, han convertido a este producto en sinónimo de aislación térmica, embalaje liviano, racional y seguro.

Con sus dos modernas plantas en Santiago y Puerto Montt y, una bodega comercial en Concepción, abastece los requerimientos de todo el mercado nacional satisfaciendo las necesidades en los rubros de construcción, embalaje, en los sectores, acuícola, agrícola, forestal y hortícola, refrigeración, industrial y consumo.

**CONTACTO** ivan.alarcon@basf.com, aislapol@basf.com Fono: (56 2) 6407070 www.aislapol.cl. Más de Aislapol® en revista BIT N° 72.

### APLICACIONES EN LA CONSTRUCCIÓN

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



# CIELOS FALSOS EN SU LUGAR

■ La denominación secundarios para referirse a los elementos no estructurales en la NCh 433.Of96, refleja el relego que afecta a cielos falsos y otros componentes en materia de diseño sísmico de edificios. Los expertos destacan aquí el comportamiento de los cielos falsos durante el sismo del 27 de febrero, sus debilidades normativas y recomendaciones para su correcta instalación. Todo en su lugar.

GERALDINE ORMAZÁBAL N.  
PERIODISTA REVISTA BIT

**E**N LA NORMA chilena de diseño sísmico de edificios, NCh 433.Of96, el capítulo 8 está dedicado a “establecer condiciones y solicitaciones para el diseño y el anclaje de elementos secundarios y la interacción de éstos con la estructura resistente, tomando en cuenta el uso del edificio y la necesidad de continuidad de operación”. La referencia ‘elementos secundarios’ en el título de este capítulo y en la descripción -que señala el objetivo central de este apartado- refleja la realidad que afecta a los elementos no estructurales, un segundo plano en el diseño sísmico.

Es más, predomina el desconocimiento. “La mayoría de los instaladores no saben que deben regirse por disposiciones legales para la instalación de elementos no estructurales”, advierte Carl Lüders, profesor de la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile y director de Sirve S.A. El pro-

fesional es terminante: “La denominación secundarios es una de las primeras cosas que se debe cambiar”.

Entre expertos e investigadores existe consenso de lo necesarias que son ciertas modificaciones en esta materia porque, exceptuando muros cortinas y enchapados, los elementos no estructurales sufrieron daños importantes durante el terremoto del 27 de febrero, afectando la continuidad de operaciones en diversos edificios. “Construyendo bajo códigos sismorresistentes modernos las estructuras se comportan bien. No obstante, las pérdidas económicas son aún importantes y la principal razón es el daño en elementos no estructurales, con altos costos directos e indirectos”, señala Diego López-García, académico de la Pontificia Universidad Católica.

En la lista de afectados destacan aeropuertos, clínicas, tiendas comerciales y oficinas que sufrieron pérdidas relevantes debido a la paralización de actividades y a los destrozos



GENILEZA KNAUF



**Deterioro por fuerzas de compresión de los muros laterales, debido a que el cielo se encontraba fijo al perímetro y al distanciamiento inadecuado de los cuelgues.**

Falla por incremento del peso sobre el cielo debido al colapso de los sistemas de ventilación. ▶



GENTILEZA KNAUF

▲ Buen comportamiento de cielos flotantes, se recomienda la suspensión de estos elementos con anclaje de borde. Es más, en la imagen principal se muestra como los muros perimetrales cedieron inclinándose hacia el exterior, lo que no afectó el cielo falso.



producidos por el daño en elementos no estructurales tales como tabiques divisorios, cielos falsos, equipos mecánicos y eléctricos, entre otros.

Por lo tanto, a pesar de las denominaciones conceptuales y que estén relegados a un segundo plano en la norma y en la práctica, resulta clave considerar que estos elementos, aunque no pertenecen a la estructura resistente de un edificio, son permanentes, son afectados por los movimientos de ésta y eventualmente interactúan con ella.

Hay que actuar, y rápido. En este artículo se analizarán los desafíos normativos en cuanto al diseño y anclaje de cielos falsos, su comportamiento y las recomendaciones para una correcta instalación.

## EL MARCO LEGAL

Según la opinión de los expertos entrevistados, lo expuesto en el capítulo 8 de la NCh 433.Of96 es correcto, pero no suficiente. En términos generales, el problema es que no aborda cada punto en forma individual y detallada. A modo de ejemplo, Carl Lüders manifiesta que los esfuerzos para cielos falsos sí están contenidos en la norma 433 y en su capítulo 8, "no dice específicamente cielos fal-

sos, pero señala que todos los elementos que interactúan con la estructura fundamental tienen que diseñarse para resistir un cierto esfuerzo o aceptar cierta deformación sin sufrir daño. Sin embargo, falta indicar cómo debe hacerse".

Por otro lado, un segundo problema reside en que este apartado es pasado por alto profesionalmente. "Los ingenieros estructurales no lo miran porque abarca elementos no estructurales y los instaladores lo desconocen por completo, entonces nadie se hace responsable del diseño", señala Carl Lüders. "En general no son parte del proyecto de estructuras y los proveedores tampoco lo consideran al estar dentro de una norma de diseño sísmico de edificios", agrega Augusto Holmberg, gerente general del Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile (ICH).

Ante esta realidad, la propuesta generalizada es extraer el capítulo 8 de la norma 433 y transformarlo en una disposición legal independiente, que contenga el diseño sísmico de elementos no estructurales y las formas de anclaje de éstos a la estructura resistente, junto con especificaciones de cómo hay que hacerlo e incluso algunos ejemplos para faci-

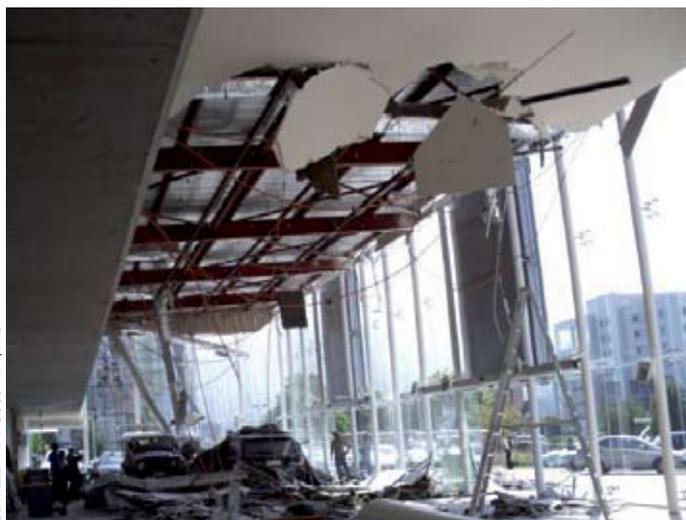


GENTILEZA CARL LÜDERS

litar su uso en obra. "Así, se transformaría en una norma más conocida y aplicada", declara Augusto Holmberg.

Adicionalmente, Carl Lüders especifica que al independizar la norma para el diseño sísmico de elementos no estructurales y sus anclajes, habría que "complementarla con más exigencias, especialmente en cuanto a ensayos de laboratorio, tanto estáticos como dinámicos, para comprobar que el diseño realmente funciona. También estipular ensayos de control durante la instalación para comprobar que en la obra se esté cumpliendo con lo especificado por el proyectista".

En definitiva, son necesarios ensayos de respaldo para garantizar que el producto y la solución integral de elementos no estructurales como tabiques, cielos falsos, instalaciones y equipos se comportarán correctamente durante un sismo. Estos ensayos hoy tampoco están definidos, ni siquiera son nombrados. Y por otro lado, incorporar la obligación de una inspección técnica porque actualmente "hay un tremendo vacío entre las recomendaciones de instalación del fabricante o importador, las



**En el sismo del 27 de febrero presentaron más daños los cielos falsos conectados a estructuras metálicas que a losas de hormigón armado, siendo las áreas más afectadas aquellas zonas donde se unen elementos flexibles y rígidos, respectivamente.**

especificaciones del arquitecto y el trabajo en terreno para ejecutar la instalación”, señala Alejandra Tapia, Jefa Departamento Técnico Knauf de Chile Ltda.

La tarea parece difícil, pero calma. Se debe considerar que existen normas extranjeras (americanas principalmente) referidas a estas especificaciones sobre tabiques, cielos falsos y otros equipos, de las cuales se podrían extraer los aspectos fundamentales y adaptarlos a nuestros usos, como se ha hecho en otras materias con buenos resultados.

## EL COMPORTAMIENTO

Si bien hasta el momento se desconocen estadísticas sobre el comportamiento de los cielos falsos ante el terremoto, los expertos entrevistados consideran que la respuesta de estos elementos fue negativa. Debido al desprendimiento de palmetas y perfiles, el funcionamiento de varias edificaciones se parali-

zó. Múltiples razones explican esta mala actuación. La principal se concentra en la gran intensidad del movimiento, rango que por tratarse de un fenómeno de la naturaleza es siempre impredecible, con muy altas sollicitaciones producto de esfuerzos, deformaciones y distancias libres. Hay otras razones que sí son predecibles. Frecuentemente el diseño y anclaje de estos elementos no están supervisados por un profesional, un ingeniero estructural o calculista. Por ello, la mayoría de las soluciones instaladas no cumplen con las disposiciones legales vigentes contenidas en la norma sísmica y en su capítulo 8.

Ahora, Alejandra Tapia hace una importante salvedad, “se debe tener más cuidado con los cielos que interactúan con una estructura metálica, dada su flexibilidad ante un sismo, en comparación a cuando están suspendidos de una losa de hormigón, que es más rígida”. Esto porque las instalaciones en estructuras

**Daños por interacción con elementos estructurales (en este caso el pilar). Es recomendable considerar la dilatación respecto de estos elementos.**



metálicas resultaron las más dañadas y cayeron al piso, mientras que aquellas sujetas a losas de hormigón en algunos casos presentaron pequeñas fisuras en los bordes, producto de fuerzas de compresión de los muros estructurales, que son posibles de reparar. Por lo que recomienda la aplicación de cielos falsos en estructuras con rigidez controlada.

En general, el desprendimiento de palmetas y los daños en el entramado de perfiles, en el caso de los cielos falsos modulares, se debió a la caída de los perfiles travesaños y las placas de borde que están sujetas a los perfiles perimetrales, por la ausencia de las dilataciones adecuadas para los desplazamientos horizontales de los muros, por lo tanto, ante el menor movimiento o deformación ceden, y también debido a la falta de arriostramiento horizontal. Como condicionante principal, los equipos de aire acondicionado y el movimiento de las tuberías de las redes sprinklers, tuberías de fierro, afectaron este tipo de cielo falso, dañando y botando palmetas. Este hecho incidió notablemente en el balance negativo sobre el comportamiento de este elemento no estructural.

¿El origen del problema? La fijación de estas instalaciones a la losa. En palabras de Carl Lüders, “el cielo falso no está hecho para sujetar equipos, menos tuberías pesadas de aire acondicionado o de rociadores contra incendios. Lo que pasó en Ciudad Empresarial y en los aeropuertos de Santiago y Concepción es que estas conexiones no estaban bien ancladas a la losa y con el movimiento sísmico se apoyaron en las palmetas hasta romperlas, o se cayeron empujándolas al piso”.

Alejandra Tapia explica la situación en términos de las fuerzas sísmicas: “con el movimiento telúrico se sumó otra carga vertical que habitualmente no es considerada en el diseño. Entonces, a las cargas verticales pro-



GENTILEZA CARL LÜDERS



pias del elemento como pesos de la estructura soportante, el material aislante y las instalaciones, se sumó una carga sísmica opuesta que empuja en dirección desde el piso al cielo”.

Más allá de los cálculos para fuerzas y factores de desempeño, del desconocimiento sobre la norma o su interpretación incorrecta, también se verificaron malas prácticas de instalación relacionadas con las mantenciones de estos equipos instalados sobre el cielo falso. Para facilitar las inspecciones periódicas, y el desmontaje de algunas palmetas, los equipos instaladores no las sujetan de forma correcta o siguiendo las recomendaciones del fabricante. Esta situación se observó en un importante edificio de la capital donde a pesar de contar con un sistema de seguridad para evitar que las palmetas caigan al piso, dejándolas suspendidas en el aire, varias se cayeron porque las piezas de sujeción de cada tablilla se encontraban dobladas, sin engancharse, para facilitar su desmontaje al realizar el mantenimiento de instalaciones. Por ello, “resulta fundamental la inspección técnica en obra y la mantención, junto con seguir rigurosamente las recomendaciones de los pro-

#### CONCEPCIÓN.

En el aeropuerto Carriel Sur los sistemas de protección contra el fuego dañaron las palmetas de cielos falsos empujándolas hasta el piso. La solución a este problema es el arriostramiento horizontal de estas instalaciones.



Ejemplo en clínica de esta misma ciudad.



veedores de materiales y equipos, no improvisando sistemas de sujeción como utilizar montantes de tabiques para estructuras de cielos”, insiste Alejandra Tapia.

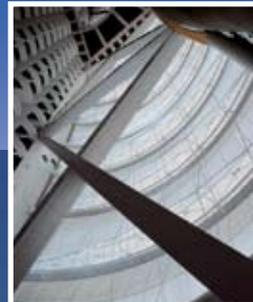
Y en el caso de las tuberías sprinklers, el director de Sirve especifica que son tomadas sólo en forma vertical y de tal manera quedan colgando con libertad para moverse horizontalmente, como un péndulo. Lo mismo que sucede con las palmetas de cielos falsos modulares. Vienen las soluciones técnicas. Siga leyendo.

#### RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN

Hay que tener claro que los cielos falsos se ven sometidos a diferentes fuerzas sísmicas en dirección vertical y horizontal. En la práctica sólo está resuelto su anclaje en forma vertical, y en ocasiones en precarias condiciones, apenas con un alambre. Entonces, durante un movimiento de intensidad el cielo falso se convierte en un péndulo que se mueve de un extremo perimetral a otro interactuando con la estructura resistente, y por esta razón se doblan los perfiles, se producen daños en las placas y caen al piso.



## Membranas y Mesh Arquitectónicos para Cubiertas, Fachadas y Cielos



**SERGATEX**  
TEXTILES TÉCNICOS

Distribuidor oficial membranas duraskin®



**VERSEIDAG**  
COATING AND COMPOSITE

Teléfono (56 2) 777 0030  
Santiago - Chile  
[www.sergatex.cl](http://www.sergatex.cl)

# ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES



**Daños en el Aeropuerto Internacional Arturo Merino Benítez por caída de equipos de clima y otras instalaciones.**

**Desprendimiento equipo de aire acondicionado dañando la instalación de cielo falso.**



GENTILEZA M. HUBE

GENTILEZA M. HUBE

Para controlar este desplazamiento desordenado, la solución consiste en arriostrar transversalmente todos los elementos de la instalación de cielos falsos, una medida que es poco utilizada. “Los arriostramientos son imprescindibles, sobre todo si se dejan dilataciones entre el cielo y la estructura resistente. Lo correcto es que el cielo esté sujeto tanto vertical como horizontalmente y dentro de distancias relativamente cortas”, plantea Carl Lüders.

Por su parte, Alejandra Tapia señala que para favorecer el comportamiento de estos elementos no estructurales hay que considerar las siguientes recomendaciones en cuanto a diseño: “limitar la altura de suspensión dependiendo de la carga sísmica, el distanciamiento entre los elementos de cuelgue tam-

bién debe ser reducido, utilizar clips de sujeción de placas, la perfilería soportante debe configurarse en forma bidireccional y deben privilegiarse las formas geométricas simples. Por otro lado, en cielos falsos continuos o fijos es recomendable hacer la instalación por paños de menor superficie, dejando dilataciones cada diez metros”.

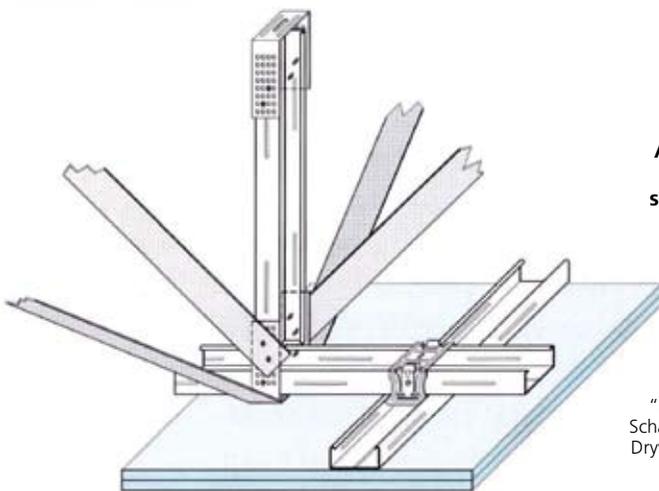
En cualquier caso, los expertos recomiendan independizar la instalación de cielo falso de la estructura resistente para evitar fisuras producidas por vibraciones o que la unión transfiera esfuerzos del muro al cielo, no resista esta carga y colapse en forma local afectando toda la solución. Por otro lado, esta dilatación respecto del muro estructural debe

ser diseñada por un profesional competente, como un calculista, para considerar –por ejemplo- un traslape de las placas de cielo falso que no deje espacios libres para la propagación del fuego.

Finalmente, para el caso de infraestructuras donde no pueda permitirse un colapso de este tipo, como hospitales, el consejo es aislar el edificio para que los esfuerzos sobre los elementos no estructurales sean menores.

Ahora sí, todo en su lugar. ■

1 Henkel, Fritz-Otto; Holl, Dennis; Schalk, Manfred. Seismic Design an Drywalling. Editado por Knauf Gips KG. Germany, Iphofen, 2008. Pág. 113.



**Arriostramiento diagonal de un cielorraso suspendido con puntal de compresión.**

Gentileza Knauf, extraído de “Henkel, Fritz-Otto; Holl, Dennis; Schalk, Manfred. Seismic Design an Drywalling. Editado por Knauf Gips KG. Germany, Iphofen, 2008.”  
Página 113

## ■ EN SÍNTESIS

**El comportamiento de los elementos no estructurales en el sismo del 27 de febrero y sus respectivas consecuencias, dejaron de manifiesto lo importante que es regir estas instalaciones por las disposiciones legales vigentes, Capítulo 8 de la NCh 433.Of96, poco conocidas y mucho menos aplicadas. Para remediar esta situación se propone establecer el diseño sísmico de elementos no estructurales y sus anclajes como norma independiente, realzando la obligatoriedad de cumplirla, el derecho de exigirla y de fiscalizar su cumplimiento en obra.**

# Budnik

## TRADICIÓN Y CALIDAD EN BALDOSAS

Los casi 90 años de experiencia de esta empresa familiar y el uso de sus productos en los más importantes proyectos a nivel país avalan la excelencia de sus baldosas y su alta durabilidad. La permanente innovación y el fuerte compromiso con Chile, al aportar en la reconstrucción, son atributos que distinguen a Budnik entre otras empresas.



**A**d portas de cumplir 90 años de experiencia, la empresa de baldosas Budnik destaca por la gran calidad de sus productos, su buen servicio y su seriedad, el que queda en evidencia al constatar que instalaciones que tienen décadas de uso continúan intactas. Tal es el caso de los pisos de la Línea 1 del Metro de Santiago, trabajados con baldosas Budnik que han resistido incólumes el paso diario de miles de personas por más de 30 años.

Es así como esta empresa familiar ha recibido el reconocimiento del mercado chileno convirtiéndola en una de las principales marcas de la construcción. Los productos Budnik han sido utilizados en importantes obras para el país como la Estación Central, la Plaza de la Ciudadanía, las distintas líneas del Metro de Santiago, el Museo de la Memoria, el Parque Bicentenario de Vitacura, la Plaza de Puente Alto, Av. Nueva Las Condes y el Paseo Huérfanos de Santiago, entre muchos proyectos más de uso público. En el mundo privado sus pisos han sido utilizados en malls, clínicas, universidades, terminales de buses y supermercados, entre otros.

En todos estos proyectos han confiado en los productos Budnik debido a que cuentan con los más altos estándares de calidad tanto a nivel nacional como internacional, los que garantizan su durabilidad, garantía de fábrica y continuidad de fabricación en el tiempo, teniendo a disposición los distintos productos para ampliaciones o reposiciones futuras.

### INNOVACIÓN

A través de todos estos años de experiencia Budnik nunca ha dejado de innovar, contando con diversidad de desarrollos tanto para espacios urbanos exteriores, como para proyectos en interiores. En ese sentido, una de las últimas novedades es una terminación especial que se da a las baldosas para darle mayor brillo, dejándolas similar al porcelanato. El nuevo Museo Gabriela Mistral (ex edificio Diego Portales) instaló en sus dependencias esta nueva terminación en baldosas, otorgando un acabado con textura y color únicos, pero con los beneficios de la baldosa, como resistencia, duración, fácil mantención y economía, al no necesitar radier en su instala-

ción. Esta última característica convierte a las baldosas Budnik en “una excelente alternativa para la reconstrucción del país, en especial para pisos de hospitales y escuelas modulares, ya que al no requerir radier, las obras podrán ejecutarse en menos tiempo y con menor costo”, explica Javier Torrejón, gerente comercial de Budnik.

### APORTE A LA RECONSTRUCCIÓN

La empresa Budnik preocupada por la reconstrucción de Chile tras el terremoto del 27 de febrero, además de llevar a cabo diversas campañas para aportar económicamente, está realizando un proyecto para reconstruir la Plaza Señoret de Constitución, junto con la empresa Arauco y la oficina de arquitectos Elemental. En este proyecto Budnik está donando productos y mano de obra para “así dar un lugar a Constitución dónde la familia maulina pueda pasear y volver a tener su calidad de vida”, señala Torrejón, quien hace patente el fuerte compromiso de la empresa con el país.

# CONSTRUCTORA EL SAUCE S.A.

## Destacada gestión en seguridad y salud laboral



**Durante el 2010 Constructora El Sauce S.A. ha obtenido importantes reconocimientos. El Gobierno, a través de La Superintendencia de Seguridad Social, le otorgó el premio “Tucapel González García” por desarrollar una excelente gestión preventiva de los riesgos laborales. Además, por segundo año consecutivo, recibió la distinción “Seis Estrellas” entregada por el Comité de Contratistas Generales de la Cámara Chilena de la Construcción. Los galardones reflejan la cultura organizacional que tiene la empresa.**



Ejecutivos de la Constructora El Sauce reciben el Premio a la Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo –Tucapel González García 2010. De izquierda a derecha: Eduardo Vattier, presidente; Sergio Contador, gerente general y Osvaldo Carvajal gerente de Seguridad y Salud Ocupacional Medio Ambiente y Calidad de Constructora El Sauce.

Con varios proyectos destacados –principalmente en las áreas minera y sanitaria– Constructora El Sauce S.A. se consolida este año dentro de las empresas con mayor preocupación en las áreas de seguridad y salud ocupacional. Así lo demuestran los premios obtenidos. La Superintendencia de Seguridad Social les entregó el “Premio a la Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo –Tucapel González García 2010” en la categoría Grandes Empresas. Este es un reconocimiento muy importante, dice Sergio Contador, gerente general de la Constructora, ya que incluye a diversas industrias nacionales como la pesquera, forestal, minera y construcción. Por otra parte, el jurado que define a los ganadores está compuesto por organismos que representan a los propios trabajadores

como la Dirección del Trabajo, la Subsecretaría de Previsión Social y la Central Unitaria de Trabajadores (CUT) además de la Confederación de la Producción y del Comercio (CPC), la Confederación de Mutuales A.G. y la Superintendencia de Seguridad Social.

Pero éste no es el único reconocimiento. Por segundo año consecutivo la constructora obtuvo la distinción Seis Estrellas que entrega el Comité de Contratistas Generales de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) y que ubica a El Sauce en el cuadro de honor como constructora de excelencia en seguridad y salud laboral. Este premio se le otorga a las empresas que hayan calificado más de tres veces en la nominación Cinco Estrellas, además de no haber registrado accidentes fatales en los dos últimos años de evaluación.

## POST TERREMOTO

Tras el terremoto ocurrido el 27 de febrero, la constructora trabajó especialmente para superar la emergencia sanitaria de Talcahuano, Concepción y Arauco. Así lo destaca la empresa Essbio, quienes señalan que en 15 días restituyeron 3 km de redes de agua potable en Arauco. Con la misma empresa, El Sauce firmó un convenio para construir un campamento para 20 familias afectadas por el terremoto en la VII Región.



El Comité de Contratistas Generales de la Cámara Chilena de la Construcción entregó a El Sauce la distinción “Seis Estrellas” por su gestión en seguridad y salud laboral. De izquierda a derecha: Cristián Contador, gerente de Administración y Finanzas de Constructora El Sauce; Lorenzo Constans, presidente de la Cámara Chilena de la Construcción; Jaime Danús, presidente del Comité de Contratistas Generales de la CChC y Sergio Contador, gerente general de Constructora El Sauce.



El premio Tucapel González García, busca destacar la gestión desarrollada por empresas en la prevención de riesgos laborales. El premio, de la artista Marcela Romagnoli, consiste en una escultura de bronce que simboliza el compromiso entre los trabajadores y empresarios por una cultura preventiva.

Todas las distinciones que hemos recibido, dice Sergio Contador, son el reflejo de la cultura organizacional de la empresa donde la seguridad es prioridad. “Para nosotros lo más valioso es la vida de los trabajadores y por eso invertimos en distintas iniciativas para lograr nuestro objetivo de cero accidentes”, explica el profesional. Dentro de las medidas implementadas destacan el “Equipo Observadores Sauce” (EOS), una herramienta liderada por los propios trabajadores quienes observan las conductas de sus pares. A esto se suma la “Observación Preventiva de Seguridad” (OPS) donde los supervisores y ejecutivos de la empresa tienen un rol fundamental al observar las conductas de riesgo de los trabajadores. Pero esto no es todo, a estas metodologías se suma una preocupación constante por el comportamiento y esto se hace a través de psicólogos laborales que trabajan en las mismas obras. “Adicionalmente, un asistente social se preocupa de los problemas que

pueden estar perturbando la concentración de los trabajadores”, explica Sergio Contador, quien subraya que todas estas iniciativas conforman una cultura de la seguridad que distingue a la empresa.

## PERSPECTIVAS FUTURAS

En los próximos años, El Sauce se diversificará hacia otras áreas, para esto, ya han creado dos unidades nuevas de negocio. Además, están implementando Balance Scorecard, una herramienta que les permitirá que la estrategia de la empresa sea internalizada en la organización. Por otro lado, “como una empresa trinorma (El Sauce está certificada en ISO 9001, ISO 14002 y OSHAS 18001) aspiramos a ganarnos el premio nacional a la calidad y para esto trabajaremos en el concepto de sustentabilidad, que no sólo abarca al medio ambiente, sino que incluye responsabilidad social empresarial y calidad”, concluye el Gerente de Administración y Finanzas, Cristián Contador.

# ASCENSORES EN MOVIMIENTO

■ Hay cifras. Los estudios realizados tras el terremoto del 27 de febrero revelaron que alrededor del 50% de los ascensores de Santiago sufrieron daño. Terminando las reparaciones y cambios de piezas, los especialistas detallan las principales fallas y las medidas que se deberán tomar para evitarlas a futuro. También explican los cambios normativos que se vienen. ■ Sin lugar a dudas, los ascensores están en movimiento.

DANIELA MALDONADO P.  
PERIODISTA REVISTA BIT



**S** I EL TERREMOTO hubiese sido de día, estaríamos no sólo lamentando las fallas técnicas, concuerdan los especialistas consultados por Revista BIT. Y es que los daños que tuvieron estos elementos no estructurales, no fueron pocos. Según un estudio contratado por la empresa proveedora Heavenward y que incluyó aleatoriamente a 385 edificios de Santiago (incluyendo a 919 ascensores), el 52% tuvo daños en sus ascensores, quedando un 25% de éstos con problemas importantes que resultaron en detenciones por varias semanas<sup>(1)</sup>. En la empresa DRS Gestión Integral de Proyectos, agregan que el 70% de los daños se produjeron en edificios de oficinas.

Y las causas son variadas. Se mencionan instalaciones inadecuadas, situaciones externas como inundaciones, inexistencia de sistemas antisísmicos y fallas de diseño o fábrica. Diferentes especialistas detallan los principales problemas.

## 1. CONTRAPESO

El contrapeso corresponde al componente del ascensor que se desplaza en dirección contraria a la cabina y tal como indica su nombre, contrarresta su peso. Está constituido por elementos denominados pesas que son fabricadas en hormigón o acero (de 50 k cada una aproximadamente), las que se ubican habitualmente al interior de un marco de fierro. Se trata de una masa que pesa entre 2.000 y

**DAÑOS SUFRIDOS EN ASCENSORES TRAS EL TERREMOTO DEL 27 DE FEBRERO**

1. Cables desmontados en máquina de tracción.
2. Daños al interior de la cabina tras colisión de contrapeso.
3. Choque entre cabina y contrapeso descarrilado.



GENTILEZA HEAVENWARD



GENTILEZA ESAT

3.000 kilos en total. Tras el movimiento que ocasionó el terremoto, principalmente en las edificaciones altas, se produjeron desprendimientos y caídas de los elementos del contrapeso sobre las cabinas lo que provocó los mayores daños. “El contrapeso se empezó a mover y a girar, estrellándose con todo lo que encontró alrededor, dañando los rieles, elementos eléctricos y la cabina”, explica Carlos Lagos, gerente general de Heavenward Ascensores S.A. – Chile. En el caso de la cabina, ésta se ve mayormente afectada, ya que se trata de un habitáculo que no está preparado para recibir bloques tan pesados. Se observaron casos, cuenta el profesional, donde al caerse las pesas sobre las cabinas, se produjo un desequilibrio, por lo que la cabina se precipitó hacia abajo sin control, hasta estrellarse en el pozo. En estos casos las pérdidas de los ascensores fueron totales. ¿Cómo se explica? José Miguel Delgado de la empresa ESAT Ingeniería en Ascensores detalla: “El contrapeso se desplaza a través de rieles, que en oca-



GENTILEZA HEAVENWARD

siones son bastante débiles, lo que provoca, que en caso de un sismo severo, se descarrile. En el caso de los elementos que lo conforman, cuando se encuentran simplemente calzados en el marco, con el movimiento sufren una deformación natural, lo que hace que se desprendan uno a uno”. A esto se suma, dicen los especialistas, que en condiciones normales la cabina y el contrapeso son dos masas móviles que se desplazan dentro de la

escotilla pasando a 5 cm una de la otra y las partes fijas del ascensor pasan a unos 5 milímetros, por lo que cualquier desplome o movimiento, afecta en gran medida.

Para Rodrigo Jofré, coordinador de especialistas de DRS Gestión Integral de Proyectos, también se debe considerar la distancia a la que se encuentran las fijaciones. “En los rieles se ponen unas fijaciones que van a la altura de las losas. En el caso de los edificios habitacionales hubo menos daño en los ascensores porque estas fijaciones van a 2,5 m, en cambio en las oficinas están instaladas a 3,5 m por lo que la oscilación es mayor, lo que provoca un movimiento más violento”.

**2. PUERTAS**

Otra de las fallas observadas se encuentra en las puertas de los ascensores. “En algunos casos donde la cabina estaba estacionada en un piso al momento del terremoto, se produjo un movimiento mecánico que afectó a la puerta del ascensor y a la puerta del piso. Ambas se encuentran enclavadas y actúan solidariamente, por lo que al haber un movimiento se comienzan a dañar entre ellas”, explica Carlos Lagos.

**3. FALLAS ELÉCTRICAS**

En menor medida, los ascensores presentaron daños en sus sistemas eléctricos debido a caídas de aguas por roturas de piscinas, calderas o cañerías y a los cortes de energía y cortocircuitos asociados. En este contexto también se observaron cables con cortes por tracción. “Algunos ascensores tuvieron problemas con sus canalizaciones eléctricas por no cumplir



Se observan diferentes piezas del ascensor que cayeron sobre la cabina.



GENTILEZA EUROBRAS

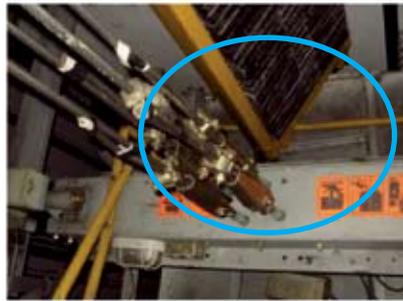
## OTROS DAÑOS OBSERVADOS EN ASCENSORES TRAS EL TERREMOTO



Daños en sistemas eléctricos



Caja eléctrica del shaft quedó colgando



El contrapeso quedó incrustado sobre la cabina



La suspensión de la cabina del ascensor quedó resentida por el impacto



Desprendimiento de elementos del contrapeso que no contaban con sistemas antisísmicos



Guías de contrapeso fuera de sus rieles



Daños en guidores y lubricadores de contrapeso

con las normativas y tener sistemas eléctricos en lugares donde hay uniones sin holguras”, explica Rodrigo Jofré.

## 4. MÁS DESPERFECTOS

En algunos edificios también ocurrieron volcamientos en las salas de máquina, cortes de cables, guidores quebrados, rieles torcidos y máquinas de tracción fuera de su centro y eje, explica Wladir Novais, gerente general de EuroBras Ascensores. Pensando en futuros movimientos telúricos –no hay que olvidar que Chile es el país más sísmico del planeta– los especialistas entregan sus recomendaciones para evitar o atenuar los daños.

## PROTECCIÓN ANTISÍSMICA

El objetivo, dicen los expertos, está en combatir las causas de las fallas. Y esto se puede hacer a través de medidas que por lo general, son sencillas, enfatiza el académico de la Universidad Católica, Diego López-García, quien investiga sobre la protección de los elementos no estructurales en caso de sismos. Vamos por parte.

### 1. MALLA METÁLICA

Para evitar que los elementos del contrapeso se salgan de su marco y caigan en las cabinas, se sugiere proteger las pesas con una placa o malla metálica, dice José Miguel Delgado. También se pueden usar pernos de bloqueo o platinas de fijación intermedias, explican en la empresa Heavenward (ver imagen).

### 2. VARILLAS

Cuando los elementos del contrapeso son de hormigón, se puede solicitar al fabricante, que envíe las pesas perforadas para introducirles unas barillas, las que van apernadas con un sistema de cuñas que se instalan en las partes superiores e inferiores de los contrapesos. Esto permite que los elementos del contrapeso tengan más resistencia en todas las direcciones del movimiento, sin salirse de su marco.

### 3. RIELES ROBUSTOS

Para evitar la fractura o el doblado de los rieles, con el consiguiente descarrilamiento del contrapeso, se sugiere modificar los materiales de éstos, privilegiando los más rígidos y resistentes. “Por otra parte, la instalación de los rieles de cabina y contrapeso, deberían estar apoyados en el piso del foso, además de contar con sistemas de compensación dinámica en el contrapeso para contrabalancear los posibles movimientos de los mismos

ante un terremoto de grandes proporciones”, explica Wladir Novais.

#### 4. FIJACIONES

Generalmente en Europa, dicen varios proveedores, los sistemas de fijaciones de los rieles se instalan a 3 m de distancia. En Chile se debería acortar esta distancia, dejándolas a 2,5 m como máximo. “Para que esto sea posible, la estructura del edificio debe disponer de los puntos de apoyos de las vigas divisorias, un tema que deberá ser considerado por arquitectos y calculistas”, afirma Carlos Lagos.

#### 5. SENSORES ELECTRÓNICOS

Existe un sistema enfocado en la protección de las personas que viajan en los ascensores durante un sismo. Se trata de sensores que se conectan al sistema centralizado de control del ascensor y que al momento de detectar un movimiento fuerte emite una orden para detener el ascensor y abrir las puertas en el piso más cercano. El ascensor queda trabado en esa posición hasta que llegue personal especializado a revisarlo.

#### 6. MÁS RECOMENDACIONES

Los especialistas dicen que además de los mecanismos que se le puedan adicionar al ascensor para disminuir los daños, es importante que al momento de instalar los ascensores se sigan cuidadosamente todos los pasos que estipula el fabricante, además se deberán verificar los desgastes o los defectos de los guidores de manera prematura y por personal capacitado. “Muchos equipos sufrieron daños porque fueron utilizados sin una revisión previa, otros, debido a que iniciaron su funcionamiento en forma automática productos de la operación de los grupos electrógenos en los edificios. Lo recomendable en estas circunstancias es detener los equipos hasta que llegue personal especializado”, explica Claudio Garay, gerente de operaciones de Ascensores Otis Chile Ltda. “En la elección del ascensor es importante que los mandantes consideren no sólo los parámetros de estética, funcionalidad y rapidez, sino que también se tomen en cuenta los sistemas de seguridad”, agrega Juan Carlos del Río, gerente de desarrollo y estudios de DRS. El tema lo debe resolver entonces la normativa, la que, según los expertos, no contempla suficientemente el tema sísmico.

### NORMATIVA PARA ASCENSORES

En Chile los ascensores están regulados por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), específicamente por los artículos 4.1.7 relacionado con la accesibilidad y desplazamiento de personas discapacitadas y por el artículo 4.1.11 que hace referencia a la dotación y al estudio que debe tener un proyecto que especifique ascensores. También están promulgadas las normas NCh440/1 Of. 2000 y NCh440/2, relacionadas con los requisitos de la instalación, pero no son obligatorias. El 23 de octubre de 2008 se promulgó la ley N° 20.296, que establece disposiciones para la instalación, mantenimiento e inspección periódica de los ascensores y otras instalaciones similares. Para que entre en vigencia y sea obligatoria deberá existir un Reglamento que detalle los requisitos de inscripción para los instaladores, mantenedores e inspectores, además de establecer las multas y las causales de inhabilidad para incorporarse a un Registro. Además, la OGUC deberá ser modificada. ¿Y en qué está hoy? Al cierre de esta edición, en el Diario Oficial se publicó el reglamento, lo que significa que comenzará la inscripción en el Registro Nacional de Instaladores, Mantenedores y Certificadores de ascensores, el que estará a cargo del MINVU y a partir de octubre de 2010 comenzará a regir la obligatoriedad de la norma.

En tanto la modificación a la Ordenanza fue devuelta con observaciones por la Contraloría, por lo que la están revisando para remitirla nuevamente. “Este es un gran avance para regularizar la situación de los ascensores y luego se verá si es necesario hacer algunos ajustes producto de las enseñanzas del terremoto”, explicó Javier Wood, jefe del Departamento de Desarrollo Urbano del MINVU. Actualmente los ascensores están nombrados en el capítulo sobre elementos secundarios de la norma para el diseño sísmico de edificios NCh433Of.96, específicamente en la tabla de valores de coeficiente y factores de desempeño, sin embargo, para diferentes especialistas, es insuficiente. El debate recién comienza ya que sin lugar a dudas las lecciones



Eurobras Ascensores se especializa en

Asesorías



Fabricación



Instalación



Mantenimiento

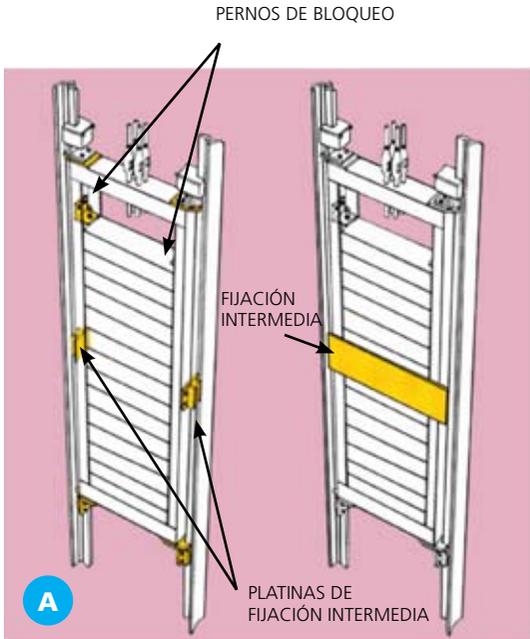


Modernización



Póngase en contacto con nosotros

Fono / Fax (+56 2) 373 1308  
info@ascensoreseurobras.cl  
www.ascensoreseurobras.cl  
Vitacura, 3568 of. 1104  
Santiago



## SISTEMAS ANTISÍSMICOS

**A.** Protección para que los elementos del contrapeso no se desprendan en caso de terremotos.

**B.** Sensor sísmico primario. Éste se instala en el pozo de los ascensores.



son varias. El transporte vertical, al igual que Chile, se movió y fuerte. ■

## ■ EN SÍNTESIS

Diferentes especialistas aseguran que los mayores daños sufridos en los ascensores tras el terremoto, se ocasionaron por el descarrilamiento del contrapeso o por golpe de los elementos que lo conforman con la cabina. Para evitar que esto ocurra, sugieren incorporar protecciones sísmicas como mallas metálicas y varillas u otros. También recomiendan utilizar rieles robustos, instalar las fijaciones a 2,5 m como máximo e incorporar sensores electrónicos, entre otras medidas.

## ARTÍCULOS RELACIONADOS

- "Nueva normativa para ascensores. Arduo recorrido". Revista Bit N° 67. Julio 2009, pág. 50.
- "Instalación y mantenimiento de ascensores. Suben las exigencias". Revista Bit N° 58. Enero 2008, pág. 50.
- "Terremoto de Iquique. Lecciones en movimiento". Revista Bit N° 45. Noviembre 2005, pág. 14.
- "Daño sísmico en ascensores". Revista Bit N° 17. Marzo 2000, pág. 26.

(1) Estudio contratado a una consultora externa por la empresa de ascensores Heavenward. El catastro se hizo en las comunas de Las Condes, Providencia, Vitacura y Nuñoa, registrándose aleatoriamente, ascensores de todas las marcas.

## Sistema ProPress

Redes limpias, rápidas y seguras...  
¡Conexiones inteligentes,  
a un toque de dedo!



**viega**

- Fabricación Alemana.
- 25 Años de uso en Europa.
- Garantía de 50 Años.
- Ahorro de Tiempo: el sistema más rápido del mercado.
- Versátil: Todo tipo de diseños, y conexiones en espacios mínimos.
- Producto Seguro: para el instalador y la instalación.
- Fittings de Cobre, Acero Inoxidable 304 y 316

- Fijación por presión, en segundos el fitting queda sellado perfectamente, sin llama ni soldadura.
- Permite diseñar redes limpias, y sellar el fitting en espacios reducidos.
- La herramienta de fijación la puede manejar fácilmente cualquier persona, con sólo presionar un dedo.
- Herramienta autónoma, funciona con batería recargable.
- La mordaza de la herramienta no suelta el fitting hasta que este está sellado.
- Si requiere cambiar un fitting en una red con agua, la operación se puede realizar sin vaciar la red.
- Instalaciones perfectas, seguras, con larga vida y sin filtraciones.

ProPress Fitting  
RIDGID Tools



**PRO PRESS de Viega, le sorprenderá**

**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

## EDIFICA Y EXPOHORMIGÓN 2010

NOVEDADES  
PARA LA  
RECONSTRUCCIÓN

■ En el marco de la Semana de la Construcción, las ferias Edifica y ExpoHormigón mostraron los últimos desarrollos de la industria, destacándose múltiples productos y servicios orientados a la reconstrucción.

■ A continuación, una muestra de lo exhibido en el marco del encuentro gremial más importante del país.

EQUIPO EDITORIAL BIT

Entre el 12 y 15 de mayo más de 300 empresas del sector presentaron sus últimos desarrollos en las ferias Edifica y ExpoHormigón 2010. En 30.000 m<sup>2</sup>, expositores de las áreas de materiales, ingeniería, maquinarias, además de constructoras e inmobiliarias mostraron sus nuevos aportes para el sector. No sólo eso, también se presentaron soluciones orientadas a la reconstrucción y las tendencias que se impondrán durante los próximos años. Revista BiT muestra una selección con algunas de las novedades.

### 1. HORMIGÓN TÉRMICO

Una empresa presentó una solución que permite dar cumplimiento a la normativa térmica, reduciendo o eliminando el uso de elementos aislantes en viviendas. Los atributos más relevantes de este producto son que al entregar mayor confort térmico posibilita un menor consumo de energía en calefacción, además de permitir una mayor productividad en la colocación de hormigón. Otras ventajas apreciables, es que dada su baja densidad (25% a 40% menos que un hormigón tradicional) logra estructuras con menor peso propio, y su nivel de re-



¿Ha probado la línea de pinturas Tajamar?

Averigüe...

Le conviene!

[www.pinturastajamar.cl](http://www.pinturastajamar.cl)



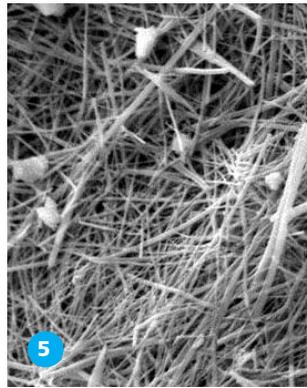


sistencia (hasta 300 kgf/cm<sup>2</sup>) lo convierte en un hormigón con aplicación estructural.

Más Información: [hormigones@melon.cl](mailto:hormigones@melon.cl); [www.melon.cl](http://www.melon.cl)

## 2. PREFABRICADOS ANTISÍSMICOS

Una empresa de prefabricados de hormigón presentó un sistema que une aislación sísmica y prefabricación en hormigón. Mediante la utilización de aisladores elastoméricos, es capaz de reducir ocho veces las vibraciones de un edificio durante un terremoto y de aumentar la seguridad estructural de la edificación prefabricada, permitiéndole continuar operando normalmente tras una catástrofe. La empresa ya implementó este sistema en un edificio de oficinas en la comuna de San Bernardo, y aseguran que es la primera edifica-



ción prefabricada en hormigón armado aislada sísmicamente en el mundo, además, ya construyen un edificio residencial prefabricado, de ocho niveles, con el mismo sistema de aislación sísmica.

Más información: *Prefabricados con aislación sísmica*, [www.tensocret.cl](http://www.tensocret.cl)

## 3. PAVIMENTOS DELGADOS

Una empresa de pavimentos dio a conocer la utilización de un sistema de diseño que dimensiona las losas de la estructura de manera de disminuir sus tensiones y así lograr pavimentos con un menor espesor de concreto. De esta forma disminuye su costo, pero con una vida útil igual o superior a la del pavimento tradicional. Los espesores de diseño van desde los 8 a 12 cm para calles, 12 a 15 cm para caminos secundarios y 15 a

20 cm para autopistas. El sistema ya fue implementado en 12 proyectos en Chile, entre ellos un centro de distribución, con un espesor de 15 cm, para un diseño que soporta el paso de 400 camiones diarios de 500 toneladas cada uno.

Más información: *Tecnología TCP*, [www.tcpavements.com](http://www.tcpavements.com)

## 4. VIBRADOR PORTÁTIL DE HORMIGÓN

Una empresa de maquinaria presentó un novedoso vibrador portátil para hormigón de alta frecuencia. El aparato alcanza los 5,4 k, tiene un motor eléctrico con una potencia de 2.300 w, un voltaje de 230 y una frecuencia de 50-60 hz. Posee una carcasa con una resistencia cinco veces mayor a la exigida por la normativa y sus asas fueron diseñadas para proteger el perímetro del motor ante impactos y para el manejo con transmisiones cortas o en trabajos verticales. Además, tiene una transmisión flexible con una longitud de 1 a 6 m y una manguera anti-abrasión con refuerzo de malla integrado y flejado interior. Este vibrador también tiene conexión con aguja vibrante reforzada mediante recauchutado, de fácil intercambio y con punta endurecida de acero.

Más información: *Vibrador Lasermaq*, [www.abside.cl](http://www.abside.cl)

## 5. ADITIVO IMPERMEABILIZANTE

Una empresa presentó un aditivo impermeabilizante de tercera generación que actúa por cristalización e integración estructural al concreto, aportando mayor durabilidad al

BIT 73 JULIO 2010 ■ 59

Hidroeléctrica Sayano-Shushenskaya Rusia

**PENETRON**  
MULTI-LAYER CAPILLARY CONCRETE WATERPROOFING SYSTEM

Revestimiento Impermeable Penetron - Sea Water Tank GNL Quintero

**PENETRON es un impermeabilizante de tercera generación por cristalización e integración estructural al concreto que otorga PERMEABILIDAD CERO Y DURABILIDAD a los hormigones y protección ACTIVA durante la vida útil de la estructura. Otras ventajas de PENETRON son :**

- Protección contra corrosión y carbonatación
- Protección contra ciclos hielo - deshielo
- Protección contra fluidos ácidos entre rangos pH 3 y 11
- Propiedades de auto-curado de fisuras de hasta 0,4 mm
- Resistencia a 157 metros de columna de agua
- Resistencia a presión de agua negativa y positiva
- Certificación de potabilidad

[eduardo@penetron.cl](mailto:eduardo@penetron.cl) / [www.penetron.cl](http://www.penetron.cl)



6



7

hormigón debido a su acción activa en el tiempo. Este producto logra total impermeabilidad y una efectiva protección contra ácidos entre PH 3 y 11, ciclos de hielo y deshielo, penetración de cloruros, corrosión y carbonatación, además de tener propiedades de autocurado y certificado de potabilidad, señalan sus representantes en Chile.

Mayor información: *Penetron Admix*, [www.penetron.cl](http://www.penetron.cl)

## 6. CASAS AISLADAS

Se mostró un sistema de vivienda industrializada, basada en paneles reforzados con estructuras prefabricadas en acero y hormigón celular. El sistema presenta viviendas firmes, térmicas y resistentes al fuego pero que pueden ser construidas en pocos días y sólo requieren de dos o tres personas para su montaje, sin necesidad de utilizar maquinaria especializada, presentándose como una solución en casos de emergencia, pero a la vez como una vivienda definitiva por su estructura maciza. Además, ofrecen una gran libertad arquitectónica.

Más información: *Paneles prefabricados para viviendas*, [www.hebel.cl](http://www.hebel.cl)

## 7. RESTAURACIONES ANTISÍSMICAS

El sistema de moldaje modular para ornamentos fue la innovación que presentó una empresa de restauraciones para evitar la pér-



8

didada del revoque y ornamentación en edificios con valor histórico durante sismos. Esto se debe a la incorporación de materiales polímeros tanto en el proceso de moldaje como en el elemento final restaurado, logrando así ornamentos impermeables, ignífugos, resistentes a los rayos UV y antisísmicos, así como una gran reducción en los tiempos de obra. Con estos moldajes semi-flexibles se pueden fabricar nuevos elementos en casi cualquier material y con la misma fidelidad.

Más información: *Sistema SISMMO*, [www.pisani.cl](http://www.pisani.cl)

## 8. ASESORÍAS POST TERREMOTO

Se presentó un servicio que ofrece una solución integral a los problemas estructurales presentados en obras civiles. Este servicio incluye el análisis, diseño y ejecución de la solución en edificios que hayan sido afectados durante el pasado terremoto del 27 de febrero, atendiendo los requisitos normativos, funcionales y constructivos del problema, sin



9

perder el concepto inicial con que fue diseñada la estructura o edificio a reparar.

Mayor información: *Solución estructural "Llave en mano"*, [www.ingelab.cl](http://www.ingelab.cl)

## 9. PLACAS PARA FACHADAS VENTILADAS

Una empresa holandesa presentó su línea de placas de alta calidad fabricadas para crear fachadas ventiladas, que se integran a las construcciones como una segunda piel decorativa. Esta línea de productos es fabricada en Laminado de Alta Presión (HPL)-Compact, caracterizándose por su alta duración y por trabajar con diseños innovadores que dan ritmo, profundidad y carácter a las construcciones, aportando soluciones creativas y con un alto contenido estético. Las placas para fachadas están disponibles en una amplia gama de colores, texturas y acabados, y son resistentes a la humedad, a la putrefacción, a los hongos, a la intemperie y poseen un buen comportamiento al fuego, asegura su proveedor.

Más información: *Trespa Meteon*, [www.trespa.com](http://www.trespa.com) [infochile@trespa.com](mailto:infochile@trespa.com)

## FUNDACIONES ESPECIALES ESTRATOS

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



**ESTRATOS**  
 Tratamientos Especiales del Terreno S.A.



Ejecución de pilotes de gran diámetro



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



10

### 10. TABLEROS ANTIMICROBIAL

Un sistema de tableros con agente antimicrobiano natural, es lo que presentó una de las empresas expositoras. Según su fabricante esta protección reduce hasta en un 99% la presencia de bacterias, gracias a su tecnología en base a iones de plata que reducen los niveles de bacterias y moho en la superficie de los productos, haciéndolos más limpios, seguros e higiénicos. Esta protección, explicaron en Masisa, no sufre deterioro con el tiempo, siendo ideal para proteger la higiene en hospitales, escuelas y cocinas, entre otros es-



11

pacios. Esta empresa también lanzó tableros con diseños de diversos tipos de los cuales tres incluyen una nueva textura que asemeja el relieve natural de la madera.

Más información: BioCote, [www.masisa.com](http://www.masisa.com)

### 11. TRATAMIENTOS CONTRA INCRUSTACIONES PARA EL AGUA

Una empresa presentó tres sistemas de tratamiento para acondicionar el agua potable, con el fin de que la presencia de componentes de carácter incrustante en ésta (como las

sales de calcio y el magnesio), no afecten a los calentadores, calefones y calderas murales, entre otros, provocando un mayor consumo energético al incrustarse y actuar como un aislante. Un milímetro de incrustación requiere de un 10% más de incremento de energía, ya sea gas o energía eléctrica. Por ello, la empresa ofrece tres alternativas, un aparato descalcificador, que elimina la dureza del agua; un dosificador de inhibidores de incrustaciones, que mediante un proceso químico evita que la cal se incruste; y un sistema ecológico que cambia secuencialmente la polaridad del agua.

Más información: *Tratamientos de incrustaciones*, [www.nibsa.com](http://www.nibsa.com)

### 12. VIVIENDA DEFINITIVA

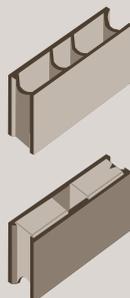
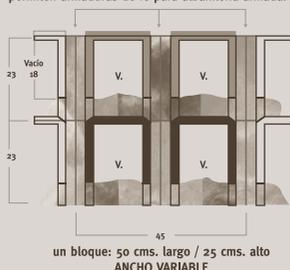
Una de las empresas presentó una vivienda definitiva y sostenible. La casa está diseñada para ser fabricada en madera y promete ser altamente resistente y segura, además de ser fácil y rápida de construir, presentándose como una solución en casos de emergencia, pero a la vez cómo una vivienda definitiva. La

BIT 73 JULIO 2010 ■ 61

## 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](mailto:ventas@blosec.cl)  
[www.blosec.cl](http://www.blosec.cl)



# Nace una Nueva Alternativa en Herrajes y Quincallería



G-U Herrajes Sudamérica Ltda. y Ferbrás S.A./Eurobrás S.A., se han unido para ofrecer la más completa solución en quincallería y herrajes para puertas y ventanas, en PVC / Madera / Aluminio y Vidrio, Puertas Automáticas y Control de Accesos.



Herrajes para Aperturas en PVC/Madera/Aluminio



Cierrapuertas



Manillas y Guarniciones



Cerraduras Multipuntos



Quicios y Herrajes para Vidrio



Barras Antipánico



Puertas Automáticas y Control de Accesos



Cilindros



Brazos Compases y Ruedas



Patricia Viñuela 335 - A  
Lampa, Santiago  
Teléfono: (56 2) 797 1700  
Fax: (56 2) 797 1710  
[www.herrajes.cl](http://www.herrajes.cl)

Eduardo Matte N° 1619  
Santiago  
Teléfono: (56 2) 544 0013  
Fax: (56 2) 544 0414  
[www.ferbras.cl](http://www.ferbras.cl)

## ANÁLISIS



12



13



14



15

empresa ideó este tipo de casa para ser construida en 26, 49, 73 ó 126 m<sup>2</sup>, y en su página Web entrega los planos de arquitectura, la lista de materiales y la información necesaria para construir la vivienda seleccionada.

Más Información: *Proyectos de casas*, [www.araucosoluciones.com](http://www.araucosoluciones.com)

### 13. CHILLERS POLIVALENTES

Un novedoso sistema de climatización en base a agua presentó una de las empresas. Se trata de un Chiller polivalente que se puede utilizar para proporcionar aire acondicionado, calefacción, y además puede abastecer agua caliente sanitaria en una sola unidad. El aparato termofrigorífico es capaz de suministrar calor y frío automáticamente y simultáneamente en cualquier período del año según la variabilidad de las cargas del edificio. Estas unidades son aptas para instalaciones a cuatro tubos, donde las aplicaciones más indicadas son: piscinas, centros comerciales y edificios con grandes superficies acristaladas. La utilización de acumulaciones térmicas, tanto en el lado frío como en el lado caliente de la unidad, permite una modulación efectiva de funcionamiento a beneficio de los costos de operación del sistema.

Más información: *Climaveneta*, [www.nvl.cl](http://www.nvl.cl)

### 14. MOLDURAS PREPINTADAS

Una de las empresas presentó molduras pre-pintadas, las cuales además, tienen la característica de ser muy versátiles, livianas y resistentes. Este tipo de molduras es fabricada en distintos diseños para pilastras, junquillos, cubre junta, guardapolvo, cornisa y marco de puerta, dando un acabado elegante. También fueron presentadas molduras con un recubrimiento que imita a las maderas nobles. Ambos tipos son elaborados a partir de fibra recuperada de procesos industriales y de trozos seleccionados y descortezados, provenientes de plantaciones manejadas bajo el concepto de una continua reforestación.

Más información: *Molduras línea MDF*, [www.polincay.com](http://www.polincay.com)

### 15. PINTURAS Y ESQUEMAS PARA REPARACIÓN DE FISURAS

Se presentaron esquemas de pinturas y revestimientos para reparación de fisuras y microfisuras no estructurales a consecuencia del terremoto. Los esquemas entregan distintas alternativas para el tratamiento y sellado efectivo de este tipo de fallas, otorgando gran capacidad de relleno y propiedades elastoméricas para una mayor resistencia al trabajo mecánico que se produce sobre las distintas superficies de una vivienda o edificio,



16

dejando los muros con un acabado liso o texturado. Los esquemas incluyen indicaciones sobre cómo limpiar el muro fisurado, qué productos deben usarse para el tratamiento y sellado de las fisuras y los productos específicos a utilizar.

Más información: *Esquemas de pintura para reparación de fisuras*, [www.sherwin.cl](http://www.sherwin.cl)

### 16. PLATAFORMA DE COMERCIO ELECTRÓNICO

Una plataforma chilena de comercio electrónico para la construcción presentó una ampliación de sus operaciones online las que podrán realizarse a través de todos los dispositivos móviles disponibles en el mercado (smartphones). De esta forma los clientes de este portal podrán ingresar a él desde cualquier lugar y en cualquier momento para aprobar subcontratos, estados de pagos y órdenes de compra. Además, la plataforma fue adaptada para que sus clientes puedan gestionar sus obras también en Perú, Colombia y Uruguay. El portal cuenta con altos estándares de seguridad, a través de un código hash, para verificar la validez de la información contenida en las órdenes de compra.

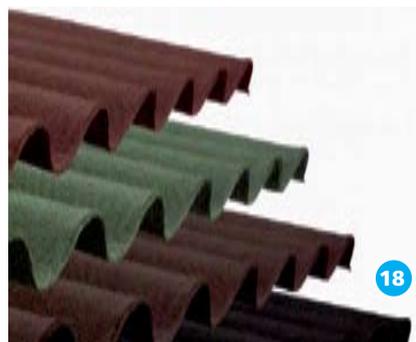
Más información: [www.iconstruye.com](http://www.iconstruye.com)

### 17. PANEL TÉRMICO ESTRUCTURAL

Se observó un nuevo panel térmico estructural, compuesto por un núcleo de poliestireno expandido (EPS) de alta densidad (15 kg/m<sup>2</sup>) y dos tableros OSB. Los paneles son fabricados uniendo los elementos mediante presión y con adhesivos de poliuretano aplicados a altas temperaturas, logrando que trabajen en



17



18

conjunto entregando así una alta resistencia mecánica y térmica. El producto fue diseñado para ser usado como estructura de piso, muros y techos en construcciones comerciales o residenciales. Cada panel tiene un espesor de 86 mm, dimensiones de 1,22 x 2,44 m, un peso de 45 k y son de fácil y rápida instalación, explica el fabricante.

Más información: *PanelSip*, [www.lpchile.cl](http://www.lpchile.cl)

### 18. COBERTURA LIVIANA

Una de las empresas presentó su línea de techos de tejas onduladas y livianas, fabricadas con una monocapa de fibras orgánicas impregnadas con bitumen. Entre las características de estas tejas está el que al ser livianas (3,9 kg/m<sup>2</sup>) son fáciles de transportar, instalar, cortar y fijar. Además, no requieren mantenimiento pues no se oxidan ni se pudren y son resistentes a los agentes químicos. Estas tejas son totalmente impermeables, de baja transmisión térmica y acústica, y están disponibles en una variedad de colores gracias a un sistema de pigmentación asociados a resinas, los que además las hacen resistentes a los rayos ultravioleta.

Más información: *Onduline Classic y Desing*, [www.onduline.cl](http://www.onduline.cl)

 **Masonite**<sup>®</sup>  
The Beautiful Door.<sup>®</sup>

¿Qué pasa cuando abres una puerta Masonite?



SERIES  
**ÁNGELES**<sup>™</sup>

[www.masonite.cl](http://www.masonite.cl)

Oficina Comercial: 56 (2) 7472012  
Planta: 56 (43) 404 400  
e-mail: [puertas@masonite.cl](mailto:puertas@masonite.cl)

# 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

**SIMMA**  
Expertos en tu mundo  
[www.simma.cl](http://www.simma.cl)

**Casa Matriz:** San Eugenio 463, Ñuñoa, Santiago. Tel: (56-2) 346 2700 Fax: (56-2) 239 2066 [ventassantiago@simma.cl](mailto:ventassantiago@simma.cl)

<b>CALAMA</b> Av. Balmaceda 3961 Fono: (55) 33 26 43 Fax: (55) 33 14 79 <a href="mailto:calama@simma.cl">calama@simma.cl</a>	<b>ANTOFAGASTA</b> Ónix 195 (Barrio Industrial) Fono: (55) 27 38 38 Fax: (55) 27 38 30 <a href="mailto:antofagasta@simma.cl">antofagasta@simma.cl</a>	<b>COPIAPÓ</b> Plaza Comercio N°26 Fonos: (52) 21 24 42 Fax: (52) 21 39 72 <a href="mailto:copiapo@simma.cl">copiapo@simma.cl</a>	<b>CONCEPCIÓN</b> Alonso de Ojeda 554 Loteo Las Arucas Fonos: (41) 242 15 39 Fax: (41) 242 15 41 <a href="mailto:concepcion@simma.cl">concepcion@simma.cl</a>	<b>PUERTO MONTT</b> Diego de Almagro Norte 1516 Parque Industrial Cardonal Fono: (65) 31 14 36 Fax: (65) 31 14 30 <a href="mailto:pmontt@simma.cl">pmontt@simma.cl</a>
--	---	---	--	---

**CONTACTOS ZONALES**  
LA SERENA: 07-709 5860 / VIÑA DEL MAR: 07-709 5853 / RANCAGUA: 09-549 4739 / TEMUCO: 08-1526551 / OSORNO: 08-464 7532 / PUNTA ARENAS: 08-825 8023

# VOLCANITA XR

EXTRA RESISTENTE

UNIVERSIDADES / COLEGIOS      HOSPITALES      ZONAS DE SEGURIDAD

**RESISTENCIA SUPERIOR EN CADA UNO DE TUS PROYECTOS.**

Potencia la resistencia de tus obras con Volcanita® XR, la nueva plancha de yeso-cartón extra resistente para uso en tabiquería interior, que ya está presente en sólidas construcciones educacionales y hospitalarias. Volcanita® XR es la extra resistencia que tus proyectos necesitan.

Asistencia Técnica Volcán  
**600 399 2000**  
[asistencia@volcan.cl](mailto:asistencia@volcan.cl)

Utiliza nuestro soporte para especificación en nuestro sitio web o escríbenos a [soporteespecificacion@volcan.cl](mailto:soporteespecificacion@volcan.cl)

**VOLCAN**  
Experto en Soluciones Constructivas

[www.volcan.cl](http://www.volcan.cl)

# Geotecnia y Obras civiles

Seguridad  
Innovación  
Creatividad  
Experiencia

**P**  
PERSONAL  
CALIFICADO

**M**  
MAQUINARIA  
ESPECIALIZADA

**ISO 9001**  
GESTIÓN DE  
CALIDAD

**ORNSAS 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](http://www.soletanche-bachy.cl)

Dir.: Av. Cerrillos 980, Cerrillos, Chile | Casilla 122 | Tel.: (56 2) 589 9000 | Fax: (56 2) 5849001 | E-mail: [sbc@soletanche-bachy.cl](mailto:sbc@soletanche-bachy.cl)

## ¡Olvídate de las fugas!

# BRIDA flexible

 **coflex**

- ✓ Sello hermético que evita el retorno de gases, malos olores y filtraciones
- ✓ Ayuda a corregir desfaseamientos
- ✓ No requiere cuello de cera
- ✓ Sólida fijación al piso

Patente en EUA No. 7,188,378  
Patente en México No. 255,976  
Patentes en trámite en otros países



La Brida Flexible Coflex® es...  
¡La NUEVA forma  
de instalar tu **SANITARIO!**

**10 años** garantía  
PRODUCTO MEXICANO



Representante: Ingrid Ramos  
Sucre 2560 Oficina 06  
Cel.: (56 9) 9041-0637 Tel.: (56 2) 785-9522  
Ñuñoa, Santiago de Chile  
[iramosg@coflex.com.mx](mailto:iramosg@coflex.com.mx)

 **coflex**  
innovación  
en plomería

## I+D+i

## TIEMPOS DE CAMBIO

■ El sector construcción se encamina definitivamente hacia nuevos tiempos, tiempos de cambio, donde el concepto I+D+i (Investigación, Desarrollo e innovación) será uno de los protagonistas principales. Este escenario no sólo se observa en Chile, porque la construcción iberoamericana avanza en conjunto hacia la innovación. ■ En nuestro país la Corporación de Desarrollo Tecnológico lidera esta tendencia. Más creatividad y mayor competitividad representan las premisas de los nuevos tiempos.

EQUIPO EDITORIAL BIT



Uno de los objetivos de la I+D+i es generar conocimiento para crear nuevos materiales y productos.

**L**A INNOVACIÓN LLEGÓ. Y con ella, los tiempos de cambio para la industria. Ahora el gran desafío consiste en responder a la siguiente interrogante: ¿Cómo utilizar la innovación para ser más eficientes? Nada fácil. “La innovación constituye una de las principales brechas en indicadores de competitividad que tenemos con los países más desarrollados”, comenta Juan Carlos León, gerente general de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), de la Cámara Chilena de la Construcción. A esto se suma que el sector construcción es uno de los segmentos de la economía menos innovador, con prácticas aún artesanales.

Las señales parecen poco alentadoras. Pero vamos con calma, recién empezamos. “Existen valiosas experiencias en el extranjero que podemos replicar y adaptar con relativa facilidad”, prosigue Juan Carlos León. En la misma línea, el presidente de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), Lorenzo Constans, define liderazgos: “Las empresas son las llamadas a impulsar y agregar a sus procesos el desarrollo tecnológico, para convertirse en el motor de la innovación”. Este desafío va mucho más allá de nuestras fronteras, y se insta-

la en la construcción iberoamericana. Es el nuevo orden mundial sin barreras y multiconectado. Hay que subirse al carro de la I+D+i, y cuanto antes mejor. Ya hay acciones concretas. Se vienen tiempos de cambio.

### RED DE CENTROS DE INNOVACIÓN

Hay caminos, y muchos, para llegar a la innovación. El sector de la construcción debe superar hoy enormes retos. Para ello, se necesitaba generar una instancia permanente de colaboración entre las distintas entidades interamericanas especializadas en la Investigación, Desarrollo, innovación (I+D+i) y transferencia tecnológica. Así surgió una interesante propuesta: La creación de la Red Interamericana de Centros de Innovación en la Construcción (INCONET), enmarcada dentro del trabajo de la Federación Interamericana de la Industria de la Construcción (FIIC). La Red estará conformada en su etapa fundacional por organismos técnicos o centros de innovación, nombrados por cada una de las 18 cámaras integrantes de la FIIC, pudiendo ser una entidad jurídica independiente, con o sin fines de lucro, cuyo principal objetivo sea la I+D+i y la transferencia tecnológica.



**INNOVACIÓN EN PUENTES  
CARRETEROS EXTRANJEROS**  
Se utilizan elementos livianos  
lo que facilita el montaje.  
En las imágenes se observa una  
viga de 14 m siendo izada por una  
grúa de bajo tonelaje.



Uno de estos Centros de Innovación es la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC). En la primera reunión constitutiva de la Red, desarrollada en el marco de la Semana de la Construcción, la CDT fue elegida por unanimidad, como la entidad que liderará la Secretaría Ejecutiva. La Corporación estará a cargo de grupos específicos de trabajo en Implementación de BIM (Building Information Modeling) y 4D; Mejoramiento de la productividad; Catastro de Servicios Tecnológicos y el Portal Red INCONET, desarrollo de Comisiones estratégicas en TIC's, Planificación y Gestión de Proyectos y Financiamiento a la I+D+i, entre otras funciones administrativas y logísticas.

La Red ya se propuso metas ambiciosas.

Por ejemplo: Compartir y aunar esfuerzos en materias de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), como una estrategia de mejoramiento competitivo de la industria de la construcción de cada país. Generar redes y canales de transferencia tecnológica de experiencias innovadoras exitosas y de las mejores prácticas identificadas en cada nación. Asimismo, identificar las principales barreras y trabas a la innovación en cada uno de los países y plantear las vías de solución.

La iniciativa da sus primeros pasos, pero destacados expertos ya apuestan fuerte. "Para asegurar el éxito de una iniciativa como INCONET y potenciar la innovación en Iberoamérica, se requiere un liderazgo fuerte como el que puede aportar la Cámara Chilena de la

BIT 73 JULIO 2010 ■ 67



**ASESORÍA  
SOPORTE  
RESPALDO  
TECNOLOGÍA**

## Eficiencia Energética

La mejor tecnología del mercado para ahorrar



**Energía Solar Térmica**

- Sistemas Presurizados con Paneles Planos.
- Sistemas Presurizados con Colectores "Heat Pipe".
- Sistemas Termosifón.
- Tecnología Europea de alto rendimiento certificado.
- Más de un 60% de ahorro en agua caliente.



**Calderas de Condensación**

- Versiones murales y de pie.
- Potencias de 33 a 150 kw.
- Ecológica: Disminuye el NOx y CO<sub>2</sub>.
- Formatos pequeños que ahorran espacio.
- Hasta 35% de ahorro en combustible!



**Bombas de Calor**

- Control Siemens.
- Compresor Hitachi.
- Válvula de expansión Danfoss.
- Intercambiador de Titanio (para piscina).
- 70% Energía gratis!

**anwo.cl**

**Casa Matriz:** Panamericana Norte N° 17.001, Kilómetro 17 - Colina - Santiago / **Sucursal Oriente:** Los Orfebres N° 380 La Reina - Santiago, Tel.: (56 2) 731 0000 - Fax: (56 2) 273 1101 / **Sucursal Concepción:** Camino a Penco N° 3036-A, Galpon D-2, Tel.: (56 41) 262 1900 / **Sucursal Temuco:** Camino al Aeropuerto Maquehue s/n, Tel.: (56 45) 953 900.



Venta a través de Instaladores - Distribuidores

**En Europa, una de las principales áreas donde se aplica I+D+i es en la eficiencia energética.**

Construcción, a través de la Corporación de Desarrollo Tecnológico”, señala Juan Manuel Mieres, consultor internacional de I+D+i.

## PLATAFORMA TECNOLÓGICA

La unión de los centros de innovación interamericanos es una parte de los nuevos tiempos. La otra parte está en manos de las empresas de la región. Un tema de fondo y urgente, porque las compañías que no innovan pierden valor competitivo. Atención porque no sólo se trata de diseñar nuevos productos, servicios y procesos, sino de generar valor a través de la I+D+i.

Está claro, la tarea no será sencilla. Sin embargo, tampoco las empresas deben librar una batalla en solitario para incorporar la innovación. Para nada. Hay otro proyecto en marcha. La Corporación de Desarrollo Tecnológico y 16 organizaciones chilenas, españolas y colombianas fundaron la Plataforma Tecnológica Iberoamericana de la Construcción, IberoConstrucción. La iniciativa apunta a “promover el mejoramiento competitivo en el sector de la construcción iberoamericano, identificando y analizando los principales desafíos tecnológicos...proponiendo las estrategias para afrontarlos con éxito”.

Entonces, constructoras, empresas de ingeniería, proyectistas, fabricantes de materiales, organismos e instituciones públicas, universidades, centros de investigación y todas las organizaciones del sector construcción están invitadas a participar en IberoConstrucción. En este punto de encuentro, entidades como la CDT volcarán su experiencia como promotora de la innovación y el desarrollo tecnológico. Así, las empresas asociadas podrán generar valor a través de nuevos desarrollos.

Ya forman parte de esta iniciativa, en calidad de organizaciones chilenas fundadoras,



las constructoras Icafal y Más Errázuriz, la empresa de ingeniería René Lagos y Asociados, el Instituto Chileno del Asfalto y el Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile. Sin embargo, la invitación sigue abierta para identificar oportunidades y desafíos en materia de innovación dentro del sector construcción; difundir y promover las buenas prácticas a nivel iberoamericano e impulsar proyectos de manera conjunta buscando apoyo en los programas de I+D+i, tanto a nivel nacional como regional. Un gran reto, y quedan otros.

## DESAFÍOS

Los expertos dejan claro que el desarrollo de I+D+i no está exento de desafíos. En primer lugar no se trata de un tema de imagen o de marketing, sino que está asociada a la mejora de la competitividad de las empresas y a generar nuevos modelos de negocio. Y para eso hay que invertir a largo plazo. Pero esto tiene solución, hay posibilidades concretas de financiamiento tanto en Chile como en Colombia y España. Sin ir más lejos, la CDT como coordinadora de la Plataforma Tecnológica Iberoamericana de la Construcción, facilita la formulación de proyectos de las empresas ante los organismos de financiamiento. Con esto en mente, dicen los especialistas, lo importante es superar la aversión al riesgo. “La innovación no siempre parte de ideas nuevas o iluminadas, sino que responde a los desafíos que se plantean cuando surge un problema. Y esas ideas pueden fallar, pero también pueden generar un producto con valor para el mercado y por lo tanto con un retorno para las empresas, resaltó Carlos Osorio, ingeniero industrial de la

Universidad de Chile y director del Master sobre Innovación de la Universidad Adolfo Ibáñez en el marco de la XXVII Congreso Interamericano de la Industria de la Construcción. Y el desafío está en innovar también en los sistemas contractuales, explicó en la misma oportunidad Walter Piazza, Presidente de la Cámara Peruana de la Construcción. Por otra parte los profesionales del sector deben aprender a interactuar con especialistas de distintas disciplinas para trabajar de

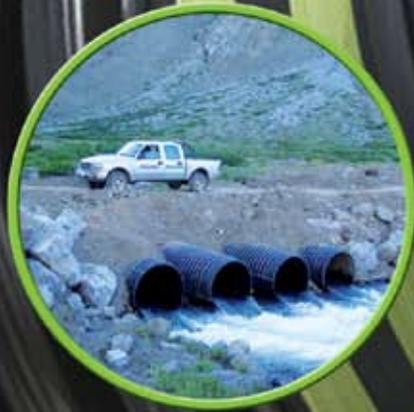
manera colaborativa”, explica Juan Manuel Mieres. Queda claro que la innovación no es un tema fácil y sólo se avanzará si existe una unión entre las empresas, los gremios a través de sus centros de innovación, las universidades y el Estado.

El tema no se agota. En futuras ediciones profundizaremos en varias de las actividades que se desprenden de estas iniciativas. La innovación no se detiene. Son nuevos tiempos. ■

[www.cdt.cl](http://www.cdt.cl)

# Soluciones ADS

## Confiables y Eficientes en Tuberías Corrugadas de HDPE



Fácil y Rápida Instalación

Sin Pegamento o Soldadura

Alta Resistencia Estructural

Gran Durabilidad

Liviano, Bajo Peso

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

Atención al Cliente: (56-2) 413 0014 Fax: (56-2) 413 0040

Contacto: [infraestructura@tigre-ads.com](mailto:infraestructura@tigre-ads.com) [www.tigre-ads.com](http://www.tigre-ads.com)

# EDIFICIOS EMBLEMÁTICOS DIAGNÓSTICO E IDENTIFICACIÓN DE DAÑO ESTRUCTURAL

■ Los parámetros más utilizados para conocer el estado real de una estructura corresponden al período de vibrar, razones de amortiguamiento, y formas modales u operacionales. Estas variables se analizan en tres edificios emblemáticos: Cámara Chilena de la Construcción, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile y Titanium La Portada.

RUBÉN BOROSCHEK K.  
TOMÁS NÚÑEZ A.  
RODRIGO CARREÑO V.  
ALFONSO LARRAÍN V.  
INGENIEROS CIVILES ESTRUCTURALES

**E**L CONCEPTO de salud se asocia a un estado de bienestar físico, mental y social, según la definición de la OMS. Sin embargo, esta definición también se aplica a las estructuras a través de un concepto denominado "Monitoreo de Salud Estructural (MSE)", que corresponde a un campo reciente dentro de la dinámica estructural-experimental. Entre los objetivos de esta materia destaca la generación de un diagnóstico del estado y característica de la respuesta de una estructura, ante diversas condiciones de acciones ambientales y de uso por medio de sistemas de medición y observación. Así, los profesionales controlan la "salud" de las estructuras por medio de ciertas propiedades, generalmente de tipo dinámica, con las que se conoce el estado actual de la construcción y su correlación con modelos matemáticos, los que se utilizan para rea-

lizar el diseño estructural (Figura 1).

Los parámetros más utilizados por el MSE corresponden al período de vibrar, razones de amortiguamiento y formas modales u operacionales. Estos tres parámetros engloban la dinámica del sistema y entregan un diagnóstico general de su comportamiento, dependiendo de la aplicación. En casos especiales, cuando se requiere la cuantificación y localización de daño, se requiere evaluar variables adicionales. El MSE ya se encuentra implementado en Chile a través de un sistema inteligente que obtiene sus parámetros de forma continua y remota, accediendo a esta información en tiempo real a través de celulares y/o Internet (Figura 2). Estos parámetros representan un indicador relevante a la hora de alertar sobre la condición de infraestructura luego de agentes externos tales como el reciente Terremoto de magnitud 8,8 que afectó a la zona centro-sur de Chile.



## PARÁMETROS DINÁMICOS

La determinación de este tipo de parámetros se basa principalmente en la utilización de la información entregada por sensores capaces de medir aceleraciones, velocidades y desplazamientos en un amplio rango, desde aquellas que son imperceptibles al ser humano, pasando por vibraciones debido al uso u operación, hasta terremotos de gran magnitud. Definir los "parámetros dinámicos" corresponde a la primera etapa del MSE. Sin embargo, estudiar su variación resulta igualmente importante al momento de determinar si la estructura ha sufrido modificaciones o daño, tanto en sus líneas resistentes como en elementos no estructurales. Así como existen metodologías para determinar dichos parámetros, hay también métodos para monitorear su variación, y correlacionarlas con el daño potencial. A continuación, se entrega una definición básica de los parámetros dinámicos más importantes del MSE:

**Período de vibrar:** Corresponde al tiempo en que la estructura demora en oscilar de un lado a otro, para una cierta forma de vibrar. En general las estructuras poseen más de una forma de vibrar, por lo que se mide para cada una de ellas un período asociado. Al valor inverso del período se le denomina frecuencia.

**Amortiguamiento:** Las estructuras están sujetas a recibir solicitaciones de todo tipo. Estas solicitaciones pueden traducirse en que la estructura está constantemente recibiendo energía. El amortiguamiento corresponde a la capacidad de la estructura para disipar esta energía. Se mide como porcentaje respecto de un parámetro denominado amortiguamiento crítico.

**Formas modales:** Son las formas en que se mueve una estructura cuando es sometida a vibraciones en uno de sus períodos naturales de vibrar.

**FIGURA 2.** DIAGRAMA DE FLUJO PARA SISTEMA DE MONITOREO CONTINUO-REMOTO



**FIGURA 3.** EDIFICIO CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN. VISTAS Y DISPOSICIÓN DE ACELERÓMETROS



Adicionalmente es posible evaluar en forma directa las amplitudes de vibraciones en términos de velocidad, aceleración, desplazamiento, deformaciones unitarias y otras.

## CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN

El edificio de la Cámara Chilena de la Construcción (Figura 3), posee una estructuración en base a muros y marcos de hormigón. Cuenta con 20 pisos y 4 subterráneos, y una altura de 85,5 metros. Desde 1997 tiene una red de 12 sensores que registran aceleraciones en la

estructura. El sistema de obtención de datos permite registrar desde micro-vibraciones ambientales a eventos sísmicos de consideración.

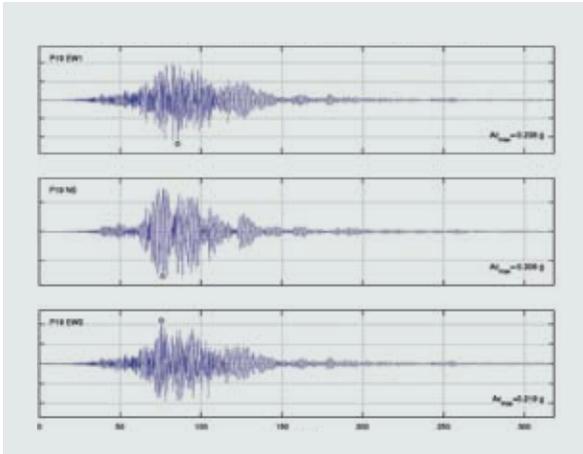
El MSE registró el Terremoto de magnitud 8,8 que afectó recientemente la zona centro sur de Chile (Figura 4) entregando importantes resultados respecto a la variación de las propiedades dinámicas del edificio. La Figura 5 muestra la variación de la frecuencia natural, el amortiguamiento durante el evento. Se observa que hubo una variación del 27% en la frecuencia de vibrar, y un aumento del amortiguamiento que alcanzó valores puntuales por sobre el 9%. Para corroborar el estado post-terremoto del Edificio de la CChC se realizaron análisis de micro-vibraciones en la estructura utilizando la red de monitoreo de salud estructural, y los resultados permitieron comparar sus valores característicos antes y después del terremoto, Tabla 1.

Los resultados arrojaron que la estructura no recuperó los valores de período calculados antes del terremoto, con una diferencia promedio del 22%. Por otra parte, el amortiguamiento en términos prácticos recuperó sus valores originales, teniendo una buena corre-

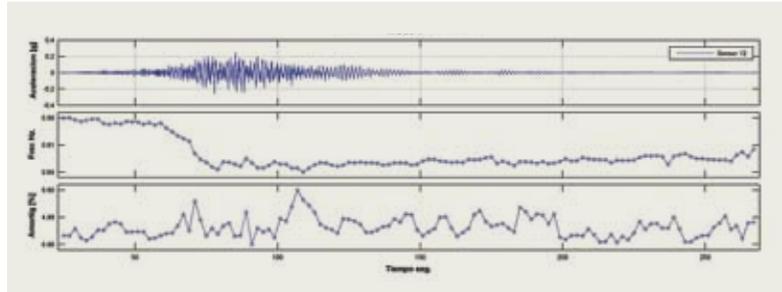
**TABLA 1.** VARIACIÓN DE PARÁMETROS DINÁMICOS PRE Y POST TERREMOTO UTILIZANDO MICROVIBRACIONES AMBIENTALES. EDIFICIO CCHC

(A) VARIACIÓN DE FRECUENCIAS				(B) VARIACIÓN DE AMORTIGUAMIENTO			
MODO	PERÍODO T (s) PRE-TERREMOTO	PERÍODO T (s) POST-TERREMOTO	DIFERENCIA %	MODO	$\beta$ (%) PRE-TERREMOTO	$\beta$ (%) POST-TERREMOTO	DIFERENCIA %
1	0,99	1,19	20,24	1	0,6	0,6	0
2	0,97	1,16	19,77	2	0,7	0,6	14,3
3	0,65	0,82	26,23	3	0,6	0,8	33,3
<b>VARIACIÓN PROMEDIO %</b>			<b>22,08</b>	<b>VARIACIÓN PROMEDIO %</b>			<b>15,9</b>

**FIGURA 4.** REGISTROS TERREMOTO (M=8,8) OBTENIDOS EN CIELO PISO 18. EDIFICIO CCHC



**FIGURA 5.** VARIACIÓN PARÁMETROS DINÁMICOS. TERREMOTO (M=8,8) DEL 27 DE FEBRERO DE 2010. EDIFICIO CCHC



lación entre la variación del período y amortiguamiento, con el daño observado.

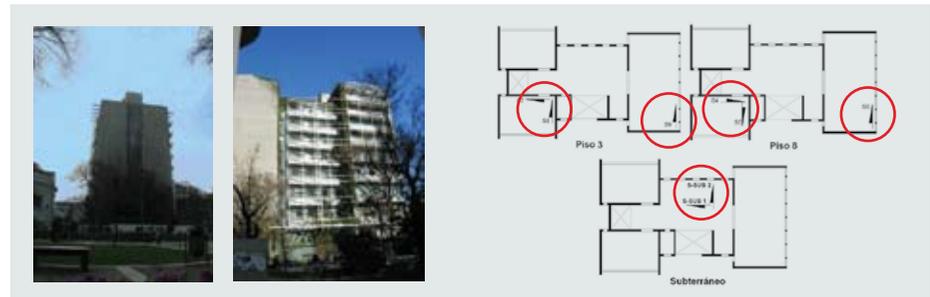
Una inspección visual arroja que el edificio presenta daño leve en sus elementos resistentes y no estructurales, por lo tanto existe una buena correlación entre el porcentaje de variación de los parámetros dinámicos y lo observado. En este sentido, se está investigando el rango en el cual estos parámetros pueden variar, para correlacionarlos con un grado mayor de daño en la estructura. Así, se entregará información temprana y de forma remota sobre el estado de la estructura luego de un terremoto.

## TORRE CENTRAL FCFM UNIVERSIDAD DE CHILE

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (Figura 6) posee una estructuración de muros de hormigón para la resistencia a cargas laterales. Cuenta con 9 pisos y 1 subterráneo con una altura de 30 metros. A diferencia del edificio de la CChC, la red de monitoreo de salud registra continuamente la aceleración (8 sensores), la humedad del suelo (3 sensores) y parámetros ambientales (humedad, lluvia y viento, entre otros). Éstos se publican de forma remota a través de Internet. Además, las señales de aceleración son procesadas y se informa al usuario sobre los parámetros dinámicos de la estructura y parámetros ambientales cada 15 minutos. Actualmente se está investigando una forma de reducir los tiempos de entrega en la información, con el objeto de dar una alerta temprana y precisa en caso de daño severo.

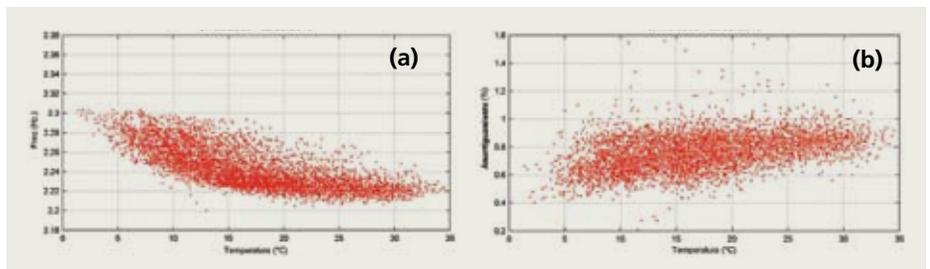
Uno de los objetivos de este tipo de monitoreo es correlacionar variables ambientales con la variación de propiedades dinámicas asocia-

**FIGURA 6.** EDIFICIO TORRE CENTRAL FCFM UNIVERSIDAD DE CHILE. VISTAS Y DISPOSICIÓN DE ACCELERÓMETROS. (T. YÁÑEZ 2009)

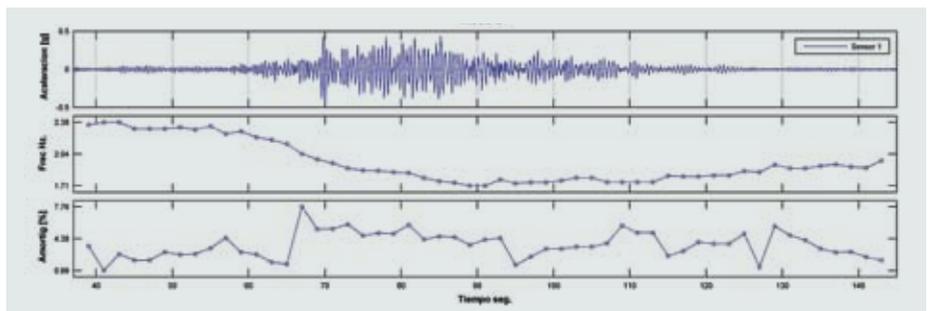


**FIGURA 7.** (a) VARIACIÓN DE LA FRECUENCIA (PERÍODO) DE LA ESTRUCTURA EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA. (b) VARIACIÓN DEL AMORTIGUAMIENTO DE LA ESTRUCTURA EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA

ESTAS MUESTRAS FUERON TOMADAS ENTRE EL 03 DE JULIO DE 2009 Y EL 26 DE FEBRERO DE 2010



**FIGURA 8.** VARIACIÓN PARÁMETROS DINÁMICOS. TERREMOTO (M=8,8) DEL 27 DE FEBRERO DE 2010. TORRE CENTRAL



das a la estructura. Por ejemplo, si existe alguna dependencia entre la variación de frecuencias (o períodos) y los cambios de temperatura, o bien si existe relación entre la variación de amortiguamiento y el nivel de precipitaciones, o bien si la humedad del suelo influye significativamente en variaciones de frecuencia, amortiguamiento o formas modales. Un ejemplo de estas correlaciones se muestra en la Figura 7, donde se correlaciona frecuencia, Figura 7(a), y amortiguamiento, Figura 7(b), con la temperatura ambiente, respectivamente.

El reciente terremoto entregó información adicional, que es parte de lo que engloba una herramienta tan amplia como el MSE. El mismo análisis del edificio CChC se aplicó en la Torre Central, observándose un patrón de variación con similares características. La Figura 8 muestra la variación de frecuencia y amortiguamiento durante el terremoto, mientras que la Tabla 2 muestra la variación antes y después del terremoto para los parámetros dinámicos de la estructura.

Este edificio tuvo un comportamiento similar al de la CChC, observándose una fuerte disminución de la frecuencia durante el sis-

**TABLA 2.** VARIACIÓN DE PARÁMETROS DINÁMICOS PRE Y POST TERREMOTO UTILIZANDO MICROVIBRACIONES. TORRE CENTRAL FCFM. UNIVERSIDAD DE CHILE

(A) VARIACIÓN DE FRECUENCIAS				(B) VARIACIÓN DE AMORTIGUAMIENTO			
MODO	PERIODO T (s) PRE- TERREMOTO	PERIODO T (s) POST- TERREMOTO	DIFERENCIA %	MODO	$\beta$ (%) PRE- TERREMOTO	$\beta$ (%) POST- TERREMOTO	DIFERENCIA %
1	0,45	0,53	18,62	1	0,7	0,7	0
2	0,38	0,44	13,97	2	0,7	0,7	0
3	0,34	0,37	10,86	3	0,7	0,8	14,3
<b>VARIACIÓN PROMEDIO %</b>			<b>14,48</b>	<b>VARIACIÓN PROMEDIO %</b>			<b>4,8</b>

mo, y un aumento del amortiguamiento, para el modo que se muestra en la Figura 8. Luego del terremoto se observó que la estructura disminuyó sus frecuencias naturales de forma permanente en un 14,5% como promedio. Por otra parte, se observó que el amortiguamiento mantuvo valores similares a los obtenidos antes del evento, correlacionado de manera aceptable con el nivel de daño observado en el edificio.

### TITANIUM

El rascacielos más grande de Chile tiene 56 pisos, 2 helipuertos, 7 subterráneos, 196 me-

tros de altura y 129.500 metros cuadrados. Se encuentra estructurado en base a un núcleo central de muros de corte, columnas y vigas perimetrales de hormigón armado, y losetas alveolares de hormigón pretensado prefabricado (Figura 9).

La torre fue monitoreada por 6 meses, entre agosto de 2008 y enero de 2009, durante su proceso constructivo mediante la instalación de una red de acelerómetros. Se obtuvieron vibraciones de tipo ambiental y operacional debido a las faenas constructivas (Figura 10). De forma complementaria se realizaron mediciones de vibración ambiental en

## 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



los niveles 10, 17, 22, 28 y 56, esta última realizada en enero 2010. Los resultados se utilizaron para la obtención de propiedades dinámicas y sus variaciones permanentes debido al proceso constructivo, además como referente para la actualización de modelos de diseño estructural en diferentes etapas constructivas. Si bien el enfoque de este monitoreo no estaba asociado a la obtención de registros sísmicos, la red detectó al menos 11 movimientos telúricos de mediana magnitud anteriores al terremoto del 27 de febrero de 2010, no reportándose daños a causa de éstos.

Durante el monitoreo continuo del edificio en el proceso constructivo, se observaron diversos fenómenos que requirieron de procesamiento para la obtención de parámetros dinámicos. Éstos se asocian a la gran cantidad de faenas constructivas desarrolladas durante el monitoreo. Esto generó diversos efectos transientes debido a impactos, variación continua de masa y rigidez del sistema, vibraciones operacionales debido a maquinarias tales como montacargas, grúas, bombas de hormigón y otras. Los fenómenos no afectaron el proceso de identificación de la variación de frecuencias naturales de la estructura. Sin embargo, la variación de razones de amortiguamiento depende fuertemente de la amplitud y características de la excitación. La Figura 11 muestra la variación de frecuencias durante el período de monitoreo continuo.

Actualmente se está investigando sobre la comparación de valores de parámetros dinámicos antes y después del terremoto del 27 de febrero de 2010, como forma de correlacionar estos resultados con el buen comportamiento que tuvo el edificio frente a esta solicitación extrema. Pequeñas variaciones en los parámetros dinámicos darán una clara señal de que la estructura tuvo un buen comportamiento, principalmente por la calidad de su estructuración, complementada con el uso de dispositivos de disipación de energía. De esta forma será posible validar los criterios supuestos para el edificio, lo que será de vital importancia para comprender mejor el desempeño de la estructura.

## CONCLUSIONES

El Monitoreo de Salud Estructural cuenta con múltiples aplicaciones que permiten entender de mejor forma el comportamiento de las estructuras: calibrar modelos de diseño, identificación de daño, alerta por mal funcionamiento de ascensores, monitoreo de procesos constructivos (como el desarrollo de una red de monitoreo de salud estructural para Titanium

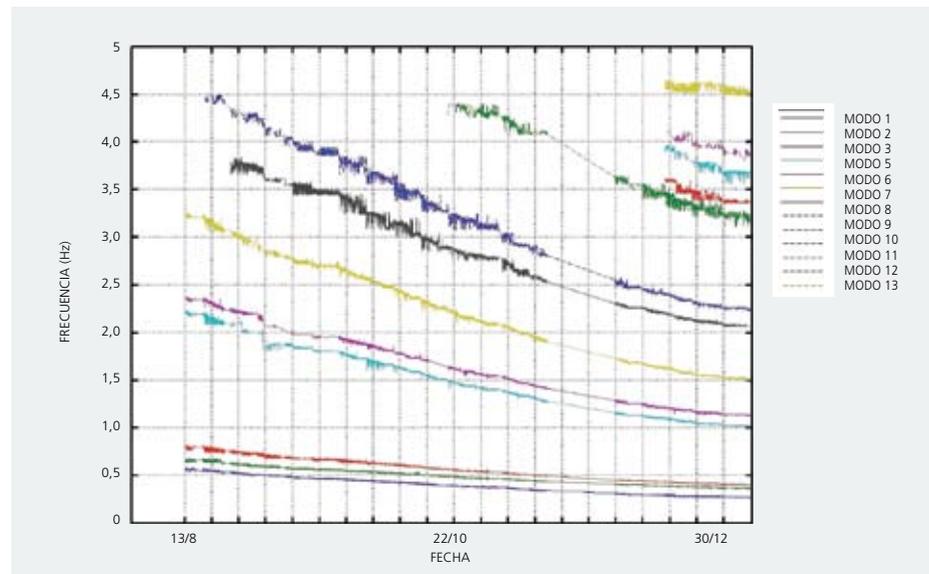
**FIGURA 9.** TITANIUM LA PORTADA. PROCESO CONSTRUCTIVO. TOMÁS NÚÑEZ A.



**FIGURA 10.** SECUENCIA CONSTRUCTIVA TITANIUM LA PORTADA. TOMÁS NÚÑEZ A.



**FIGURA 11.** VARIACIÓN DE FRECUENCIAS (PERÍODO) DURANTE PROCESO CONSTRUCTIVO. TITANIUM LA PORTADA



La Portada, que permitió validar modelos de diseño y a la vez observar la variación de parámetros dinámicos), estudio de respuesta frente a impactos (estadios, aeropuertos, puentes), evaluación de confort en personas (gimnasios, minería), y evaluación de fatiga frente a cargas de operación, entre otras.

El desarrollo de estas tecnologías permitirá en un futuro próximo tener estructuras más inteligentes al servicio no sólo de los usuarios, sino que también de ingenieros estructurales, arquitectos y constructores, los que

tendrán una idea del comportamiento real de todo tipo de infraestructura de forma precisa, continua y en tiempo real, siguiendo las necesidades de información actual. ■

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado por Fondecyt N 1070319, el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile y Rubén Boroschek y Asociados Ltda. Se agradece el apoyo del Ing. Pedro Soto de la Universidad de Chile, la Cámara Chilena de la Construcción, Arq. Abraham Senerman, Ing. Víctor García y al Ing. René Lagos por el apoyo a este tipo de estudios y por su positiva visión de la innovación.

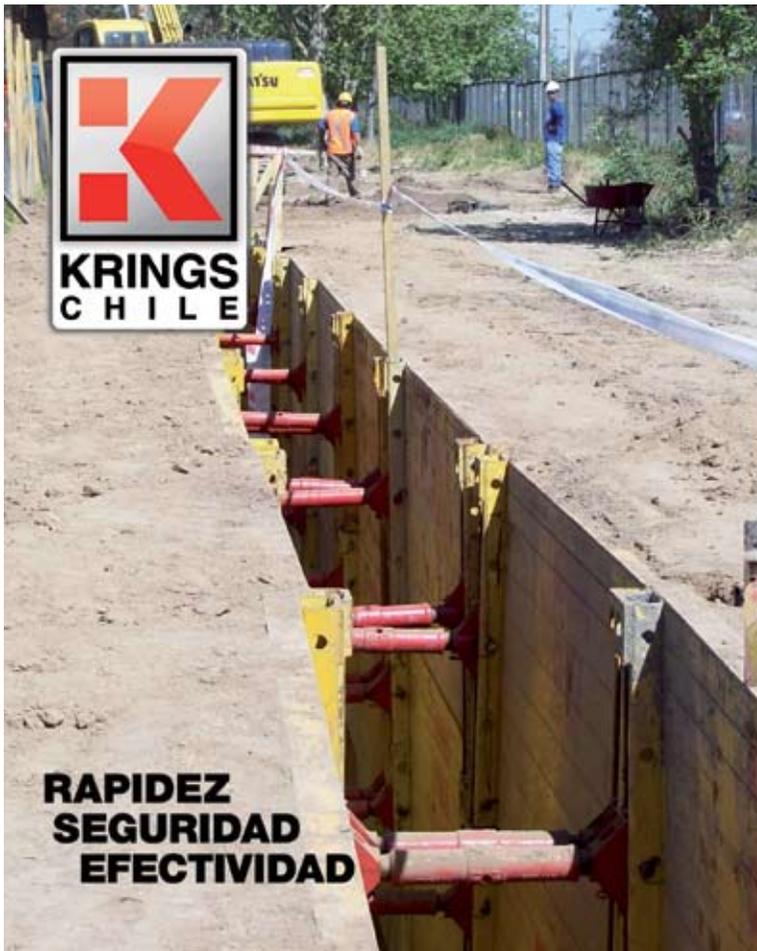


# SERVICIO DESDE 100 PRE

Desde hace **100 años** en todo el mundo, y 68 años en Chile, hemos ayudado a **construir** la historia. Esa es nuestra mejor garantía de **calidad y compromiso**.

[www.sika.cl](http://www.sika.cl)

**Innovation & Consistency** | since 1910



**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](http://WWW.KRINGS.CL)



Paneles reforzados Hebel para revestimiento industrial.

## HORMIGÓN CELULAR DE CALIDAD PROBADA

Un excelente comportamiento ante movimientos sísmicos demostró tener el hormigón celular Hebel, calidad que fue probada tras el terremoto por las distintas obras construidas con este material que no sufrieron daños. Pero esta marca no conforme con ello continúa innovando y lanzó tres nuevos productos al mercado, los que fueron presentados en Edifica 2010.



Stand Hebel en Edifica 2010.

**EL TERREMOTO** del pasado 27 de febrero puso a prueba los sistemas constructivos en Chile, y el hormigón celular Hebel demostró haber pasado con éxito este duro examen al sumar a su diversos atributos, como durabilidad, gran aislación térmica y acústica, resistencia al fuego y a la humedad, un excelente comportamiento ante movimientos sísmicos.

La resistencia sísmica del sistema constructivo Hebel, utilizado a lo largo de todo el país en un sin número de obras, fue reconocida por diversos profesionales del mundo de la construcción, dentro del marco de una inspección realizada recientemente para corroborar el buen resultado del hormigón celular Hebel. Importantes obras consultadas en las zonas más afectadas en el sur y centro de nuestro país, concluyeron que el hormigón celular tuvo muy buen comportamiento post terremoto, argumentando que la correcta aplicación del producto es fundamental para el óptimo resultado del sistema constructivo.

Obras con uso de hormigón celular en

muros estructurales como "Lomas de Mirasur", conjunto residencial construido por Socovesa en Temuco, Conjunto residencial Santa Delia construido por Moller y Pérez Cotapos en La Comuna de La Florida, Conjuntos habitacionales de la Constructora Salman de Chillán. Edificios residenciales de Eurocorp, Edificio Las Tranqueras de la Constructora ISA, con tabiquería en hormigón celular. Obras institucionales como el Campus Bellavista de la Universidad San Sebastián construido por la Constructora Cypco, El Centro Cívico Las Condes construido por Besalco, Hospitales Higuera I y II de Talcahuano construido por Salva Corp, Clínica Indisa, Hospital Gran Benavente de Concepción, entre otros. Edificaciones con tabiquería de gran altura y soluciones acústicas, como el caso de la emblemática obra Centro Cultural Gabriela Mistral, construido por Claro Vicuña, no sufrieron daños con el terremoto, siendo una prueba evidente de la excelencia del hormigón celular Hebel.

### NUEVOS PRODUCTOS

Con el respaldo de estos buenos resultados Hebel sigue innovando y lanzó tres nuevos productos al mercado. Se trata de los Paneles Reforzados para revestimiento industrial, que se presentan como un revestimiento macizo de hormigón celular reforzado, de gran rapidez de instalación y gran versatilidad. A ello se suman los Paneles Prefabricados

para viviendas industrializadas, sistema basado en paneles reforzados con estructuras prefabricadas en acero y hormigón que permite levantar en pocos días viviendas definitivas, por dos o tres personas y sin necesidad de maquinaria especializada, el producto ofrece gran libertad arquitectónica y construcciones macizas. También se lanzaron los Bloques RH para zonas de lluvia extrema, especialmente diseñados para construir en la zona sur de nuestro país o lugares de mucha lluvia. Estos tres productos otorgan aislación térmica y resistencia al fuego.

Los nuevos productos Hebel fueron presentados en Edifica 2010 con gran éxito. El stand de la marca, al igual que en años anteriores, recibió un gran número de visitas interesadas en conocer más de los atributos y aplicaciones del hormigón celular.

### INVERSIONISTAS NACIONALES

A partir de este año 2010, en nuestro país, el hormigón celular Hebel, es producido por la empresa HCA Chile S.A., luego de que la empresa Xella Chile S.A. le traspasara su unidad productiva. La empresa HCA está orgullosa de esta adquisición al poder representar y producir en Chile el hormigón celular con la mundialmente reconocida marca Hebel, contando con el apoyo técnico de Alemania, como ha sido siempre, asegurando el estándar de calidad internacional y de soporte de la marca que es traspasada directamente a sus clientes.

# 1ª CASA DE LA RECONSTRUCCIÓN



## TECNO PANEL

STRUCTURAL INSULATED PANEL

VIVIENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA  
CONSTRUCTIVO TECNO PANEL SIP



CONTÁCTENOS AL  
**745 5940**  
[www.tecnopanel.cl](http://www.tecnopanel.cl)

CONSTRUCTORA



DISEÑO



GESTIÓN



CALIDAD CERTIFICADA POR





# VIVIENDAS INDUSTRIALIZADAS TECNOLOGÍA PARA ARMAR

PAULA CHAPPLE C.  
PERIODISTA REVISTA BIT

■ Son de rápida instalación, la mayoría de ellas vienen en kits armables y cumplen con exigencias antisísmicas, térmicas, acústicas y contra incendio que la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), impone a todas las construcciones en nuestro país. Los nuevos desarrollos de casas industrializadas levantan Chile. Es la tecnología para armar.

**L**AS VIVIENDAS industrializadas se convierten en protagonistas de la reconstrucción del país. Pensadas como una solución definitiva al problema habitacional tras el terremoto, sus ventajas son variadas: probado comportamiento estructural, de rápida construcción, utilización de materiales antisísmicos, aislantes térmicos y facilidad de transporte, entre otras cualidades.

Asimismo, se caracterizan por ser sistemas industrializados que entregan solucio-

nes de alto estándar y calidad, respondiendo a las exigencias de las normativas de nuestro país y del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu). Hay para todos los gustos y necesidades, tanto ofertas locales como extranjeras. Son las casas industrializadas. Tecnologías para armar.

■ **CASAS PIZARREÑO:** Vivienda definitiva prefabricada en perfilería de acero galvanizado. Consta de 43,55 m<sup>2</sup> de un piso, con dos dormitorios y un baño, con posibilidad de construir un adicional de 11,6 m<sup>2</sup>, llegando a una superficie total de 55,14 m<sup>2</sup> cuadrados. Su estructura es en base a perfiles de acero galvanizado de 60x38x8x0,85 mm para montantes y canales de 62x25x0,85 milímetros. Se fija mediante tornillos autoperforantes cabeza de lenteja, en tanto que para muros perimetrales los montantes van con distanciamiento máximo cada 60 cm (según planos de paneles). El revestimiento exterior son planchas de fibrocemento Pizarreño Permanit de 1.200x2.400x8 mm y fibrocemento Pizarreño Siding de 3.660x150x8 mm, de acuerdo a plano de arquitectura. Para el revestimiento

▶  
Vivienda definitiva de Pizarreño, prefabricada en perfilería de acero galvanizado, que consta de 43,55 m<sup>2</sup> de un piso, con dos dormitorios y un baño, con posibilidad de ampliarse 11,6 m<sup>2</sup> más.



GENTILEZA PIZARREÑO



GENTILEZA MINVU



GENTILEZA TECNOPANEL

El sistema constructivo Tecnopanel SIP cuenta con dos modalidades: un kit básico, con los componentes necesarios para armar la obra gruesa de la vivienda y el kit full, en el cual se pueden incluir elementos complementarios como ventanas, puertas, artefactos, materiales de revestimiento, entre otros elementos.



interior se consideran planchas de yeso cartón Gyplac de Romeral de 12,5 mm de espesor. En zonas secas se utilizarán planchas ST y en zonas húmedas como baño y cocina RH. Se contempla el uso de lana fibra de vidrio de densidad 14 kg/m<sup>3</sup> papel 1 cara, de 50 mm de espesor en todos los muros exteriores. Se utilizan paneles prearmados de yeso cartón Panelgyp de Romeral ST en zonas secas y RH

en zonas húmedas. El techo es COLORONDA, nueva plancha ondulada Gran Onda de alta resistencia y con color pigmentado. Los planos de cálculo se proyectaron según las normas NCh 433 of.96 (Diseño Sísmico), NCh 1537 (Sobrecarga de Diseño) y NCh 432 (Cálculo de la acción del viento en las construcciones).

[www.viviendaspizarreno.cl](http://www.viviendaspizarreno.cl)

■ **CASAS TECNOPANEL:** La empresa Tecnopanel S.A. desarrolló el sistema constructivo TecnoPanel Sip, empleado en ciudades como Tocopilla y la isla Juan Fernández, confeccionado en base a un alma de poliestireno expandido de alta densidad, de 15 kg/m<sup>3</sup> (EPS) y caras externas en planchas de OSB, con la alternativa de solicitar la cara exterior terminada, eliminando el revestimiento exterior adicional. El sistema no sólo permite generar estructuras verticales, sino que admite aplicaciones como losa, panel de cubierta, combinado con estructuras de techumbre en base a cerchas prefabricadas, aportando versatilidad y adaptabilidad, capaz de adaptarse a la arquitectura propia del cliente. “El sistema TecnoPanel SIP lleva 5 años en el mercado, habiendo suministrado más de 700 mil m<sup>2</sup> de paneles a las principales empresas constructoras del país”, comenta Christian Boyce, gerente comercial de Tecnopanel S.A. El Kit



GENTILEZA CINTAC

1

## MINVU

Ante noticias aparecidas en distintos medios, el MINVU señaló que no está privilegiando las edificaciones prefabricadas en desmedro de la albañilería. Los programas habitacionales diseñados en el plan de reconstrucción “Chile Unido Reconstruye Mejor”, no establecen en ninguna de sus normas una preferencia, o discriminan, positiva o negativamente, sobre la materialidad ni los procesos constructivos de las viviendas que se construyan, adquieran, reparen o mejoren con la aplicación de la ayuda estatal. El Minvu no compra directamente viviendas, sólo entrega subsidios para que los beneficiarios elijan su casa entre las soluciones que cumplan con las normas constructivas. El Ministerio velará porque la solución habitacional –sea de albañilería o de cualquier otro sistema constructivo aprobado por los respectivos servicios de vivienda y urbanización– cumpla con las exigencias y estándares que se encuentran definidos en la normativa respectiva de los distintos programas.

**1. Las casas Cintac** traen un manual de instrucciones de descarga del kit y uno de instalación. En trece pasos y con altos estándares de seguridad se entregan los procedimientos de armado.

**2. La vivienda industrializada Martabid** considera, entre otros ítems, fundaciones y radier de hormigón en todo el primer piso. En su elaboración, se utiliza madera de pino impregnado a presión y vacío, con sales CCA, con estricto cumplimiento de las normas nacionales e internacionales.

incluye paneles de muros, de losa y cerchas de techo; clavijas OSB para conexión de paneles contiguos; soleras inferiores y superiores; piezas para conformación de premarcos y tornillos turbo-screw para conexiones. Destaca por ser un sistema aplicado en la construcción de más de 6 mil viviendas a la fecha. Posee alto rendimiento en el montaje y construcción. Una cuadrilla de dos carpinteros y dos ayudantes, tiene un avance de 80 m<sup>2</sup>/día. Cumple con los principales requerimientos de habitabilidad definidos en la OGUC, por ejemplo, un panel estándar de 75 mm de espesor tiene una prestación térmica tres veces superior a un muro de ladrillo tradicional, cumpliendo con los requerimientos de la Zona Térmica 6, es decir hasta Puerto Montt, sin necesidad de otros materiales. [www.tecnopanel.cl](http://www.tecnopanel.cl)

■ **CASAS MARTABID:** Entre 2008 y 2009, el Holding de empresas Martabid construyó 1.200 viviendas en Tocopilla en el marco del terremoto que afectó a esa ciudad. La empresa comercializa una vivienda industrializada en madera, generada por la



GENTILEZA MARTABID

2

empresa Canadá House S.A., con tecnología canadiense, a través de un kit compuesto por antecedentes técnicos de armado y terminación de viviendas, kit de paneles exteriores provistos de instalaciones eléctricas y sanitarias embutidas, aislación, puertas y ventanas, revestimientos exteriores, film de polietileno protector en cara interior, kit de paneles interiores provistos de instalaciones eléctricas y sanitarias embutidas. Pack de revestimientos interiores precortados y debidamente codificados. Pack de revestimientos de aleros, tímpanos y frontones precortados y codificados. Puertas interiores con marco, bisagras, cerraduras y molduras precortadas. Juegos de cerchas y frontones, incluyendo pletinas de anclaje, además de un pack de cubierta con costaneras, amarras, cubierta, caballete, clavos, entre otros componentes.

Para su transporte, los paneles se cargan mediante sistema mecánico y se transportan en plataformas del tipo “semiremolque” con un sistema de quilla central similar al utilizado en el transporte de cristales. [www.martabid.com](http://www.martabid.com)

■ **CASAS CINTAC:** La empresa entrega una solución completa de vivienda permanente, desde su fabricación, y capacitación para su instalación. En base a su línea Metalcon, que agrupa perfiles galvanizados, estructuras y cubiertas de acero, desarrolló una solución de vivienda permanente, cuya principal característica es la posibilidad de ampliarse de 19,1 m<sup>2</sup> a 57,3 m cuadrados. En base a una estructura de acero galvanizado, que permite rigidez, alta durabilidad y buen comportamiento frente a los sismos, esta alternativa habitacional se presenta como una adecuada solución. “Se trata de viviendas con estructura de acero galvanizado Metalcon en todo el perímetro y la cubierta, la solución tiene buen comportamiento frente a los sismos. Las casas poseen una estructura de piso de perfiles de acero galvanizado con placa estructural de 15 mm y revestida con paneles de acero pintado. Considera dos ventanas simples de 1,00 x 1,00 m”, indica Pedro Olivera, gerente comercial de Cintac. Las primeras familias beneficiadas con el proyecto vivienda Metalcon pertenecen a la caleta de Tubul, a unos 20 km de Arauco, con una primera población que bordeará las 110 unidades. Adicionalmente, Cintac fabrica viviendas en base a paneles aislados metal-metal con centro de poliestireno. La casa mide 21 m<sup>2</sup> y cuenta con tres ventanas de 0,91 x 1,08 m, puerta de acceso y una división interior. Cada vivienda contiene



GENTILEZA CBB



Las tipologías de viviendas Bío Bío corresponden a sistemas industrializados hechos en base a paneles de ferrocemento. Existe una casa de un piso y otra de dos pisos con mansarda.

ne 19 ítems entre partes y complementos, y se pueden armar en un día con tres personas. [www.cintac.cl](http://www.cintac.cl)

■ **CASAS CEMENTOS BÍO BÍO:** Una casa definitiva es el concepto de las viviendas que promueve Cementos Bío Bío. Son sistemas industrializados hechos en base a paneles de ferrocemento. Hay dos tipologías, una de un piso y otra de dos pisos con mansarda. Se trata de una solución modular en base a paneles prefabricados de hormigón armado impermeable, que cumplen con la OGUC en lo relativo a comportamiento térmico, acústico y fuego. El sistema permite abordar desde una vivienda básica hasta viviendas de alto estándar, en cualquier lugar del país. Para una casa de un piso de 50 m<sup>2</sup>, los tiempos de armado son en promedio de 15 a 20 días. Cuatro jornadas para las fundaciones, sobrecimientos y radier; para el montaje de paneles son tres días, la estructura de techumbre tres días, y los 5 días restantes para tabiquerías interiores y terminaciones. Lo anterior, en base a una dotación de 5 personas. [www.cbb.cl](http://www.cbb.cl)

■ **VIVIENDAS BICENTENARIO SUDPANEL:** Empresa que entrega soluciones constructivas en diferentes frentes de trabajo. Destaca su sistema de vivienda SIP, (desde

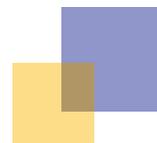


GENTILEZA SUDPANEL

31 y 69 m<sup>2</sup>), compuesto por dos capas de OSB (Oriented Strand Board, bajo la garantía de los productos LP) en espesores de 9,5 y 11,1 mm para muros perimetrales e interiores, y un alma de poliestireno expandido de densidad 15 kg/m<sup>3</sup> a 20 kg/m<sup>3</sup>, encargado de entregar las cualidades térmicas. El poliestireno EPS (Expanded Polystyrene Solution) forma parte del universo de materiales aislantes térmicos que tienen muy baja conductividad térmica. Las dimensiones de los paneles se desarrollan entre 1.220 mm en el ancho y 2.440 mm en el largo. Concibiendo también dimensiones de hasta 4.880 mm

de largo para soluciones especiales. [www.sudpanel.cl](http://www.sudpanel.cl); [www.lpchile.cl](http://www.lpchile.cl)

■ **CASAS ENSAMBLE PROJECT:** Se trata de un sistema constructivo en base a una nueva arquitectura modular, creada y desarrollada 100% en Chile, comercializado por la empresa Ensamble Project. Son paneles prefabricados de estructura de acero galvanizado liviano que se conectan entre sí mediante uniones especiales que permiten su armado y desarme en multiplicidad de ocasiones con alta resistencia estructural. El sistema contempla desde fábrica todas las redes de



La tecnología de las casas Sudpanel destaca por su sistema de vivienda SIP, compuesto por dos capas de OSB para muros perimetrales e interiores, y un alma de poliestireno expandido que le otorga las cualidades térmicas.



## Para que el Construir no sea una Aventura

[www.canadianhomes.cl](http://www.canadianhomes.cl)



FONOS  
209 0299  
205 9882



**CALIDAD · DISEÑO · ESTILO**



GENTILEZA ENSAMBLE PROJECT

1

electricidad y agua que se conectan de forma simultánea para el funcionamiento inmediato del edificio una vez armado, como también todos los enchufes y luminarias propias de un proyecto 100% terminado. El sistema permite transportar de 100 a 120 m<sup>2</sup> en un camión rampa convencional de 13 m generando un ahorro de un 75% respecto a los sistemas modulares actuales. [www.ensambleproject.cl](http://www.ensambleproject.cl)

■ **CASAS COVINTEC:** La empresa Covintec dispone del proyecto Casa Lista, de 43,08 m<sup>2</sup>, con la posibilidad de ampliación a 17 m<sup>2</sup> y una opción de 53,03 m cuadrados. La base es un sistema modular de paneles con los cuales, a través de un proceso de armado y estucado, se obtiene análogamente un muro de hormigón armado, donde éste es reemplazado por estuco y la enfierradura por una estructura tridimensional de alambre galvanizado calibre #14, electrosoldado en cada punto de contacto. Son las armaduras verticales denominadas escalerillas la principal característica de la conformación estructural del panel Covintec. Ésta estructura confina un alma de poliestireno expandido de densidad mínima de 10 kg/m<sup>3</sup> aportando propiedades térmicas al muro. La tecnología se utiliza tanto en muros exteriores como interiores, cubiertas planas o inclinadas, muros curvos, ar-



GENTILEZA COVINTEC

2

cos, ventanas de medio punto, bow windows, entre otras. El panel posee propiedades antisísmicas por su composición estructural esteométrica, lo que impide que se vea afectado por la presencia de sismos o constantes vibraciones, siendo probado y certificado en países de huracanes como México, Esta-



1. El sistema constructivo de Ensamble Project tiene la particularidad de acoplarse por medio de uniones estructurales de acero y combinar al mismo tiempo las uniones para las conexiones de redes eléctricas, agua y alcantarillado ya precanalizadas e incorporadas.
2. Gracias a su bajo peso y formato, el panel Covintec puede ser utilizado en construcciones en zonas de difícil acceso, permitiendo realizar obras en todo tipo de terreno, muros de carga, losas o simples recintos.

dos Unidos, Puerto Rico, Costa Rica y Panamá. En 20 días la vivienda está terminada. Debe ser emplazada sobre un radier y sobrecimiento que permita el anclaje con una horquilla de fierros de 8 mm que se utilizarán como fijación y unión del panel a la base. [www.covintec.cl](http://www.covintec.cl)

### OFERTA EXTRANJERA

La licitación del Minvu también ha hecho eco en los más diversos países del globo. Es así como existe una amplia oferta de viviendas con tecnología proveniente de otras latitudes.

■ **CASAS VIVINDU:** Traídas desde Argentina, estas tipologías de casas son bastante más vanguardistas en lo que a diseño y amplitud se refiere. Hay tres modelos, una de 94 y dos de 105 m cuadrados. Entre sus componentes, las casas están construidas en base a estructura metálica sismorresistente, con tratamiento galvanizado, cerramiento vertical con estructura metálica en paneles sándwich rellenos de poliuretano, con chapa galvanizada exterior e interior en placa de yeso de 12,5 mm de espesor o melanina símil madera de 3 mm de espesor. Incluye la instalación de agua fría y caliente con termo fusión, la instalación para calefacción por radiadores en termo fusión (no incluye caldera ni radiadores),

## CERTIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS

Al cierre de esta edición, de las 80 empresas que han postulado a la licitación del Ministerio de Vivienda, 25 aprobaron el proceso de certificación de calidad aplicado por la División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional (DITEC) del Minvu, y el resto se encuentra en los trámites de evaluación que duran cerca de un mes y medio. Los modelos de casas industrializadas, tanto de Chile como del extranjero, fluctúan entre los 31 y 69 m<sup>2</sup> –ampliables–, son de madera, tecnopanel, ferrocemento, hormigón y metal. El proceso de instalación demora entre dos días y una semana, y algunas empresas producen hasta 1.500 viviendas en un mes. Además de Chile, Alemania, Argentina, Austria, Canadá, China, Colombia, Ecuador, Panamá, Turquía, Uruguay, y Estados Unidos, han presentado propuestas de casas. Para construir, las empresas deben aprobar previamente las exigencias antisísmicas, térmicas, acústicas y contra incendio.

[www.minvu.cl](http://www.minvu.cl)

Dos modelos de casas es la oferta de Vivindu de Argentina. Todas construidas en base a estructura metálica y tratamiento galvanizado, entre otros aspectos.



GENTILEZA MINVU

instalación de gas con caño epóxico (no incluye artefacto de gas), y la instalación eléctrica, cañerías y cableado (no incluye artefactos de iluminación). Se aplica pintura en látex en interior, esmalte sintético en carpintería metálica y barniz sobre madera. <http://vivindu.blogspot.com/>

La reconstrucción está en marcha y las viviendas industrializadas son las protagonistas. Calidad y eficiencia se unen para levantar Chile. ■

#### ARTÍCULOS RELACIONADOS

- "Viviendas en Robinson Crusoe. Casas en la isla". Revista BIT N° 65, Marzo de 2009, pág. 80.
- "Reconstrucción a un año del terremoto. Tocopilla se levanta". Revista BIT N° 64, Enero de 2009, pág. 44.
- "Construcción industrializada en madera. Sistema de viviendas modulares". Revista BIT N° 32, Septiembre de 2003, pág. 44.

#### EN SÍNTESIS

Las viviendas construidas en fábrica han evolucionado y hoy se presentan como una alternativa atractiva para la recons-

trucción. Su gran plus, su proceso certificado de calidad verificado en planta como una fábrica de automóviles y rápida instalación. Las tipologías presentes en el mercado, tanto de Chile como del extranjero, fluctúan entre los 26 y 105 m<sup>2</sup> ampliables, son de madera, tecnopanel, ferrocemento, hormigón y metal. Algunas de ellas incluyen baño equipado, cocina con lavaplatos, conexión a la red de agua, alcantarillado y electricidad.

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

BIT 73 JULIO 2010 ■ 83

# Arauco Soluciones Sostenibles

## Ahora presenta 5 modelos de viviendas para la autoconstrucción.



Planos de arquitectura



Lista de materiales



Información para construir



Arauco Soluciones, la más completa variedad de productos e información técnica para que sus proyectos de construcción y mueblería sean eficientes, de calidad y amigables con el medio ambiente.

Visítenos e inscribese en:

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



**ARAUCO.**  
Sembremos Futuro

## NUEVOS PRODUCTOS Y SERVICIOS

# EXPOMIN 2010

- Entre el 12 y el 16 de abril, nuestro país se convirtió en el centro mundial de la minería. En 65 mil m<sup>2</sup>, la 11ª edición de Expomin reunió a 1.200 empresas de 36 países, las que presentaron las últimas tecnologías en maquinarias, productos y servicios.
- A continuación, sólo una muestra de lo expuesto. Y atención, porque muchas también se aplican a la construcción.

DANIELA MALDONADO P.  
PERIODISTA REVISTA BIT

### CAMIÓN IMPONENTE

Una empresa alemana presentó al sucesor del que aseguran es el camión más grande del mundo. Su peso en vacío es de 236 toneladas métricas, capaz de soportar una carga útil de hasta 363 toneladas métricas. Está equipado con un chasis con un mayor porcentaje de elementos fundidos que reemplazan varios puntos de soldaduras que tenía su antecesor, además tiene una nueva caja de ejes, un sistema de control eléctrico propio y una cabina diseñada ergonómicamente. A esto se suma, dice su proveedor, que tiene un mayor rendimiento y ofrece mejoras que permiten alcanzar mayores productividades con un menor costo.

➤ **INFORMACIÓN:**

Camión T 282 C, [www.liebherr.com](http://www.liebherr.com)



### TRITURADORA

Adelantando el lanzamiento oficial que se dio en la Bauma 2010, una empresa exhibió una maquinaria que está basada en el chasis de una trituradora de mandíbulas sobre orugas y que ha sido desarrollada especialmente para el reciclaje de materiales de construcción en las zonas de trabajo. La trituradora se caracteriza, dice su proveedor, por su movilidad, productividad, facilidad de transporte y mínimo impacto ambiental, por lo que también se puede utilizar en pequeñas canteras, en industrias de áridos y demolición.

➤ **INFORMACIÓN:**

Trituradora QI240,  
[www.sandvik.com](http://www.sandvik.com)



### NEUMÁTICO PARA DURAS CONDICIONES

Se presentó un nuevo neumático diseñado especialmente para trabajo en cargadores frontales operando en arena, faenas mineras, pedreras y forestales. El producto tiene una durabilidad de un 10% más que el modelo anterior de la misma línea, además tiene un desempeño de tracción que reduce la resistencia al rodaje y, por tanto, disminuye el consumo de combustible. Su escultura aumenta la motricidad y auto-limpieza reduciendo las pérdidas de adherencia, por otra parte disminuye las vibraciones provocadas por las operaciones que pueden dañar los componentes mecánicos de los equipos, reduciendo las oscilaciones provocadas por la carga, explicó su proveedor.

➤ **INFORMACIÓN:**

Neumático XHA2, [www.michelin.cl](http://www.michelin.cl)



## SISTEMA DE PROYECCIÓN DE HORMIGÓN

Se presentó una nueva generación en equipos para proyectado de hormigón en túneles y minas de sección baja. Se trata de un robot de shotcrete que incluye un agitador y un vibrador en la parrilla, además es capaz de bombear y proyectar fibras de acero y polímeros. El equipo incluye un compresor de tornillo integrado en el chasis lo que confiere una alta movilidad además de tener la posibilidad de trabajar autónomamente. Esto es posible por el desarrollo del concepto "chasis inteligente" que, desde una plataforma base estándar, permite diferentes tipos de configuraciones en función de la necesidad del cliente, explicó su proveedor.

+ INFORMACIÓN: SPM 4207, [www.putzmeister.es/shotcrete](http://www.putzmeister.es/shotcrete)



## GRÚA TODO TERRENO

Se exhibió una grúa de seis ejes, la que según su proveedor, es la más potente del mundo. La grúa tiene una capacidad máxima de 400 toneladas, una longitud máxima de pluma de 60 m, una extensión de pluma de 12 a 79 m y una altura máxima de la punta de 136 metros. Un accesorio le entrega una capacidad superior de elevación, además tiene un sistema patentado de aparejos que se monta en el chasis y se conecta a la pluma, lo que elimina la necesidad de disponer de una grúa auxiliar para el armado. Con su accesorio extendido, la grúa, dice su proveedor, ofrece capacidades de elevación 35% mayores que las de grúas similares.

+ INFORMACIÓN:

GMK 6400 y Mega Wing Lift, [www.manitowoccranes.com](http://www.manitowoccranes.com)

## CHASIS DE ALTA CAPACIDAD

Se presentó un nuevo chasis para tolva de configuración 10X4. El chasis tiene 5 ejes y puede cargar hasta 66 toneladas, incluida la tara. Su último eje trasero direccional le permite tener un excelente radio de giro a pesar de los 9,40 m de largo, destaca su proveedor.

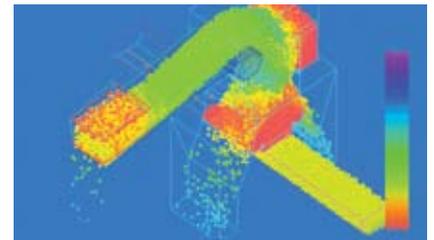
+ INFORMACIÓN: G 420 B10x4, [www.scania.cl](http://www.scania.cl)



## PERNO AUTOPERFORANTE

Se exhibió un perno autoperforante, que según lo demostrado, dice su proveedor, provee mayores condiciones de seguridad y eficiencia en su aplicación. Mediante un proceso de inyección, éste se incorpora como una barra de perforación de hilo continuo sobre su longitud y puede anclarse a la roca mejorando las condiciones de la geología. El perno puede adecuarse a las condiciones específicas de cada caso.

+ INFORMACIÓN: Perno Autoperforante IBO/ IBI DSI, [www.dwidag-systems.com](http://www.dwidag-systems.com)



## SERVICIO PARA EL TRANSPORTE DE MATERIALES

Una empresa con más de 35 años de experiencia en sistemas de manejo de materiales, presentó su nueva área de servicios "Soluciones en Terreno", la que cuenta con recursos técnicos de vanguardia en materia de modelamiento 3D y diferentes sistemas de diseño por elementos discretos, con los que se logran correcciones concretas y soluciones efectivas. Esto se realiza a través de la simulación tridimensional del comportamiento del material al interior de un equipo, incluyendo las condiciones reales de operación. El servicio incluye visitas de diagnóstico para determinar las fallas operacionales y luego entregar planes de mejoras interdisciplinarias.

+ INFORMACIÓN: Soluciones en terreno, [www.stmcorp.cl](http://www.stmcorp.cl)

BIT 73 JULIO 2010 ■ 85

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.



Biarritz 1953 - Providencia  
Fono: 204 7543 Fax: 225 1608  
Email: [tierrareforzada@tierrareforzada.cl](mailto:tierrareforzada@tierrareforzada.cl)  
[www.tierrareforzada.cl](http://www.tierrareforzada.cl)

Dentro del sector industrial y comercial, hoy en día somos una empresa eficiente y eficaz, debido a la ventaja competitiva que tenemos:

**La especialización en el suministro y montaje de cubiertas, revestimientos e impermeabilización, con proyectos en Chile, Perú y Argentina.**

## Nuestros productos



AC-3

**(Panel trapezoidal de 3 nervios)**

Disponibilidad : Acero Zincalum y acero prepintado  
Espesor : 0,6 y 0,8 mm.  
Ancho Útil : 950 mm.  
Largos : A pedido previa confirmación  
Usos : Cubierta (Sistema Deck)



AC-6

**(Panel trapezoidal de 6 nervios)**

Disponibilidad : Acero Zincalum y acero prepintado  
Espesor : 0,4 - 0,5 y 0,6 mm.  
Ancho Útil : 910 mm.  
Largos : A pedido previa confirmación  
Usos : Cubiertas y Revestimientos (Recto y curvo)



AC-4

**(Panel trapezoidal de 4 nervios)**

Disponibilidad : Acero Zincalum y acero prepintado  
Espesor : 0,4 - 0,5 y 0,6 mm.  
Ancho Útil : 1000 mm.  
Largos : A pedido previa confirmación  
Usos : Cubiertas y Revestimientos (Recto y curvo)



AC-1000

**(Panel trapezoidal de 6 nervios)**

Disponibilidad : Acero Zincalum y acero prepintado  
Espesor : 0,4 - 0,5 y 0,6 mm.  
Ancho Útil : 1000 mm.  
Largos : A pedido previa confirmación  
Usos : Cubiertas y Revestimientos (Recto y curvo)



AC-18

**(Panel emballetado)**

Disponibilidad : Acero Zincalum y prepintado  
Espesor : 0,4 - 0,5 y 0,6 mm.  
Ancho Útil : 457 mm.  
Largos : A pedidos y largos continuos  
Usos : Cubiertas



PC-3

**Placa Colaborante**

Disponibilidad : Acero galvanizado G90  
Espesor : 0,8 mm.  
Ancho Útil : 950 mm.  
Largos : A pedidos previa confirmación  
Usos : Losas de hormigón



AC-880

**(Panel trapezoidal de 3 nervios)**

Disponibilidad : Acero Zincalum y acero prepintado  
Espesor : 0,5 y 0,6 mm.  
Ancho Útil : 880 mm.  
Largos : A pedido previa confirmación  
Usos : Cubierta y sistema Deck, revestimientos.



PC-6

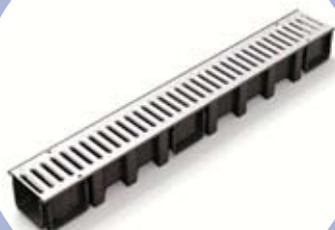
**Placa Colaborante**

Disponibilidad : Acero galvanizado G90  
Espesor : 0,8 mm.  
Ancho Útil : 910 mm.  
Largos : A pedidos previa confirmación  
Usos : Losas de hormigón

## CANALETAS PARA PISO

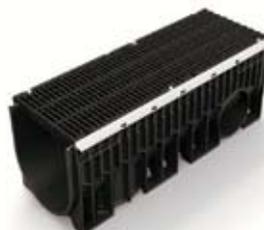
### Tráfico Peatonal

- Plazas
- Colegios
- Boulevards
- Terrazas



### Tráfico Pesado

- Centros de distribución
- Minería
- Maquinaria
- Autopistas



### Tráfico Vehicular

- Entradas de viviendas
- Industria
- Locales comerciales
- Estacionamientos particulares



### Altura Reducida

- Especialmente diseñadas para bordes de piscina



\* Rejillas disponibles en PVC, acero galvanizado, fierro fundido y acero inoxidable  
\* Fabricado de acuerdo a la norma europea EN 1433

## CUBOS DREN

- **Sistema de drenaje de aguas lluvias**, que reemplaza a los bolones tradicionales.
- La **mayor capacidad de acumulación de agua**, permite instalaciones más pequeñas y acotadas.
- Fabricado en polipropileno reciclado, con **capacidad de carga vertical de 40 T/m2**. Sistema modular que no requiere armado previo.
- **Aplicaciones en zanjas de drenajes, parques, jardines, autopistas, estadios, obras civiles, obras de edificación**, entre otros.
- **Sistema único de ensamblaje**, que hace más eficiente el transporte y bodegaje



Productos al servicio de grandes proyectos

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





## SISTEMAS DE RESISTENCIA AL FUEGO

# TOMANDO MEDIDAS

■ Se analiza el comportamiento de resistencia al fuego de las placas de fibrocemento y de las pinturas intumescentes. Si bien ambos son elementos de protección pasiva, las pinturas contienen un ingrediente adicional: reaccionan ante una determinada temperatura.

■ En ambos casos, el resultado final pasa por la correcta aplicación en obra. También existen normativas de inspección. Hay que tomar medidas.

**HAY QUE PROTEGER** las estructuras. Los factores de riesgo en incendios de casas, edificios e industrias dependen de múltiples factores como diseño, materiales de construcción, uso de la instalación, carga combustible y sistemas de protección, entre otros. Por ello, hay que detener el avance del incendio o demorar, lo que más se pueda, su propagación.

A medida que el siniestro avanza, las estructuras pierden resistencia. Para aislar un edificio de la acción del fuego, se puede aplicar la protección pasiva, que se basa en elementos de construcción que por sus condiciones físicas aíslan la estructura de los efectos del fuego durante un determinado lapso de tiempo, retardando su acción y permitiendo la evacuación de sus ocupantes antes del eventual colapso de la estructura y

dando, además, tiempo para la llegada y acción de bomberos.

En este artículo analizamos la resistencia y comportamiento al fuego, así como la correcta instalación e inspección, de las placas de fibrocemento y las pinturas intumescentes. Es importante destacar que en el caso de las placas de fibrocemento o fibrosilicato, se definen como un material que asociado a una solución constructiva pueden soportar los efectos de un incendio sin perder integridad y actuando como un elemento de compartimentación con resistencias al fuego que van desde F15 hasta F180, según las exigencias y clasificación indicadas en la OGUC. Mientras que las pinturas intumescentes tienen como función la protección de estructuras metálicas contra el fuego, gracias a su efecto intumescente, actuando como una capa que disminuye el traspaso térmico. Se deben tomar medidas.

PAULA CHAPPLE C.  
PERIODISTA REVISTA BIT



GENTILEZA PIZARREÑO

**Placa de fibrocemento Permanit, configuración que ha sido ensayada en el laboratorio de IDIEM.**



**COLOCACIÓN INICIAL**

**CORRECTA INSTALACIÓN DE PLACAS DE FIBROCEMENTO**

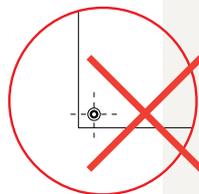
1. Para iniciar la colocación de cada placa, se cuelga ésta en forma provisoria con dos fijaciones desde el borde superior, de tal manera que tome su posición definitiva.
2. Luego se colocan las fijaciones desde el centro de la placa hacia los bordes. Esto es vital para evitar las fisuraciones en el material y que el fuego traspase la placa.

**PLACAS DE FIBROCEMENTO**

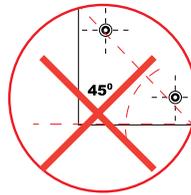
Las placas de fibrocemento están constituidas por una mezcla homogénea de cemento, refuerzos orgánicos y otros componentes naturales. "Esta formulación, en adición con un proceso de producción de alta tecnología, basado en fraguado por autoclave, permite obtener un producto que alcanza un adecuado nivel de estabilidad y resistencia mecánica", señala Cecilia Larraín, jefe técnico comercial de Sociedad Industrial Pizarreño.

Su principal característica es la alta resistencia a la humedad, la cual se deduce de los indicadores y ensayos de acuerdo a la norma NCh186-6. Esta propiedad le permite trabajar con soluciones constructivas en ambientes cerrados y abiertos sin ningún problema en el uso de las distintas líneas de revestimientos constructivos y arquitectónicos. Calidad vital si se evalúa su desempeño frente al fuego. "Este material no pierde masa sólida (no se desgrana) durante un incendio. Sólo se generan fisuras luego de transcurrido un tiempo considerable (el que depende del espesor de la placa), lo que motiva un aumento de la transmisión térmica", comenta Larraín.

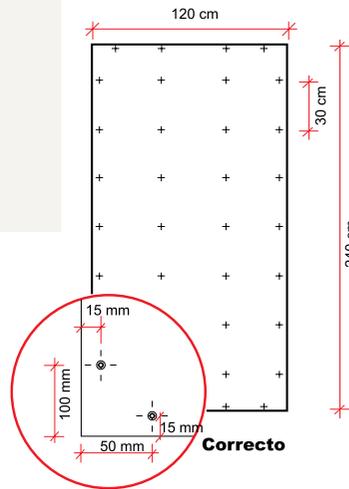
La empresa dispone de una amplia gama de soluciones ensayadas (más de 60) en base



**Incorrecto**



**Incorrecto**



**Correcto**

Las fijaciones deberán quedar separadas entre sí a una distancia máxima de 30 cm y máximo de 60 cm en el caso de altos espesores (10, 12, 15 mm)

a estructuración metálica o madera y revestida con placas de distintos espesores (6,8,10,12,15 y 20 milímetros). Estos ensayos se han realizados en el IDIEM de la Universidad de Chile bajo la norma NCh 935/1 of. 97: "Prevención de Incendio en Edificios – Ensayo de resistencia al fuego - Parte 1: Elementos de construcción en general", lográndose resultados desde F15 hasta F120 con diversas

configuraciones de placas de fibrocemento como Permanit, Internit, Eterplac, entre otras. "En general, los ensayos realizados en muros y tabiques, demuestran que la resistencia al fuego en elementos constructivos que poseen placas de fibrocemento queda determinada por el criterio de transmisión térmica al lado no expuesto al fuego (200 °C aproximadamente) y no por el criterio de pérdida de inte-



**Morteros de Reparaciones Presec**

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



FONO ASESORIA REPARACIONES  
**490 9000**  
presec@melon.cl  
Horario de atención: Lunes a Viernes de 8:30 a 18:30 hrs.



www.melon.cl

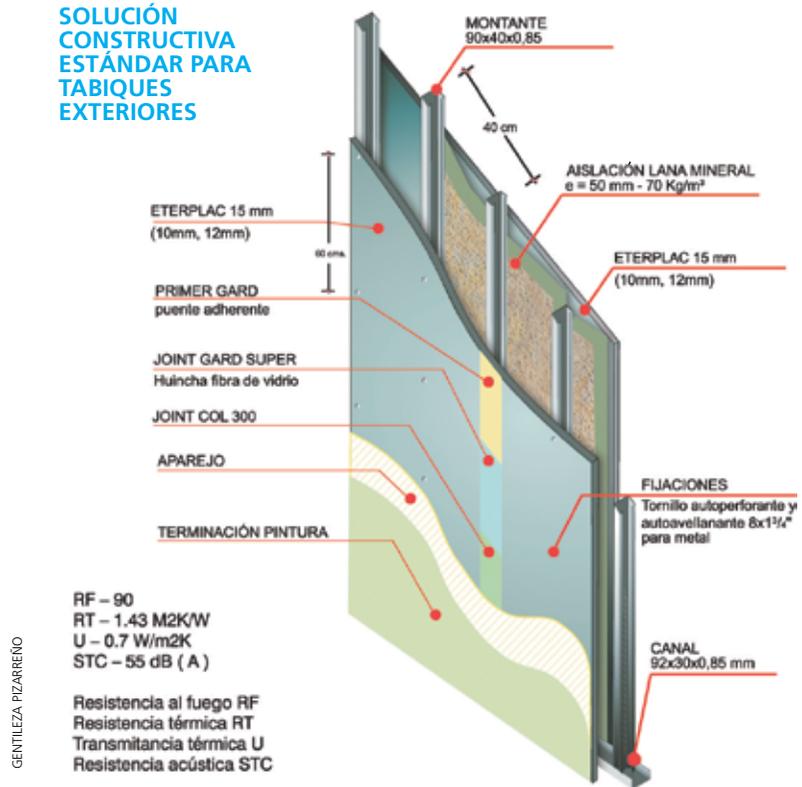
Para mayor información técnica de nuestros productos, contactarse al: Fono: 490 9000 · Email: presec@melon.cl

## MÁS NORMATIVAS

LA NORMA CHILENA NCh 935/1 of.97, establece el procedimiento para determinar la resistencia al fuego de las pinturas intumescentes sólo para estructuras metálicas y no para otras como la madera, donde la resistencia al fuego se logra con grandes escuadrías o revistiéndola con productos minerales, como las placas de fibrocemento.

Así, las diferentes resistencias al fuego las establece la Ordenanza de Urbanismo y Construcciones (OGUC), dependiendo de la funcionalidad del edificio; donde la norma NCh 935 sólo establece la forma de medirla; no los valores, que son inherentes a cada pintura, dependiendo de los espesores aplicados sobre la estructura de acero de una masividad determinada.

## SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA ESTÁNDAR PARA TABIQUES EXTERIORES



## PINTURA INTUMESCENTE

1. Iniciando el proceso de quemado hasta F-60.
2. Pintura intumescente 60 minutos alcanzando 500° C-F-60. Se observa el hinchamiento de la película.

gridad, lo que implica que el material mantiene una resistencia mecánica importante”, prosigue Larraín.

“Este tipo de placas tienen una mayor resistencia a la degradación por incendios. Además, es difícil que se caigan y, constructivamente, también se ocupan en exteriores porque cuentan con un mejor comportamiento frente al agua, deformándose menos”, agrega Rodrigo Aravena, ingeniero de proyectos del Área de Ingeniería de Protección contra el fuego de DICTUC.

Respecto a su instalación, es importante respetar en obra su configuración. “Se deberá tener en cuenta el distanciamiento y posición de las fijaciones, la unión entre placas para evitar fisuraciones involuntarias en el material”, añade Cecilia Larraín.

## PINTURAS INTUMESCENTES

Las pinturas intumescentes se fabrican en base acuosa, orientadas a recintos cerrados (interiores), y en base solvente para ser usadas en recintos abiertos (exteriores). Fueron desarrolladas para retardar el tiempo de colapso de una estructura metálica de un edificio durante un incendio, y así salvar vidas. El calor generado durante un siniestro calienta la estructura metálica; cuando ella alcanza  $\pm 500^\circ\text{C}$ , ingresa a lo que se llama temperatura de “cadencia”, donde el acero comienza a perder sus propiedades mecánicas, colapsándose cuando sobrepasa los  $700^\circ\text{C}$ . Cuando el acero se aproxima a la temperatura de  $\pm 250^\circ\text{C}$ , la película de pintura comienza a hincharse (intumescer), ge-

nerando una capa de espuma mayor a los 10 mm, que lo aísla del calor, retardando el tiempo que demora en alcanzar la temperatura de  $500^\circ\text{C}$ .

“La pintura intumescente, en condiciones de alta temperatura, tiene una reacción química que hace que se expanda, y esa expansión genera una capa carbónica que actúa como un aislante térmico”, señala Pedro Ávila, subgerente de asesoría técnica de Pinturas Chilcorrofin. Al expandirse, genera una aislación térmica sobre el elemento, evitando que el incendio ingrese al elemento de construcción.

Ahora bien. “Un producto por sí mismo no es F30 o más, y eso aplica también para las pinturas intumescentes. Lo que sí se emplea es que una pintura intumescente cualquiera, alcanza una clasificación F90 en determinada

aplicación. Entonces, hay dos factores a considerar: el primero es que el grado de protección de una estructura depende de la cantidad de pintura que se ocupe. El segundo factor es que no necesariamente lo que se protege son estructuras iguales, debido a que cada una de ellas posee una característica intrínseca llamada masividad", expresa Rodrigo Aravena. "La masividad es la relación que existe entre el perímetro expuesto al fuego del perfil y su sección transversal. Así, a menor masividad, mayor resistencia al fuego, a menor perímetro expuesto al fuego, mayor resistencia y a mayor masa del perfil o mayor sección transversal del perfil, mayor resistencia al fuego. En otras palabras, para lograr 30 minutos de resistencia al fuego, un perfil más grueso requiere menos protección que un perfil delgado.

### INSPECCIÓN Y PRUEBAS EN TERRENO

Como toda aplicación en obra, las pinturas intumescentes no escapan a los controles. En ellas existe una larga cadena de involucrados,

lo que incide en el producto y el resultado final. En la norma NCh-3040.of. 2007, "Prevención de Incendios - Pinturas Intumescentes aplicadas en elementos estructurales de acero-Inspección", se señalan dos pruebas (entre varias más) que deben hacerse en terreno para medir la intumescencia del producto. La primera: "El inspector debe verificar la intumescencia aplicando una llama directa por un período de tres minutos. Se considera aceptada la prueba en el punto en que se produce intumescencia", señala Ávila. La segunda: El ácido clorhídrico. "El inspector debe verificar la formulación de la pintura intumescente con ácido clorhídrico, este ensayo se realiza luego de 48 horas de aplicada la pintura intumescente, y se considera aceptada la prueba en el punto cuando no se produce reacción", continúa Ávila. Por ejemplo, si se tiene pintado un muro, lo que indica la norma es que se debe raspar, se sacan tres gramos de polvo y se aplica ácido clorhídrico. Si ebulle, si hay reacción, significa que la pintura está adulterada, ya que el ácido está reaccionando ante compuestos calcáreos, que no son compo-

nentes de las pinturas intumescentes", revela Pedro Ávila.

Se deben proteger las estructuras de la acción del fuego. No sólo con los materiales adecuados, sino también con una rigurosa inspección en terreno. Hay que tomar medidas. ■

[www.dictuc.cl](http://www.dictuc.cl); [www.pizarreno.cl](http://www.pizarreno.cl);  
[www.chilcorrofin.cl](http://www.chilcorrofin.cl)

### ARTÍCULOS RELACIONADOS

- "Sistemas constructivos y su resistencia al fuego. Altas temperaturas". Revista BiT N° 71, Marzo de 2010, pág. 40.
- "Las exigencias. Pinturas Intumescentes". Revista BiT N° 62, Septiembre de 2008, pág. 54.
- "Planchas planas de fibrocemento. Más valor agregado". Revista BiT N° 41, Marzo de 2005, pág. 34.

### ■ EN SÍNTESIS

**Hay que proteger las estructuras. Un método es aplicar sistemas de protección pasiva, de manera de aislar la estructura durante un determinado lapso de tiempo. Se analizan dos sistemas pasivos, las placas de fibrocemento y las pinturas intumescentes. También hay temas normativos de inspección. Hay que tomar medidas.**

**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](http://www.terratest.cl)

**PILOTES TERRATEST**



**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, Educativos, Infraestructura Vial.*



Proyecto Costanera Center, RM.



Estaciones de Metro, RM.



Gran Casino de Copiapó.



Hotel Explora, Torres del Paine.



Estadio Chinquihue, Puerto Montt.



Clínica Las Condes.

*Nuestros Servicios:  
 Construcción de Obras Civiles • Infraestructura • Proyectos EPC*



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



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



*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

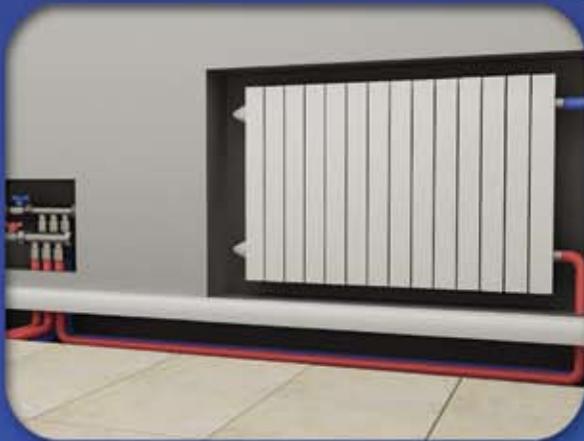
**[www.sack.cl](http://www.sack.cl)**

**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.



# Tigre Pex



## Calefacción por Radiadores

### Monocapa | PE-Xb

- Liviano: facilita transporte, almacenaje e instalación
- Presentación en Bobinas: permite instalación de grandes tramos sin conexiones
- Menor pérdida de material: permiten ser cortados en cualquier tamaño
- Reducción de conexiones: debido a su flexibilidad las conexiones pueden ser eliminadas para los cambios de dirección
- Alta resistencia química y corrosión: soporta aguas acidas y alcalinas
- Pureza y Atoxicidad: no transmite gusto u olor al agua



## Piso Radiante

### Multicapa | Pex-Al-Pex

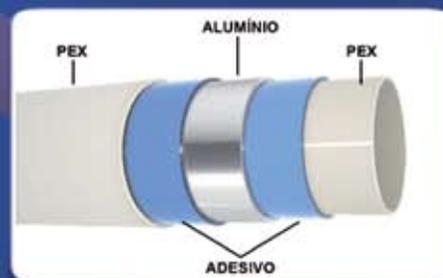
Presentando las mismas características del Monocapa más dos adicionales:

- Barrera de Oxígeno: proporcionada por su capa de aluminio, impidiendo la corrosión de los elementos metálicos del sistema
- Forma estable: gracias a su alma de aluminio mantiene la forma una vez dada

PRÓXIMO LANZAMIENTO



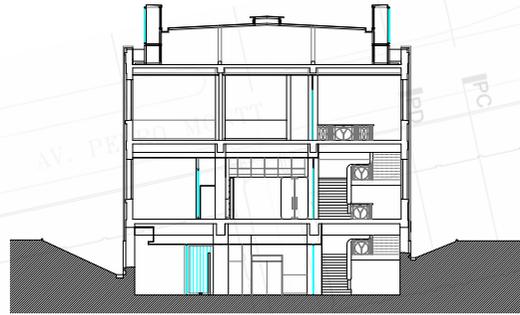
## Distribución de Agua Fría y Caliente



**PROYECTO  
FUTURO**

**NUEVO EDIFICIO  
DE CHILEVISIÓN**

# CAMBIO DE CANAL



■ Luego de 20 años de abandono, la ex fábrica textil Machasa, será convertida en una estación televisiva. Sí, Chilevisión cambia de canal y se muda a esta antigua industria de 55 mil metros cuadrados. ■ La idea es conservar la mayor cantidad de estructuras y ornamentación originales, las que se combinarán con modernas instalaciones. Las obras ya comenzaron.

CATALINA CARO C.  
PERIODISTA REVISTA BIT



GENTILEZA ELTON + LÉNIZ ARQUITECTOS ASOCIADOS

## FICHA TÉCNICA

### NUEVO EDIFICIO PARA CHILEVISIÓN

- MANDANTE:** Chilevisión
- UBICACIÓN:** Av. Pedro Montt 2354
- SUPERFICIE:** 55 mil m<sup>2</sup>
- COSTO DEL PROYECTO:** 400 mil UF
- ARQUITECTOS:** Elton + Léniz Arquitectos Asociados
- CONSTRUCTORA:** Inarco
- I.T.O.:** Consultoría e Inspección Técnica Juan Eduardo Mujica
- DEMOLICIONES:** Flesan
- CLIMATIZACIÓN:** Master Clima
- FECHA ENTREGA:** Marzo 2011



**HAY QUE MIRAR A LA CÁMARA**, el programa está por comenzar. La producción aumenta la velocidad porque la estación televisiva Chilevisión se trasladará en 2011 a un nuevo edificio. Los 15 mil metros cuadrados con los que actualmente cuenta en Inés Matte Urrejola 0890, en la comuna de Providencia, ya no son suficientes. Con camaras y petacas se instalará en los 55 mil m<sup>2</sup> correspondientes al edificio que pertenecía a las textiles Yarur y Machasa, ubicada en Av. Pedro Montt 2354, en el límite sur de la comuna de Santiago.

A cargo de la oficina de arquitectos Elton + Léniz, el proyecto contempla un imponente edificio "Presidencial" donde se ubicarán las oficinas del directorio, gerencia y área comercial del canal. Además, habrá otro denominado "Industrial" que albergará el área de producción, los departamentos de prensa y los nueve estudios de televisión. A esto se





**El boulevard central del edificio industrial mantendrá la pilarización original de la estructura, sin embargo, algunos sectores se demolieron para dar paso a los estudios de televisión.**

suma un boulevard central; un área de servicio; un casino y un patio de acceso para el público que asiste a los programas. Un dato clave: Tanto el edificio Presidencial como el Industrial corresponden a la estructura original de Machasa, la que será reacondicionada para el nuevo Chilevisión. Hay espacio para todo. Además habrá 200 estacionamientos y sectores para arriendo (ver diagrama). Las demoliciones de instalaciones no consideradas en el nuevo proyecto terminaron en marzo,

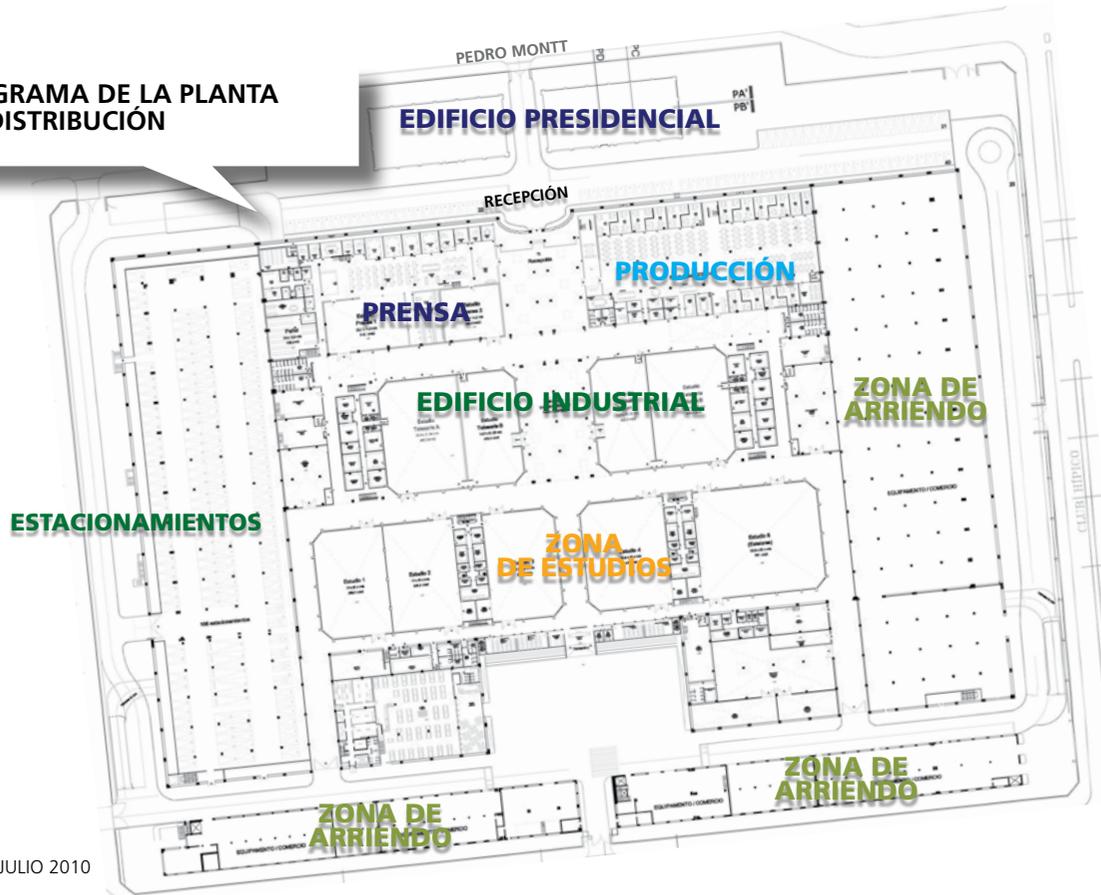
dando inicio a la construcción a cargo de la empresa Inarco. Los desafíos no son pocos.

**LOS DESAFÍOS**

Una de las primeras dificultades que surgieron se centró en cómo incluir en el antiguo edificio textil constituido por una estructura básica de pilares y losas de hormigón, los sistemas eléctricos y tecnológicos que requiere un canal de televisión. La solución, explica el arquitecto Mauricio Léniz, pasó por construir

un nuevo volumen que se convertirá en un piso técnico que se instalará sobre los edificios Presidencial e Industrial –ambos parte del complejo industrial pero separados por una calle interior– apoyándose sobre la losa de hormigón actual que cubre ambas estructuras, evitando la utilización de cielos falsos. Este nuevo volumen contará con una estructura de acero, de 2,20 m de altura, ubicada a 6,60 m de elevación, dando una altura total al edificio Industrial de casi nueve metros

**DIAGRAMA DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN**



en las partes más bajas, el que aumentará con antenas parabólicas sobre el piso técnico. Esta altura será aún mayor en el edificio Presidencial que cuenta con dos pisos, además de un subterráneo. En su fachada, este nuevo volumen técnico será de vidrio retroiluminado otorgándole una coronación moderna a la ex fábrica, que mantendrá prácticamente intacta su fachada original de hormigón.

Otro reto importante está en la distribución de los nueve estudios de televisión, ubicados en el edificio industrial. La fábrica textil presentaba pilares de hormigón cada 8 metros de distancia y se debía satisfacer la necesidad de amplios espacios libres. Para solucionar este inconveniente se tuvieron que demoler algunas losas y los respectivos pilares que las sostenían para dar paso a dos enormes estudios del área dramática (de 1.200 m<sup>2</sup> cada uno) y de estelares, los que tendrán 13 m de altura. Así, se podrá instalar la parrilla de iluminación a 8,50 metros, detalla Jaime Villarroel, de la Consultoría de Juan Eduardo Mujica, inspector técnico de la obra (ITO). Villarroel asegura que esto no afecta la resistencia del resto del edificio en

que se mantuvo prácticamente la totalidad de la pilarización. Es decir, donde hubo demoliciones se construirán estructuras nuevas y el resto quedará intacto. Pese a que el espacio era necesario, se hizo un gran esfuerzo por demoler lo menos posible, dice Mauricio Léniz. "Dentro de estas áreas lo más icónico de esta propiedad que se va a perder son las chimeneas, ya que por razones de seguridad y normativas será imposible mantenerlas", destaca el profesional.

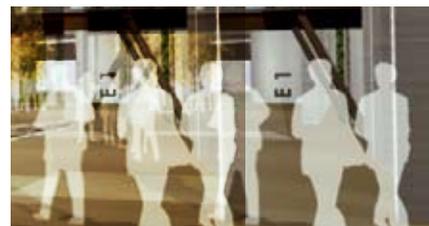
### DOBLE ALTURA

En el edificio Industrial, que cobijará las áreas de prensa y producción, se aprovechará la elevación de 6 m para crear dos niveles de oficinas dentro de la misma altura, de 3 m cada uno. En el centro de estas dos áreas habrá un boulevard central, que será el lugar de encuentro para el personal y que también podría ser usado para algunos programas. Este sector contará con luz cenital, entregada por lucarnas. En el sector sur del boulevard se instalará un puente de hormigón y metal donde se ubicarán tanto los switch como las salas de edición.

Un aspecto destacado es la utilización de

## CLUSTER COMUNICACIONAL

El proyecto no sólo contempla el traslado de Chilevisión a avenida Pedro Montt, pues a futuro se espera poder arrendar los espacios que la estación dejará sin uso en el complejo industrial –en el ala derecha y en la parte posterior– para que sean rehabilitados y arrendados como oficinas y estudios para diversas productoras, medios de comunicación y universidades, con el fin de instalar en el lugar un clúster (ó grupo) de las comunicaciones.



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.  
Rencor, Santiago  
Teléfono: 56 2 3934000  
[www.fleischmann.cl](http://www.fleischmann.cl)

## HISTORIA DEL COMPLEJO INDUSTRIAL

La fábrica textil fue construida en 1935 para instalar la industria textil Yarur Hnos. fundada por el empresario palestino Juan Yarur Lolos. A fines de los años '50 la industria salió de manos de la familia Yarur para transformarse en Machasa (Manufacturera Chilena de Algodón Sociedad Anónima). Finalmente en los años '80 la textil quebró y el edificio quedó abandonado por alrededor de 20 años hasta que en 2007 fue adquirido por Chilevisión. Al cierre de este artículo el canal se encontraba en un proceso de venta.



GENTILEZA ELTON + LENIZ ARQUITECTOS ASOCIADOS



Fachada del edificio industrial, que será reacondicionada sin tener modificaciones.

elementos nuevos, como tabiquerías que se harán utilizando perfiles de vidrio con forma de "U" llamado profilit y que otorga aislamiento térmico, visual y acústico. Además, se incorporan elementos de vidrio pintado y transparente, los que contrastarán con la estructura de hormigón de 25 centímetros de espesor que existe en la ex fábrica. Este sector también tendrá áreas de servicio, camarines, casino y una nueva fachada por el acceso sur que incluirá una plaza con vegetación, que será utilizada para el ingreso del público invitado a los programas de televisión.

## SOLUCIONES ENERGÉTICAS

Con el fin de reducir el fuerte consumo eléctrico que implica un canal de televisión, se utilizará iluminación LED en los espacios comunes, oficinas y al interior de los estudios. En tanto, en las oficinas y lugares de circulación de personas se aprovechará la luz solar, la que ingresará al edificio a través de lucarnas y será complementada con luz artificial en los lugares y horarios que así lo requieran.

En el caso de los subterráneos del edificio Presidencial, éstos serán rehabilitados para oficinas haciendo rebajes de tierra de 1,50 y

2 m con el fin de ampliar las ventanas y darle una mayor luminosidad natural al subterráneo. La vista de éstos también será mejorada con jardines a la altura del rebaje de tierra, el que luego subirá en un ángulo de 45 grados hasta alcanzar la altura de piso.

En cuanto a la climatización, el edificio utilizará el sistema VRV (Volumen Refrigerante Variable), el que será montado por la empresa Master Clima, utilizando equipos LG. Todas estas instalaciones, además de las eléctricas y técnicas, estarán ubicadas en el piso técnico y también viajarán por una galería de túneles subterráneos interconectados con que cuenta el edificio, dando una mayor facilidad a los cambios o reparaciones en caso de fallas. Estos túneles tienen un ancho de 2,40 m y una altura similar (también hay salidas exteriores que son más pequeñas) los que fueron empleados por Machasa para conducir las instalaciones eléctricas y otras propias de una fábrica textil.

## LA RECUPERACIÓN

El proyecto contempla la recuperación de gran cantidad de estructuras y ornamentación existentes en el complejo industrial, es

por ello que en el edificio Presidencial se rescatarán los pisos, escaleras y baños de mármol, así como también los pisos de parquet en algunos sectores de oficinas, además de todos los detalles en bronce de escaleras y marcos de puertas.

El canal también aprovechará una estructura lateral para emplazar 166 estacionamientos, a los que se sumarán los del edificio presidencial y los del área de prensa. "Además se construirá un helipuerto que quedará sobre esta área de estacionamientos", cuenta Jaime Villarroel.

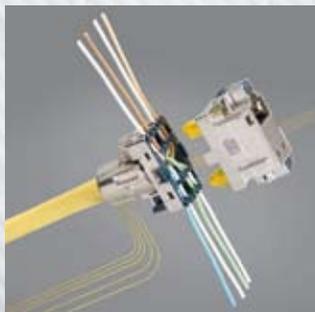
De la estructura existente en Machasa el canal sólo ocupará una porción, dejando temporalmente sin uso, un edificio ubicado en la parte posterior y un sector del Industrial, ambos disponibles para arriendo. Se espera que dentro del segundo trimestre de 2011 Chilevisión se traslade y comience una nueva etapa de su historia dentro de este remodelado complejo industrial. Un cambio de canal. ■

[www.eltonleniz.cl](http://www.eltonleniz.cl); <http://www.inarco.cl>;  
[www.flesan.cl](http://www.flesan.cl); <http://www.masterclima.cl>;  
[www.mujica.cl](http://www.mujica.cl)

## ■ EN SÍNTESIS

**El nuevo edificio de Chilevisión contará con un enorme edificio presidencial, grandes áreas para producción y prensa –las que serán trabajadas con dos niveles de oficinas dentro de la misma altura aprovechando los 6 metros del edificio Machasa–, un boulevard central y una nueva fachada posterior con vegetación para recibir al público asistente a los programas, además de más de 200 estacionamientos. Para resolver la instalación de climatización y otras tecnologías, sin cambiar el aspecto industrial del edificio, el proyecto contempla la construcción de un piso técnico, trabajado como un nuevo volumen sobre la estructura existente.**

## Inyectando innovación a sus proyectos



**Nuevo conector RJ45:** mayor rapidez de conexión y performance garantizado



**Conector RJ45 de seguridad:** solución adecuada para espacios públicos



**Nueva generación de envoltentes:** estética y facilidad de mantenimiento

- ✓ **Alto Performance:** certificados por los laboratorios 3P y ETL
- ✓ **Flexibilidad:** capacidad de adaptarse a todo tipo de proyectos
- ✓ **Facilidad de mantenimiento:** fácil acceso a todo el sistema
- ✓ **Sistemas completos:** en cobre, fibra óptica y envoltentes

Los productos LCS<sup>2</sup> están  
en conformidad con RoHS



■ En medio de un tradicional barrio industrial de la Ciudad Jardín, se emplaza “Reitz”, el Edificio de las Empresas, proyecto que aspira a convertirse en el centro empresarial de la Quinta Región. ■ La obra culminó su ejecución recientemente, pero el camino no estuvo exento de dificultades. El resultado final: una construcción con detalles interesantes de piso a cielo. Un nuevo concepto.

## EDIFICIO DE LAS EMPRESAS EN VIÑA DEL MAR

# UN NUEVO CONCEPTO

CATALINA CARO C.  
PERIODISTA REVISTA BIT

**U**N CAMBIO DE IMAGEN al ingresar a Viña del Mar. Esto logra el edificio “Reitz”, torre de trece pisos y dos subterráneos, ubicada en calle Limache 3405, sector El Salto. Con un moderno diseño arquitectónico -visible desde Vía Las Palmas y la Troncal Sur- aspira a refundar el sector industrial de la Quinta Región, ofreciendo oficinas de alto estándar con 13.184 m<sup>2</sup> útiles construidos, en subdivisiones que van desde los 70 m<sup>2</sup> hasta una planta completa de 765 m cuadrados.

La torre de cristal y hormigón a la vista llegó a satisfacer la necesidad regional de contar con un centro empresarial, pues

si bien la ciudad de Viña del Mar tiene un importante desarrollo en el aspecto turístico, industrial y comercial, hasta ahora no contaba con un polo de sinergia interempresas. Por ello, la Inmobiliaria Dhelos tomó la delantera e ideó un proyecto de oficinas que estuviera más allá del promedio, pues la iniciativa era desarrollar un concepto “Clase A +”. Lo que se tradujo en “que no fuese sólo un edificio, sino la base para un nuevo centro empresarial”, explica Fernando Reitz, director ejecutivo de la Inmobiliaria Dhelos.

Con el fin de hacer realidad este centro, el proyecto contempla la construcción, en una siguiente etapa, de una segunda torre y un centro de eventos en el terreno aledaño. Además, se apunta a incluir una amplia gama de servicios,



## FICHA TÉCNICA

REITZ, EDIFICIO DE LAS EMPRESAS

**UBICACIÓN:** Limache 3405, Viña del Mar

**MANDANTE:** Inmobiliaria Dhelos Limitada

**CONSTRUCTORA:** Impromec S.A.

**ARQUITECTOS:** Fuenzalida – Swinburn Arquitectos Asociados

**CÁLCULO ESTRUCTURAL:** Gatica y Jiménez Ingenieros y Cía. Ltda.

**SUPERFICIE CONSTRUIDA:** 18.116 m<sup>2</sup>

**COSTO APROXIMADO DE CONSTRUCCIÓN:** US\$ 12.500.000

**FECHA INICIO:** Enero de 2008

**FECHA TÉRMINO:** Julio de 2010





**Impermeabilización de la losa de fundación.**

conjugado con la idea de crear un espacio urbano funcional a los edificios empresariales. Esto es clave. Si bien el proyecto cuenta con una buena ubicación y accesos, al emplazarse junto a dos importantes rutas y una estación del Metrotren, como no se encuentra en el centro de Viña del Mar se pensó en responder a las necesidades de los usuarios incluyendo servicios de banco, gimnasio, casino, cafetería, salas de capacitación, amplios recintos para reunión de directorio, auditorio, locales comerciales que albergaran giros útiles para las empresas y sus trabajadores y gran cantidad de estacionamientos. Entremos a la tecnología. A este nuevo concepto de oficinas.

## DESAFÍOS BAJO TIERRA

Los primeros retos llegaron desde lo profundo de la tierra. La inmobiliaria Dhelos, conectora que los suelos viñamarinos no son de la mejor calidad, sumado al hecho de que el proyecto se encuentra al lado del Estero Marga Marga -que corre paralelo al Troncal Sur-, solicitó hacer un sondaje de 30 m de profundidad. Éste arrojó que en dicho sector el suelo tiene una calidad normativa tipo 2, es decir que "entre los 19,0 m y 28,5 m se encuentra un estrato blando de arcilla conteniendo materia orgánica de baja resistencia

al corte, el cual no podía ser sobrecargado debido a su baja capacidad de soporte y gran deformabilidad", explica Miguel Petersen, mecánico de suelos del proyecto.

Sin embargo, el estudio también dio cuenta que algunos m más arriba, entre los 6,20 m a 19,00 m de profundidad, existía un estrato sedimentario natural de arena, muy compacto, que por su espesor disiparía favorablemente las presiones de contacto al repartir subterráneamente las cargas puntuales de la masa de la torre, en una superficie mayor de terreno. Por ello, el mecánico de suelos solicitó que el tercer piso subterráneo con el que se había diseñado originalmente el edificio fuese eliminado, a fin de colocar el sello de fundación más arriba, cerca de los 7,0 m de profundidad. La decisión implicó costos, pues el tercer piso subterráneo estaba pensado con la finalidad de construir estacionamientos adicionales. Sin embargo, la inmobiliaria decidió aceptar la petición, modificando el proyecto.

Si bien esta modificación permitía al edificio entrar aún dentro del estándar de estacionamientos de Viña el Mar, con 1 aparcadero por 32 m<sup>2</sup> construidos, la inmobiliaria deseaba estar por sobre dicho estándar, por lo que repensó parte de la iniciativa, considerando levantar un piso más de estaciona-

**El proyecto contempla a futuro la construcción de un segundo edificio y un centro de eventos.**



GENTILEZA INMOBILIARIA DHELOS

mientos bajo la futura plaza de agua que se instalará en medio del espacio urbano, que ya contemplaba dos subterráneos de estacionamientos. De esta forma, "la plaza de agua quedará levantada un piso sobre el terreno logrando mayor altura", indica Osvaldo Fuenzalida, arquitecto del proyecto.

Esta medida es fundamental porque para la segunda etapa del centro empresarial también se deberá eliminar el tercer subterráneo. Así, la inmobiliaria, buscando superar el estándar, consideró la construcción de nuevos aparcaderos y la incorporación de un sistema de parking para visitas.

## EDIFICIO "BARCO"

Las fundaciones se bajaron con una losa de 1,20 m de altura bajo el edificio y de 1,00 m de espesor bajo parte del segundo subterráneo, que en planta sobresale fuera del área de la torre. Este sistema fue escogido para aprovechar el estrato de suelo de arena como "disipador de energía", transmitiendo todas las cargas a la mayor cantidad de terreno posible.

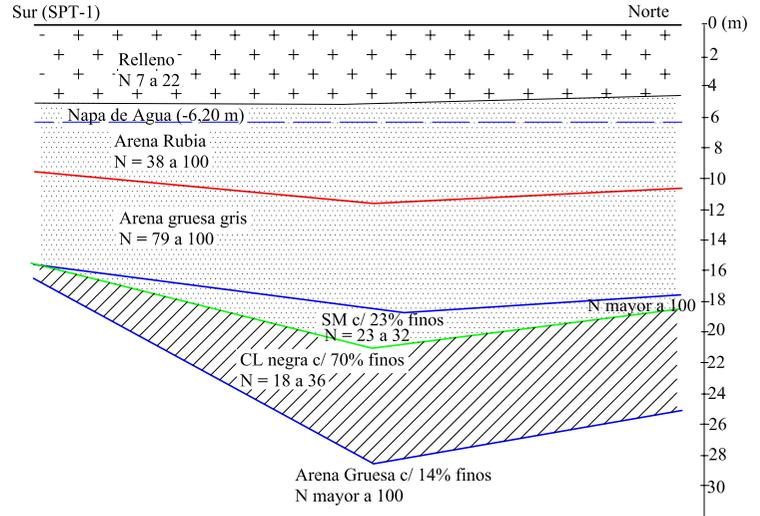
En la etapa de fundación el terreno presentó un nuevo desafío, la existencia de una importante napa de agua de 60 cm, que se encuentra "a 6,20 m de profundidad, pero que sube en inviernos lluviosos, por lo que se estimó que la losa de fundación de la torre y del subterráneo perimetral quedarán en invierno y durante fuertes e intensas lluvias, en contacto con la napa de agua, en especial el foso del ascensor", detalla Miguel Petersen.

Por esta razón, se sugirió aplicar en el subterráneo hormigón con aditivos que incorporen aire, mejorando su impermeabilidad, conjuntamente con un tratamiento de juntas

## COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

El terremoto del 27 de febrero, encontró al edificio Reitz con toda su obra gruesa terminada, poniendo a prueba la estructura diseñada para este proyecto, por el calculista estructural Rafael Gatica y el asesor independiente Patricio Bonelli, la que probó ser muy eficiente. El edificio se comportó bien, sin sufrir daños estructurales, ni problemas en el encuentro entre las tabiquerías y la estructura de hormigón. Los cielos, trabajados como una combinación metálico acústica con madera natural, tampoco presentaron problemas.

## ESTRATIGRAFÍA DEL SUELO ARROJADA POR LOS SONDAJES



GENTILEZA MIGUEL PETERSEN

y membranas "Water Stop" especiales y de buena cura.

Adicionalmente, para un tratamiento eficaz de impermeabilización se colocó bajo la losa de fundación, y externamente adosadas a los muros perimetrales, una membrana impermeabilizante especial autoreparable compuesta por bentonita. Como medida adicional para controlar las aguas lluvias, y como suele ser normal en estos casos, se dejó una pequeña pendiente del 1%, en la losa de los pisos subterráneos, con la finalidad de que dicha inclinación conduzca el agua hacia pozos con sentinas desde donde se pueda bombear ante un caso de filtración.

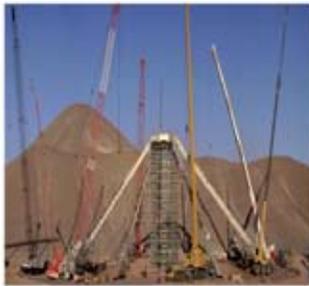
### DISEÑO ESTRUCTURAL

Todo claro. Si el suelo no es el más óptimo, mejor no adoptar riesgos innecesarios. Por ello, tras un diálogo entre el ingeniero calculista, el revisor externo y el mecánico de suelos, se concluyó trabajar con una estructura limpia de marcos rígidos y vigas. Todo el edificio, desde los subterráneos hasta el piso 13, mantienen los mismos pilares, debido a que la modulación fue pensada para que fuese funcional a todas las estructuras que alber-

gará el edificio, dejándola en 2,70 m en las oficinas y de 2,30 m en la zona de los estacionamientos.

Se cuidó el diseño de las armaduras y cabezas de muros, de modo que no presentarían problemas ante un sismo. Y así fue, ya que la estructura soportó muy bien el terremoto del pasado 27 de febrero (ver recuadro

"Comportamiento Estructural"). "El diseño estructural también contempló perforaciones de 16 cm de diámetro en las vigas, para el paso de elementos de aire acondicionado y otros servicios. Cada viga tiene tres perforaciones, lo que se coordinó con cálculo desde el primer instante, por lo que se planificó que cada sistema utilizara alguna de estas perfo-



Torre Soportación  
Octógono, Minera Gaby



Casino  
San Francisco de Mostazal



Puente Cachapoal



Pasarela  
Ruta San Martín



Sistema Peri UP Rosett  
Andamio Multidireccional



Sistema Peri UP 70/100  
Andamio Fachada



Sistema Peri Rosett Flex  
Andamio Industrial



Sistema Peri LGS  
Pasarelas

La solución de Andamios PERI para cualquier trabajo

**PERI CHILE Ltda.**  
Santiago  
Fono: 444 6000  
[Peri.chile@peri.cl](mailto:Peri.chile@peri.cl)

**PERI Centro Costa**  
Viña del Mar  
Fono/Fax: 32-687713  
[peri.centrocosta@peri.cl](mailto:peri.centrocosta@peri.cl)

**PERI Norte**  
Antofagasta  
Fono: 55-216193  
[peri.norte@peri.cl](mailto:peri.norte@peri.cl)

**PERI Sur**  
Concepción  
Fono: 41-2310808  
[peri.sur@peri.cl](mailto:peri.sur@peri.cl)



**Ingeniería  
Encofrados  
Andamios**

[www.peri.cl](http://www.peri.cl)



**El hall multialtura permite ver la elevación total del edificio y las separaciones entre pisos. Abajo: La cara poniente del edificio cuenta con quebravistas de sombreamiento que serán iluminados de noche.**



“razones de ser necesario”, explica Gonzalo Ugarte, gerente general de la constructora Impromec, empresa que construye el edificio, y director de proyectos de Dhelos.

Las perforaciones incluso están presentes en los subterráneos, con la idea de dar mayor flexibilidad y otorgar el máximo de posibilidades para futuras instalaciones, de manera que no provoquen daños a la estructura. Esta precaución llevó a que el edificio también incluyera en cada piso una sala especial, de gran tamaño para las instalaciones verticales. El supervisor del proyecto de Inmobiliaria Dhelos, Juan Pablo Galleguillos, señala que “en un edificio para oficinas es muy difícil saber de antemano qué tecnologías puede necesitar en el futuro un cliente, por lo que debemos estar preparados. Por ejemplo, podríamos doblar la potencia de instalación eléctrica con las salas existentes”.

## MUROS CORTINA HÍBRIDOS

En el interior, el edificio se caracteriza por tener pisos de gran altura, con 3,2 m entre losas, para dejar espacios de calidad en plantas libres de gran tamaño. En ese sentido, la inmobiliaria ideó un sistema de subdivisiones para una oficina, con tabiquerías de 1,50 m de altura, para así no perder la amplitud del espacio.

Otro de los elementos que destaca en el diseño es el hall, espacio trabajado como multialtura al no tener losas divisorias entre pisos, dando la idea de amplitud, que puede apreciarse tanto desde la entrada como de los pisos superiores. La fachada del hall cuen-

ta con un muro cortina autosustentable, en base a vigas metálicas cada dos pisos que van soportando la estructura discontinua. Sin embargo, en el resto del edificio se utilizó un sistema de muro cortina híbrido, en el que “se fue apoyando cada línea de ventana sobre su respectiva losa, y en su parte superior se instaló un perfil de aluminio que fija el cristal, de manera de dar el aspecto de un muro cortina, pero omitiendo la estructura de mullions, haciendo al sistema más eficiente en términos económicos, constructivos y normativos, pues la estructura de vidrio se sujeta del edificio sin necesitar de una subestructura”, explica Fuenzalida.

Este sistema requirió que la construcción de la obra gruesa fuera precisa, ya que las losas debieron quedar perfectamente niveladas y aplomadas para instalar las ventanas. Otra de las ventajas que presenta este sistema de montaje mecánico con perfilera a la vista es que, pese a requerir mayor exactitud constructiva, es de fácil mantenimiento, debido a que puede trabajarse por piso, sin afectar al resto de la estructura, respondiendo sin daños al terremoto de febrero. Además, parte de las ventanas pueden abrirse para ventilación natural, muy utilizada en ciudades costeras.

## SOLUCIONES ENERGÉTICAS

Con el fin de utilizar eficientemente tanto la luz natural como la climatización, es que la cristalería se trabajó con un doble vidriado

hermético, con cámara de aire seca de 10 mm de ancho promedio, utilizando en su parte exterior cristales belgas con un coeficiente de sombra superior al 0,4% y filtro ultravioleta del 90%, graduado con cristal nacional flotado en la parte interior.

Para complementar la aislación térmica y el sombreo, la arquitectura incluyó un tratamiento especial en el sector poniente, al diseñar aleros para las oficinas que quedan retranqueadas al oeste. A eso se sumó una serie de pilares de aluminio como quebravistas, dispuestos a lo largo de casi todo el edificio en su fachada poniente, cada 2,70 m de distancia, mejorando en un 40% la calidad del sombreo al crear sombras arrojadas sobre la fachada con el movimiento del sol. Elementos que están anclados a la estructura y forman parte del muro cortina otorgándole una segunda piel.

El edificio cuenta con un sistema de climatización de eficiencia energética VRV (Volumen Refrigerante Variable), que permitirá un ahorro de energía eléctrica por concepto de climatización de hasta un 70%, según indica el mandante del proyecto, además de lograr un ahorro considerable en las emisiones de CO<sub>2</sub>. También se consideró la utilización de luminarias LED, y el uso de sensores ultrasónicos de movimiento al interior del inmueble, con el fin de utilizar luces de respaldo en los sectores que no estén en uso, para generar un mínimo de consumo.

Un edificio pensado para entregar la mejor calidad y confort, con recintos interiores de primer nivel de piso a cielo. Un nuevo concepto en oficinas. ■

[www.dhelos.cl](http://www.dhelos.cl); [www.impromec.cl](http://www.impromec.cl)

## ARTÍCULOS RELACIONADOS

- Edificio Isidora 3000. Tecnología mixta. Revista BiT N° 72, Mayo de 2010, pág. 94.
- Edificio de oficinas Apoquindo 4501. El árbol. Revista BiT N° 68, Septiembre de 2009, pág. 80.

## ■ EN SÍNTESIS

**El Edificio Reitz representa un nuevo concepto en oficinas para Viña del Mar, con un diseño que privilegia los espacios amplios a través de plantas libres de gran tamaño y altura. Uno de los mayores desafíos en su etapa de construcción fue el no contar con una mejor calidad de suelo. Se piensa una próxima etapa con un segundo edificio y centro de eventos, para convertirse en el nuevo centro empresarial de la zona.**

Implementado por Chilectra para el calentamiento de agua sanitaria

## Sistema solar-electric de edificio Punto Norte se convierte en el más grande de Sudamérica

**Sus 132 colectores solares, con respaldo eléctrico, dotan de energía para el calentamiento de agua a 296 departamentos, alcanzando importantes ahorros y contribuyendo a la eficiencia energética.**

**C**ercano al Centro cultural Estación Mapocho, emergente zona residencial, se emplaza uno de los edificios más grandes de la zona centro de Santiago y, al mismo tiempo, uno de los más innovadores de la capital en el uso de energías renovables, como lo es la utilización del sol para el calentamiento de agua sanitaria.

El edificio Punto Norte construido por Euro Inmobiliaria tiene una característica única que lo diferencia del resto de los proyectos insertos en la ciudad. Este nuevo edificio de departamentos para uso residencial incorporó el sistema solar electric de Chilectra, instalándose en sus techos 132 colectores solares, que lo transforman, dentro de su categoría, en el más grande de Sudamérica.

Ubicado en San Martín 714, Punto Norte nace como un proyecto inmobiliario tradicional que proveería el agua caliente a través del uso de gas como fuente de energía. Sin embargo, al iniciarse su construcción en 2007, el país ya sufría los efectos de las restricciones en los envíos del gas argentino. Fue en ese momento, cuando Chilectra y Euro Inmobiliaria comenzaron a desarrollar este innovador sistema, adaptando el diseño y la ingeniería para obtener agua caliente en base a energía solar, y cuando ésta no fuera suficiente como en invierno, se respaldaría con energía eléctrica.

El edificio Punto Norte genera el 60% del agua caliente con tecnología solar para sus 296 departamentos. Para ello, este inmueble cuenta con cinco estanques de acumulación de agua de 4.000 litros y uno de 2.000 litros.

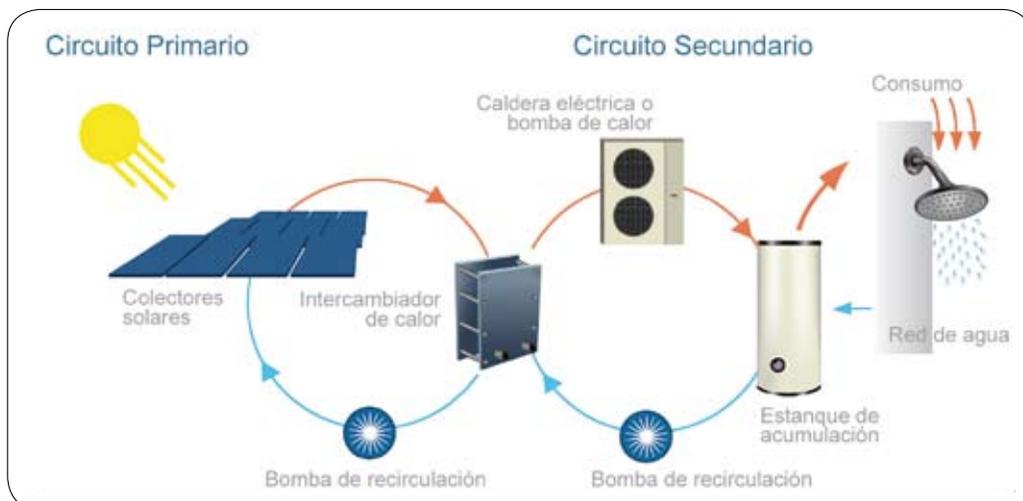
Para que el sistema opere durante todo el año, la solución solar necesitaba un complemento energético para los meses de invierno, en el período en que la radiación solar disminuye. De esta forma, el



proyecto incluyó bombas de calor de alta eficiencia que utilizan electricidad para transportar energía desde el ambiente hacia el agua. Estas bombas son llamadas aerotérmicas, lo que significa que por cada 3 kWh térmicos que ingresan al edificio en forma de calor, 2 kWh provienen del ambiente sin costo para el usuario y 1 kWh corresponde a energía eléctrica del compresor.

La mezcla de energía solar captada por los colectores con las bombas de calor de alto rendimiento, logran reducir a cero la combustión y con ello la contaminación ambiental, aportando a su vez a la eficiencia energética.

### ESQUEMA BÁSICO DE FUNCIONAMIENTO



### FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Se instalaron 132 colectores solares planos en la orientación norte del techo del edificio. Estos colectores reciben la energía del sol y la transportan a través de un fluido que soporta temperaturas extremas, por una cañería que lleva hasta el intercambiador de calor que la incorpora al proceso térmico. En el otro lado se encuentra el sistema sanitario, donde el agua fría de la red, recibe la energía generada en el circuito primario, de los colectores solares.



7-8 SEPTIEMBRE

19 OCTUBRE

17 NOVIEMBRE

## JULIO

### IX SEMINARIO INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO 19 Y 20 DE JULIO

Sistemas de evacuación y comportamiento humano ante incendios.

**LUGAR:** Vicuña Mackenna 4860, Macul. Campus San Joaquín Universidad Católica.  
**CONTACTO:** [www.dictuc.cl/ipf/sem2010.htm](http://www.dictuc.cl/ipf/sem2010.htm)

## 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](http://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](http://www.mapla.cl)

### XII 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](http://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.  
**CONTACTO:** [www.pro-obra.cl](http://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](http://www.construccion-sustentable.cl)

## NOVIEMBRE

### TERCER ENCUENTRO INTERNACIONAL DE INNOVACIÓN 17 DE NOVIEMBRE

Tercer Seminario de Innovación.

**LUGAR:** Centro de Eventos Casapiedra.  
**CONTACTO:** [www.cdt.cl](http://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](http://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](http://www.colegioarquitectos.com)

### EXPO EFICIENCIA ENERGÉTICA 19 Y 20 DE NOVIEMBRE

Primera versión de la feria que promueve el uso de la eficiencia energética.

**LUGAR:** Estación Mapocho, Santiago.  
**CONTACTO:** [www.expoeficienciaenergetica.cl](http://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](http://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](http://www.procemin.cl)

## 2011

## MARZO

**FEREXPO ENERGÍAS**  
Se presentarán productos de eficiencia energética y construcción sustentable.

**LUGAR:** Por confirmar.  
**CONTACTO:** [www.ferexpo-energias.cl](http://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](http://www.icmpa2011.cl)

**GUÍA DE SOLUCIONES. REPARACIÓN, REFUERZO Y PROTECCIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN**

Editado por Sika Chile. Año 2010, 16 pp.

La guía considera productos y técnicas para la reparación estructural como morteros de reparación y grouting, entre otros. Para refuerzo, se incorporan métodos que incluyen desde encamisados con materiales cementicios hasta tecnologías como las fibras de carbono (CFRP). Se encuentra disponible en [www.sikachile.cl](http://www.sikachile.cl), sección "Soluciones para reparación".



► [www.minvu.cl](http://www.minvu.cl)

Remozado sitio del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu), donde se encuentra a disposición de los usuarios el Plan de Reconstrucción de viviendas Minvu 2010-2011. En esta edición lea un completo reportaje en página 78, acerca de las tipologías de Casas Industrializadas que la entidad gubernamental aprobó para quienes postulan a los subsidios que ofrece el Ministerio.

► [www.expomin.cl](http://www.expomin.cl)

Interesantes innovaciones mostró este año la Feria de Minería Expomin. No sólo hubo variedad en tecnologías, sino también charlas y visitas técnicas, así como lanzamientos de maquinarias y equipos para la minería y construcción. Revista BIT recorrió la Feria y en esta edición se muestra una selección de algunas de las innovaciones exhibidas en el evento. Lea el reportaje en página 84.

► [www.isc.org.sv](http://www.isc.org.sv)

Sitio del Instituto Salvadoreño de la Construcción (ISC), cuyo objetivo es brindar información actualizada y procesos de consulta que contribuyan a solventar las diversas necesidades en materia de construcción. Cabe recordar que el Instituto de la Construcción de Chile (IC) colaboró en su diseño y promoción para la fundación del ISC de la República de El Salvador.



**CONSTRUIR EL NUEVO MILENIO**

Editorial Phaidon (Océano).  
Año 2009: 159 pp.  
Selección de edificios construidos en todo el mundo

desde principios del siglo XXI. Proyectos como la Casa da Música de OMA (Portugal), el Walt Disney Concert Hall de Frank Gehry (Estados Unidos), la Federation Square de Bates Smart (Australia), el National Stadium de Herzog & de Meuron (China) y el 30 St Mary Ax, más conocido como "El Pepinillo" (Londres, Inglaterra).

de 400 detalles constructivos para la fase de ejecución de una obra. Posee una organización temática en siete áreas como: cimentaciones, paredes exteriores, divisiones interiores, huecos, forjados, escaleras y cubiertas.

**HITOSHI ABE**

Pollock, Naomi.  
Editorial Phaidon (Océano).  
Año 2008. 208 pp.



Hitoshi Abe, uno de los más interesantes arquitectos de las nuevas generaciones japonesas.

El volumen incluye sus trabajos más destacados desde 1990 al presente: El estadio Miyagi (2000); Reihoku Community Hall (2002), trabajo por el cual ganó el Premio del Instituto de Arquitectura japonés en 2003; entre otras obras.



**ATLAS DE DETALLES CONSTRUCTIVOS**

Beinhauer, Peter.  
Ediciones Gustavo Gili.  
En español. 350 pp.  
Recopilación de más



**ATLAS DE PLANTAS**

Chueca, Pilar.  
Editorial Links (Océano). Año 2009. 511 pp.  
Las soluciones arquitectónicas que se presentan ilustran las últimas tendencias y elementos como el entorno, los habitantes, los recursos y la planeación urbana. Vienen ejemplos concretos como el Edificio Mirador en Madrid; The Whale en Holanda; la Casa Peter en Liverpool; el Pile Up en Suiza, entre otros proyectos.

# 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](http://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