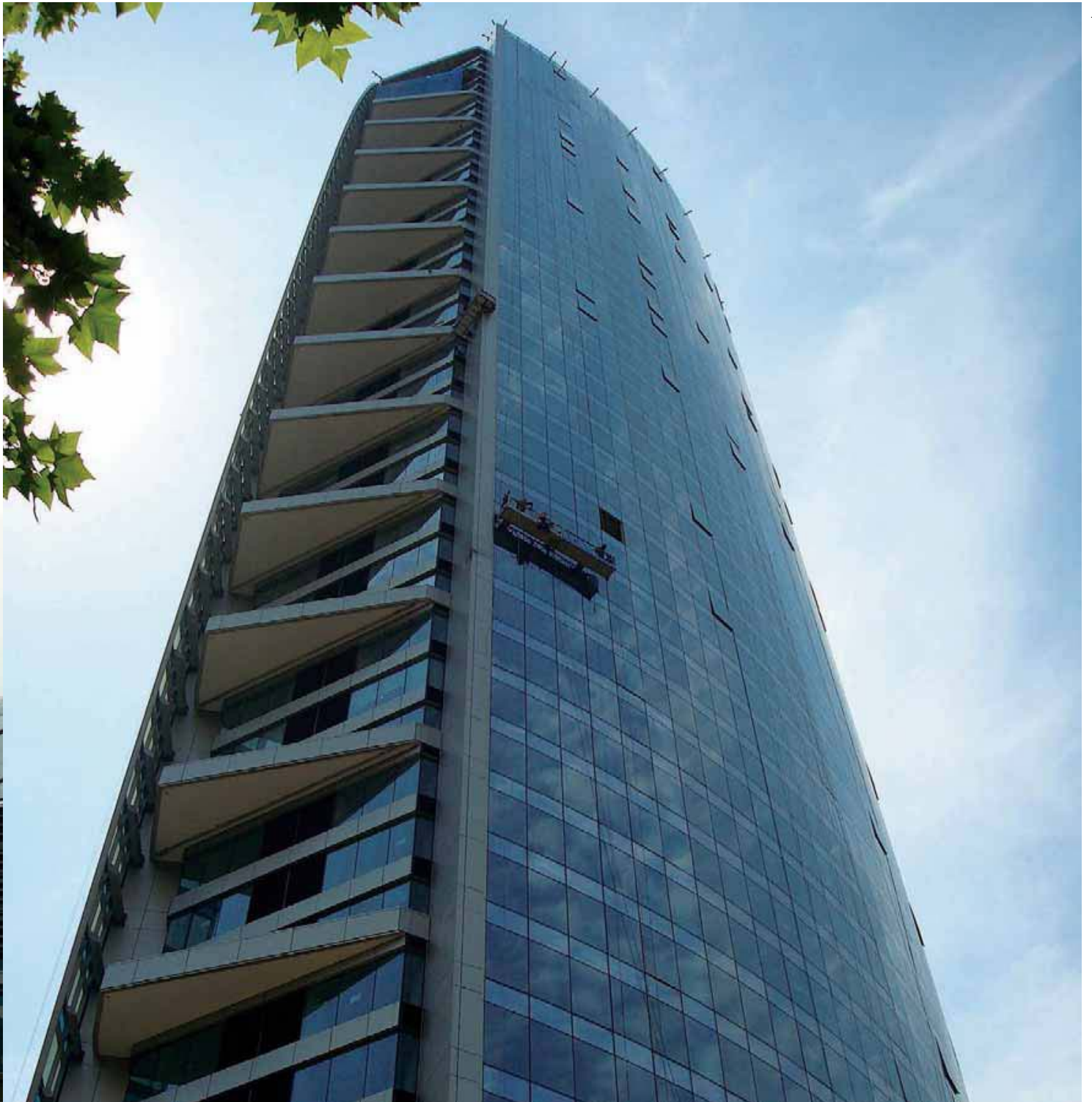




ALTA RESISTENCIA



AMBOS SE MANTUVIERON CASI IMPERTÉRRITOS FRENTE AL SISMO DEL 27 DE FEBRERO. EQUIPADOS CON SISTEMAS SÍSMICOS DIFERENTES, TANTO TITANIUM LA PORTADA COMO EL NUEVO HOSPITAL MILITAR MOSTRARON CÓMO EN CHILE SE HA IMPLEMENTADO TECNOLOGÍA DE PRIMER NIVEL PARA RESISTIR LOS TERREMOTOS.

POR JORGE VELASCO CRUZ

Juan Carlos De La Llera, ingeniero civil de la PUC y profesor titular del departamento de ingeniería de esa casa de estudios, sonríe satisfecho pero a la vez un tanto cansado de que le pregunten: ¿cómo hizo para que dos tremendas moles como el Hospital Militar y el edificio Titanium resistieran tan bien el terremoto?

Él fue la persona que implementó en Chile dos sistemas para que los sismos se asemejara más al movimiento de una cuna infantil que a una tragedia: el de aislamiento sísmico y el de disipación de energía. “Las dos

técnicas son complementarias. Se pueden combinar. Pero estos dos edificios son el extremo. Por un lado está el edificio muy alto –el Titanium– y por el otro, el Hospital Militar, muy masivo, muy pesado”, comenta. Uno, gigante y de baja altura, puede ser aislado. El otro, tan alto, debe estar fijado al suelo. Por eso requirieron soluciones distintas.


TITANIUM LA PORTADA: UN EJEMPLO MUNDIAL

Es el edificio más alto de Chile. Tiene 56 niveles y 194 metros de altura. Salvo un balcón






que falló en sus anclajes, no sufrió ningún rasguño con el terremoto y su estructura quedó intacta. Todo fue gracias a un gran programa de construcción que incluyó un innovador sistema de disipación sísmica, diversos cuidados constructivos y un trabajo de cálculo de primer nivel en el cual nada se dejó al azar.

“Hay que tener presente que no existía información en el mundo del comportamiento de un edificio de 56 niveles como el Titanium, en un terremoto de estas características”, sostiene Juan Carlos De La Llera, ideólogo del método que ayudó al Titanium La Portada

EN PREFABRICADOS DE HORMIGÓN



PREFHOR
fortaleza a toda prueba

Soleras	Barreras	Canaletas	Tuberías	Productos especiales
				

www.prefhor.cl
prefhor@prefhor.cl

DICTUC
PREFHOR
CERTIFICADO
Bajo Certificación ISO Casco 5.

Manuel Rodríguez 0815, La Granja, Santiago, Chile • Teléfonos (56 2) 543 1000 • (56 2) 543 0299 • (56 2) 541 6440 • Fax: (56 2) 516 9893 • **www.prefhor.cl**

REPE

Construcciones Especializadas Ltda.

www.repes.cl



- Peritaje y Diagnóstico Estructural.
- Ingeniería de Diseño.
- Rehabilitación y Refuerzo de Estructuras.
- Obras Civiles y Mantenimiento Industrial.
- Técnicas Especiales
 - Hormigón Projectado.
 - Fibras de Carbono.
 - Inyecciones Epóxicas.
 - Impermeabilización.

Bustos 2057 - Providencia - **Santiago.**
Fono: 02 - 652 33 00 / Fax: 02- 652 33 01
Rengo 1720 - **Concepción.** Fono: 041- 212 7795

a salir ileso el 27 de febrero pasado. Con la información del cálculo del edificio, lo que se logró fue idear un sistema donde cada tres pisos se colocan grandes tubos diagonales unidos a los machones de la fachada, que forman una X que se instaló en los extremos del edificio. Ellos van unidos a unas grandes planchas entre las cuales se ubican los disipadores. Son 29 en total: 15 a un lado y 14 al otro. Estas diagonales reciben la energía telúrica, aprovechando la deformación de la estructura entre los pisos, y la disipan transformándola en calor. De esta forma,

funcionan como amortiguadores y pueden reducir las vibraciones en un 40%, aproximadamente. Alfonso Larraín, ingeniero civil de la Universidad de Chile y calculista de Titanium, estima que la oscilación total del edificio fue de 80 centímetros (en total hacia ambos lados), cifra que sin los disipadores podría haber alcanzado los 120.

Al observarlos, explica De La Llera, se aprecia que la placa de los disipadores fluyó. "La pintura se saltó porque funcionó tal cual tenía que funcionar". Sin embargo, no habrá que reemplazar piezas. Los disipadores fue-





SINOTRUK

Con Respaldo
GILDEMEISTER

Camión Tolva **\$39.790.000***

+IVA \$47.350.100 IVA INCL.



SOLO POR ABRIL
GRAN BONO \$3.200.000
INCLUYE TOLVA

Modelo Fn 6x4 336

COMPLETO EQUIPAMIENTO

- Incluye Neumáticos Pantaneros
- Motor 9,7 Lts. 336 HP Euro III
- Transmisión de 12 velocidades
- Tracción 6x4
- Bloqueo diferenciales
- Reductores de cubo
- PBC 50 Ton. • Tolva de 14 a 16m3

Sin Tolva: **\$32.990.000+IVA**
 Versión Forestal: **\$34.990.000+IVA**

ENTREGA INMEDIATA

www.sinotruk.cl
 SERVICIO DE ATENCIÓN AL CLIENTE
(02) 640 4761

Servicio y Repuestos a lo largo de todo Chile
 Iquique / Antofagasta / Calama / Santiago / San Fernando / Concepción
 Los Angeles / Temuco / Valdivia / Puerto Varas

(*) Precio incluye Bono. Válido hasta el 30 de Abril o hasta agotar stock.



FORTALEZA



Alfonso Larraín y Víctor García

Alfonso Larraín, ingeniero civil de la Universidad de Chile y calculista de Titanium, estima que la oscilación total del edificio fue de 80 centímetros (en total hacia ambos lados), cifra que sin los disipadores podría haber alcanzado los 120 cm.

ron hechos para resistir un terremoto como el de Valdivia en 1960 y éste fue menor.

Paralelamente, la labor de los disipadores se complementó con un acabado trabajo de ingeniería y construcción. “Cuando estábamos construyendo el edificio, no estaba definido todavía qué es lo que íbamos a hacer con la disipación de energía. Por lo tanto, Alfonso Larraín calculó el edificio como si no hubiera necesitado los disipadores”, relata Víctor García, gerente general de la Constructora Senarco, que ha estado a cargo de llevar

a cabo el proyecto durante sus tres años de construcción. De hecho, a pesar de su complejidad, el edificio tiene un peso muy similar al de muchos otros más bajos -entre 1.080 y 1.100 kilos por metro cuadrado-, gracias a ciertas medidas definidas para hacer más eficiente la faena, como la de utilizar lozas alveolares huecas. Con ello, destaca García, se buscó tener un edificio lo más liviano posible para que tenga menores esfuerzos sísmicos.

Pero se tomaron muchas otras precauciones. Se contrató la asesoría del ingeniero

sísmico Rodolfo Saragoni y se consultó la revisión estructural de los ingenieros Tomás y Mario Guendelman en Chile y del estadounidense Joseph Colaco. Además, el modelo de ingeniería de Larraín fue revisado en varias ocasiones. Durante la construcción, en conjunto con el ingeniero civil estructural de la Universidad de Chile, Rubén Boroschek, se hicieron chequeos a partir de las pequeñas vibraciones producidas por el tráfico vehicular y el viento. “Se veía una concordancia perfecta. Por un lado, que se había calculado

PETROMAQ

Presente en grandes obras: extensión Metro Las Condes, demolición plataformas Torres Bilbao, Monticello

DEMOLICIONES
 Excavadoras con Cizallas
 quebradoras.
 Martillos hidráulicos.
 Bulldozers
 Cargadores
 Retros con Martillo

NUEVA CENTRAL 4399, CONCHALI, SANTIAGO
 Fono: 02-7362054 - Fax: 02-7363723
 Cel: 94895031 / 95097638
 petromaq@petromaq.cl - petromaq@gmail.com

hijansa
moldaje

Todo en Moldaje y Andamios

Dyman 70 Andamio de Aluminio

N - 88 Metalico

Mensulas Muro 1 cara

Andamio Fachada normativa UNE

- ✓ Calidad
- ✓ Tecnología
- ✓ Seguridad
- ✓ Confianza
- ✓ Servicios
- ✓ Ventas y Arriendos

2010 EDIFICA
CONSTRUYENDO EL DESARROLLO

Visitenos Area Exterior Stand A - 18

Fono: (32) 2816807 Mail: contacto@hijansachile.cl
 Camino Internacional N° 11.750 Concon V región

bien. Y, por el otro, que se estaba construyendo de acuerdo a lo que se había especificado”, destaca Alfonso Larrain.

Durante la etapa de proyecto, comenta Víctor García, se resolvieron tres elementos esenciales: conectividad, incendio y sismo. El Titanium, explica Alfonso Larrain, se estructura por el núcleo de la caja de escalera y los ascensores, con una importante cantidad de muros que controlan el sismo. Además, por la altura del edificio, hubo que hacer una loza de fundación de dos metros de altura con vigas



Disipadores de energía de Titanium La Portada

SI PIENSA EN VENTANAS DE ALUMINIO O PVC, CONSIDERE AL LIDER, INDALUM®

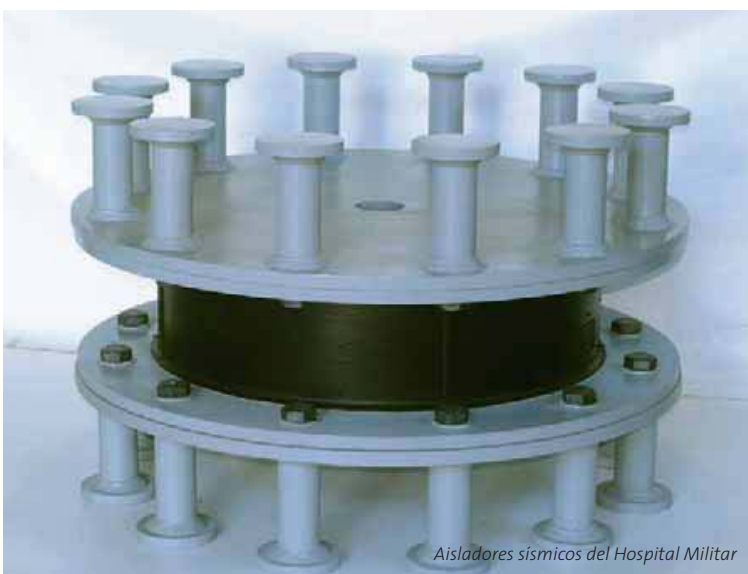


Contamos con la más amplia gama de productos de excelencia



- ✓ Calidad de la materia prima con estándares internacionales.
- ✓ Adecuado espesor de nuestros perfiles
- ✓ Terminaciones con excelente resistencia y duración.
- ✓ Diseños de vanguardia a nivel internacional.
- ✓ Respaldo técnico en obras.
- ✓ Asistencia técnica en la etapa de especificación.
- ✓ Red de fabricantes con experiencia y acreditación a lo largo de Chile.

Showroom Avda. Las Condes 6932. F: 5962340 / Ingrese a www.indalum/especialistas/index.php



Aisladores sísmicos del Hospital Militar

“Una de las cosas que se pensó fue hacer un hospital que ofreciera continuidad del servicio. Que ante cualquier tipo de catástrofe siguiera funcionando”, explica el subteniente y constructor civil Cristián Salas.

de tres metros de ancho por 3,2 metros de alto. También el edificio se encuentra empotrado a nivel de la losa del primer subterráneo.

Junto con ello, hubo otros elementos constructivos que lograron minimizar el impacto del sismo. Uno fue la utilización de ductos barra y de muros cortina tipo frame, de vidrios enmarcados. “El sistema en este edificio, por la aceleración que tuvo, no podría haber sido hecho con stick (vidrios pegados a los rieles). La expresión de movimiento de un edificio de veinte o treinta pisos es mucho

menor que cincuenta. Ello nos permitió hacer una estructura exterior más flexible, con paneles individuales que son laminados, y que ante cualquier impacto, se mantienen en su lugar”, cuenta Víctor García.

HOSPITAL MILITAR: EL TRIUNFO DEL AISLAMIENTO SÍSMICO

El Hospital Militar es una mole de más de 85 mil metros cuadrados ubicada en la comuna de La Reina. Y, sin embargo, en un sector de este edificio el terremoto fue casi

una anécdota. “Una de las cosas que se pensó fue hacer un hospital que ofreciera continuidad del servicio. Que ante cualquier tipo de catástrofe siguiera funcionando”, explica el subteniente y constructor civil Cristián Salas. Gracias al sistema de aislamiento sísmico ideado por Juan Carlos De La Llera, el 27 de febrero –equipos electrógenos mediante- pudo seguir funcionando.

En rigor, no todo el hospital fue construido con aislamiento. La estructura está distribuida en tres partes: A, B y C. En la B se ubican



Impresión de bauma 2007



Encofrados



Andamios



Servicios

bauma
2010

19 al 25 de abril en Munich
Predio Ferial
"Neue Messe München"
Sector aire libre F7-norte,
Stand N 712

Esperamos con agrado su
visita.

Bienvenidos a la feria
bauma 2010!

PERI[®]

Encofrados Andamios
Ingeniería
www.peri.cl

CL PERI/10.0071

MTK
TECNOLOGÍAS APLICADAS

Ayorando la reconstrucción del País.

MTK, líder en Chile en aplicar soluciones tecnológicas a la construcción, industria y minería, de manera eficiente y ajustada de forma personalizada a sus propias necesidades.

Venta • Arriendo • Servicio Técnico de Sistemas



www.mtk.cl

FONO: +56 32-2294282

PARQUE INDUSTRIAL CURAUMA. VALPARAÍSO, CHILE





Juan Carlos De La Llera

las habitaciones y es el destino de los pacientes hospitalizados. La C es el llamado "edificio académico", donde están la biblioteca y un auditorio, entre otras salas. Es el edificio A -la placa técnica y de urgencia- donde se han colocado 164 aisladores sísmicos entre el subterráneo y el edificio propiamente tal.

"Para ese tipo de estructuras como el Hospital Militar, la solución ideal es el aislamiento sísmico, en que se interrumpe la estructura en un cierto nivel, se independiza del suelo, colocando entre medio unos

dispositivos que se conocen como aisladores sísmicos", explica De La Llera. Éstos tienen 30 centímetros de altura y 90 de diámetro, y pueden presentar desplazamientos hasta de 40 centímetros. Están conformados en su interior por láminas de goma (por lo cual se dispuso un sistema especial de protección contra incendios) y acero intercaladas. En el centro llevan un cilindro de plomo que funciona como disipador de energía. Gracias a la elasticidad de la goma, los aisladores pueden reducir el sismo entre

seis y ocho veces. De esta forma, el sistema permite moverse al suelo sin transmitirle todo el movimiento al edificio y, a su vez, que se libere energía. "Ello no solamente protege la estructura, sino también a los contenidos, que en el caso de un hospital es fundamental", explica el ingeniero.

Las diferencias de comportamiento entre el edificio aislado y los otros, si bien no fueron radicales, sí aparecieron como notorias. Mientras en el A no ocurrió nada (ni fugas, filtraciones ni roturas), en el B y C hubo pro-



TIERRA REFORZADA (CHILE) S.A.



Muro en montaje al momento del tsunami

MUROS TEM
INEXTENSIBLES:

MUROS DE CONTENCIÓN

ESTRIBOS DE PUENTES

MUROS ECOLÓGICOS

Presentes en Talcahuano y en toda la zona afectada por el terremoto con cero daño



BIARRITZ 1953 - PROVIDENCIA
FONO: 2047543 FAX: 2251608
EMAIL: tierrareforzada@tierrareforzada.cl
www.tierrareforzada.cl







ARRIENDO · VENTA
SERVICIO TÉCNICO



Discos de corte y desbaste - Brocas SDS Plus y Max
Cinceles para demolidores - Discos y copas diamantadas
Accesorios - Artículos de Seguridad

Distribuidor Autorizado:



















www.amk.cl AV. PORTUGAL 909
635 5229 - 634 1979

blemas con un ascensor, en tabiquerías, puertas, cielos y juntas. Los aisladores, comenta el subteniente Cristián Salas, se colocaron sólo en el primero por un asunto de costos. Sin embargo, para Juan Carlos De La Llera las conclusiones son obvias. “Yo creo que hoy día quedó claro que el costo del aislamiento sísmico y la disipación de energía es irrelevante frente a lo que es el daño estructural y no estructural. He revisado fácil 35 o 40 estructuras donde no hay daño, pero donde no hay un pasillo por el cual se pueda pasar”. **EC**



UN NUEVO DESAFÍO

MSTC Benfield ahora es Orbital Corredores de Seguros.
Una renovación que consolida el camino de excelencia e
innovación que cada día construimos junto a nuestros clientes.

