

Hormigón

Al día

AÑO 2004

NÚMERO 32

CENA ANUAL PARA AMIGOS Y COLABORADORES DEL ICH

Fue destacada y valorada la industria cementera por el aporte tecnológico entregado al país a través del ICH, como también el liderazgo que éste posee al agrupar a más de 300 profesionales en las distintas Comisiones Técnicas y Agrupaciones Gremiales.

De izquierda a derecha: Florián Silva, Director del ICH por la C.Ch.C.; Eduardo Kretschmer, Gerente General de Cemento Polpaico, Otto Kunz, Presidente de la C.Ch.C.; Luis Héctor Bravo, Presidente del ICH; Sergio Melo, C.Ch.C.; Erico Zursiedel, Gerente Comercial y Denis Berthon, Gerente General de Empresas Melón, respectivamente.



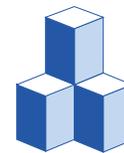
Más de 120 personas asistieron a la cena de camaradería que el Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile ofreció a sus colaboradores más cercanos y amigos, miembros de las Comisiones Técnicas y de las Asociaciones Gremiales.

El presidente del Instituto, Luis H. Bravo Garretón agradeció a los participantes la dedicación y esmero puestos en los diferentes temas que investigan y desarrollan, bajo el alero del ICH.

A continuación el gerente del ICH, Juan Pablo Covarrubias, hizo una presentación sobre las principales acciones desarrolladas por las Comisiones de: Diseño y Evaluación de Pavimentos; Diseño Estructural de Hormigón Armado y Albañilerías; Tecnología del Hormigón; Áridos; Educación Técnico Profesional; Acreditación; Albañilerías. Finalmente se refirió más en detalle a los nuevos grupos de trabajo: el Comité de Contratos y la Comisión Es-

pecificaciones Técnicas para Contratos creados por el ICH.

El presidente de la Cámara Chilena de la Construcción, Otto Kunz Sommer, nombrado recientemente, se refirió a la importancia de perfeccionar la construcción sin adicionar regulaciones engorrosas, en respuesta al hecho que este sector ocupa el segundo lugar de las actividades productivas del país, dando empleo al 16 % del total de los trabajadores. Valoró a la industria cementera por el gran aporte tecnológico realizado al país, a través del ICH y apoyó la labor visionaria y de liderazgo de éste. También hizo hincapié en la difusión permanente realizada por el Instituto a través de la biblioteca, la página web, el Boletín Hormigón al Día, los Seminarios y Cursos, los programas de Certificación Laboral ACI-ICH y la Expo Hormigón, una muestra de innovación tecnológica. ◀



ICH

Instituto del Cemento
y del Hormigón de Chile

EN ESTE NÚMERO:

Cena anual para amigos del ICH	pág. 1
Recuperación de la infraestructura vial	pág. 2
¿Cómo determinar la madurez del hormigón?	pág. 3
Shotcrete: Hormigón lanzado y compactado a alta velocidad	pág. 4
Noticias	pág. 6
Exitosa misión tecnológica de albañilería a EE.UU.	pág. 8
Diseño basado en el comportamiento de las estructuras	pág. 10
ICH News	pág. 12

Representante Legal: Juan Pablo Covarrubias T.

Editor: María Eugenia Seguel A.

Colaboradores Permanentes:

Augusto Holmberg F.

Cristian Masana P.

Renato Vargas S.

Periodista: Ximena Bacarreza R.

Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile

San Pío X 2455, Providencia, Santiago, Chile

Teléfono: (56-2) 2326777

Fax : (56-2) 2339765

E-mail: ichmail@ich.cl

Página web: <http://www.ich.cl>

Permiso de Circulación según Resolución Exenta

N° 752 del 8 de Octubre de 1986.



ICH tiene una Sociedad
Internacional con
**American
Concrete Institute**



Centro Certificado del
**Instituto
Panamericano
de Carreteras**



Cristian Masana P.

Recuperación de la Infraestructura Vial. Un Desafío Pendiente

Las técnicas modernas de rehabilitación de pavimentos permiten recuperar infraestructura antigua, reduciendo el impacto sobre los usuarios, tanto durante la ejecución de las obras (requiriéndose muy poco tiempo para rehabilitar), como durante su vida en servicio (reduciendo los problemas de deterioro). La clave para lograrlo está en utilizar las técnicas y tecnologías adecuadas.

En Chile existe una gran cantidad de pavimentos de hormigón en la infraestructura urbana e interurbana, algunos con más de 50 años, en un excelente estado, a pesar del tiempo. Para recuperarlos, se ha utilizado por años la técnica de recapado asfáltico sobre el hormigón, la cual es una solución rápida y económica. Pero es común ver aparecer prontamente los mismos defectos existentes antes del tratamiento superficial, poniendo en riesgo la seguridad al conducir y deteriorando los vehículos. En este caso, el remedio es peor que la enfermedad y, a la larga, el tema del costo y la rapidez de colocación dejan de ser una variable que justifique su utilización.

La rehabilitación del pavimento de hormigón antiguo es una alternativa moderna para recuperar la infraestructura. Entre las técnicas disponibles están la recuperación del soporte de base, la reparación de losas de espesor parcial y completo, la reparación de fisuras muy abiertas, la reposición del traspaso de cargas entre losas, y el recapado de hormigón adherido.

Un ejemplo de innovación en esta materia fue aplicado hace pocos meses en la rehabilitación del sector norte de la Alameda Bernardo O'Higgins, en Santiago. En este proyecto se requirió recuperar la infraestructura antigua asegurando un buen comportamiento de las calzadas destinadas al transporte público que contempla el proyecto Transantiago, y que tendrá buses más pesados que los actuales. Por ello, se buscó una solución que permitiera asegurar una vida útil sin mantención, de por lo menos 10 años, que no se deformara ni se ahuellara, mejorando con ello el nivel de servicio del nuevo sistema de transporte.

En esta avenida se utilizaron técnicas de rehabilitación de pavimentos de hormigón, considerando que su estructura predominante es pavimento de hormigón y de adoquines. En la mayoría de los sectores, el recapado asfáltico presentaba gran cantidad de defectos como pérdida de material y ahuellamiento excesivo. Fue necesario remover toda la capa de asfalto para dejar la estructura antigua del pavimento a la vista, siendo fácil apreciar el perfecto estado de conservación, tanto del pavimento de hormigón como del de adoquines, en algunos casos con una antigüedad de más de 60 años.

Por lo anterior, no fue necesario realizar mantenciones mayores al pavimento antiguo antes de realizar el recapado; sólo se hizo una limpieza exhaustiva para retirar todo el asfalto, polvo y partículas que pudieran comprometer una buena adherencia.

De todas las técnicas de rehabilitación utilizadas, la mayor innovación en la recuperación de la Alameda fue usar, por primera vez en Chile, la técnica de recapado de hormigón adherido en sectores con hormigón y en sectores con adoquines.

El diseño del recapado de hormigón para la Alameda fue adaptado por el ICH sobre la base de documentos de ACPA, ACI y AASHTO y contando con la experiencia práctica de una prueba realizada en la Avda. Santa Rosa, en diciembre de 2003. El diseño consideró la colocación del recapado de hormigón, con un espesor promedio de 10 cm y corte de juntas a 60 cm. Estas especificaciones se hicieron para minimizar los riesgos de que se suelte la nueva capa de hormigón, ya que en esta técnica, la adherencia entre el hormigón nuevo y el antiguo es fundamental y por lo tanto, la ubicación de juntas a distancias menores permite disminuir el largo de hormigón que se retrae.

Para lograr una buena adherencia entre ambos hormigones, se utilizó una mezcla de mortero con látex, la cual fue barrida sobre la superficie antes de colocar el hormigón del recapado. La operación se hizo

con tren pavimentador por su rapidez y para asegurar una buena terminación y vibrado del hormigón. El corte de juntas se realizó con una sierra delgada de 1,9 mm, que da una excelente terminación de bordes y una abertura lo suficientemente pequeña que impide el ingreso de partículas que puedan deteriorar la junta, permitiéndose no utilizar sello. La profundidad del corte fue de 2 a 3 cm, salvo en los lugares donde había una junta justo debajo del recapado, caso en que el corte fue de todo el espesor. Los resultados obtenidos con esta técnica fueron favorables y, a opinión de Serviu, se cumplieron los objetivos planteados para el proyecto. Dados estos primeros intentos de realizar en Chile una recuperación efectiva y durable de la infraestructura de pavimentos antiguos, ya se ha manifestado el interés por utilizar estas técnicas en otras ciudades. Entre ellas en Punta Arenas, en donde ya se hizo una rehabilitación de este tipo en la Plaza de Armas de la ciudad, y también en Concepción y Copiapó.

En otros sectores de la Alameda donde no se utilizó recapado de hormigón adherido por considerarse que el estado del pavimento era bastante bueno, sólo se hizo rehabilitación del pavimento, con técnicas de reparación de losas en espesor completo y parcial, sellado de grietas, y cepillado superficial para eliminar el escalonamiento de losas y recuperar la suavidad de la calzada. Éste fue el caso, por ejemplo, del tramo que va entre Santa Rosa y Bandera. Estas técnicas típicas de rehabilitación han sido utilizadas satisfactoriamente hace años en muchos proyectos de recuperación de pavimentos en diferentes regiones.

Todas estas técnicas que hemos empezado a usar en Chile, en conjunto con una aplicación adecuada de las tecnologías y desarrollos modernos en materia de pavimentación y rehabilitación de pavimentos de hormigón, nos deberían permitir contar en el corto plazo con una infraestructura vial moderna y durable y a la altura de las mejores carreteras de los países desarrollados. ◀

Recomendaciones

¿Cómo determinar la madurez del hormigón?

Cuando alcanza la madurez específica, el hormigón tiene la resistencia indicada.

Debido a que la resistencia del hormigón depende de la edad de éste y de la temperatura, se puede decir que la resistencia es función de la sumatoria de los intervalos de tiempo, multiplicados por la temperatura del hormigón, más 10°C. Esta sumatoria es la madurez del hormigón.

La ecuación de madurez es la siguiente:

$$M = t * (T + 10)$$

M = madurez del hormigón
 T = temperatura del hormigón (°C)
 t = tiempo de mantenimiento de la temperatura T.

Hormigones con igual madurez tienen igual resistencia. La temperatura se considera con el origen en -10°C, dado que experimentalmente se ha determinado que el hormigón muestra pequeños incrementos de resistencia a temperaturas entre -12°C y -10°C. A menores temperaturas no se aprecia un aumento de resistencia.

La relación resistencia-madurez debe establecerse para cada hormigón específico.

A mayor temperatura, la resistencia es mayor a corto plazo, aunque la madurez sea igual. Esto hace necesario contar con relaciones de madurez para diferentes temperaturas y diferentes edades del hormigón.

Para establecer la curva de madurez del hormigón, permitiendo determinar la resistencia de él a cada edad mediante la medición de temperatura del hormigón en la estructura, se debe confeccionar un hormigón con la dosificación normal de la faena y

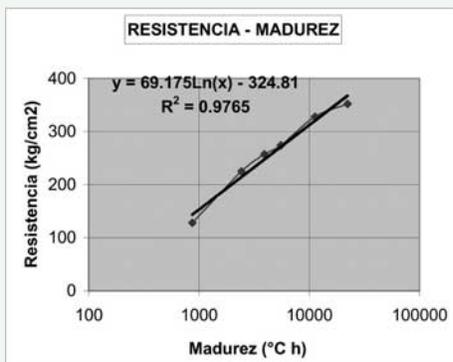
moldear un número tal de probetas que permita ensayos a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 28 días, con dos probetas para cada ensayo. Esto se ejecuta para dos cachadas de hormigón, de forma que se puedan establecer promedios de resistencia a igual edad.

Los valores de resistencia se grafican con la madurez en escala logarítmica, en el eje horizontal, y la resistencia se grafica en escala normal, en el eje vertical.

Una vez establecida la curva de madurez del hormigón a emplear en la obra, se podrá conocer la resistencia en cada momento midiendo la temperatura del hormigón en la estructura.

La temperatura se mide cada hora en la superficie del hormigón del elemento mediante termómetro infrarrojo o de termocupla por contacto. Con los datos de temperatura y tiempo se obtiene la madurez, que es la sumatoria de la multiplicación de la temperatura media más 10°C del intervalo, por el tiempo del intervalo.

Con la curva de relación de madurez versus resistencia establecida en el laboratorio, se establece en obra el valor de madurez que corresponde con la resistencia requerida. Una vez que se alcanza la madurez específica, el hormigón tiene la resistencia indicada.



SHOTCRETE:

Hormigón Lanzado y Compactado a Alta Velocidad

La calidad del trabajo con shotcrete depende de la preparación del sustrato, de la dirección de la boquilla de lanzamiento, de la pericia del operador y de la instalación de dispositivos de alineamiento y nivelación. En Chile el shotcrete húmedo es usado permanentemente en la construcción de túneles y canales, por ejemplo en el Metro de Santiago, en la mina de cobre El Teniente, en centrales hidroeléctricas, en la construcción de piscinas, etc.. Por eso el ICH ha considerado importante traducir e incorporar este artículo en nuestro Boletín.

Puede Lanzarse Shotcrete sobre cualquier Superficie Rígida

El shotcrete puede ser colocado directamente contra cualquier sustrato rígido preparado adecuadamente. Si es superficie de tierra, debe ser compactada, nivelada y humedecida; si se trata de roca, debe estar firme y limpia y, en caso de ser porosa, debe ser humedecida primero para prevenir que absorba excesivamente la humedad del hormigón.

El shotcrete es ideal para reparar estructuras existentes de hormigón y albañilería. Cuando se trata de filtraciones menores de una superficie, antes del lanzamiento, deben drenarse los flujos importantes de agua. Las mezclas que contienen una alta proporción de humo de sílice como adición tienen un comportamiento superior en cuanto a prevenir el escurrimiento del agua y a adherir el shotcrete a la superficie filtrante.

La periferia del área en reparación puede cortarse con sierra para obtener una junta limpia, a una profundidad máxima de 13 mm. (La sierra de diamante tiende a pulir la superficie y reduce la ligazón entre ésta y la nueva aplicación de shotcrete.) Estos cortes no son obligatorios. También pueden lograrse adherencias estables cinceland el borde del hormigón antiguo. Es necesario biselar las esquinas.

El shotcrete también se ligará al acero libre de costras de óxido, pintura u otro material nocivo, los que se eliminan con soplete de aire comprimido.

Moldajes Firmes para Soportar la Fuerza del Lanzamiento

Se puede lanzar el hormigón contra moldes temporales o permanentes, alineados y apuntalados para prevenir el movimiento y la vibración producida por la operación. Su diseño debe permitir el lanzamiento del material y la salida del rebote y, si éste se deposita, una fácil remoción posterior. Los moldajes prefabricados a menudo funcionan muy bien; pueden ser puestos en secuencia, a medida que progresa el trabajo.

Mientras que los moldes para rellenar elementos verticales sólo requieren suficiente rigidez para restringir la presión del flujo del shotcrete, el apuntalamiento para vigas y otros elementos elevados debe ser diseñado para soportar el peso total del shotcrete húmedo. Los moldajes abarcan moldes "stay-in-place" (SIP), incluyendo refuerzo de alambre y combinaciones de aislamiento, hormigonados de uno o de ambos lados; y también moldes inflados con aire, con disparos del interior o del exterior, utilizados especialmente para la construcción de cúpulas.

Un Refuerzo que no Interfiera con el Lanzamiento

El refuerzo no debe entorpecer el lanzamiento del material. Algunos estándares lo limitan a una capa, con mínimo espaciamiento entre las barras. La Guía para Shotcrete del Comité ACI 506, expresa: "La buena práctica dicta usar medidas pequeñas de barras, siendo el tamaño máximo barras #5 (16 mm). Si fuera necesario usar medidas más grandes debido al diseño, deben tomarse cuidados excepcionales para que queden adecuadamente embebidas en el shotcrete." La cantidad de recubrimiento especificado para el refuerzo nunca debe ser menor que 19 mm.

Es muy común colocar malla de alambre soldada, aún cuando se utilicen barras de refuerzo convencionales. Esta malla es generalmente galvanizada, con aberturas cuadradas de 50 a 100 mm y medidas de alambre de calibre 8 a 12 (W2.1 a W0.9). En secciones de menos de 100 mm de espesor la malla se coloca en el centro, y en las secciones más gruesas, dentro de los primeros centímetros de la cara de más afuera. En las juntas, las mallas adyacentes deben traslaparse, al menos, un espacio de malla, y las dos secciones deben ser amarradas firmemente.

El refuerzo debe ser capaz de soportar la presión del flujo de shotcrete sin moverse ni vibrar excesivamente.

El Ángulo y la Distancia de Lanzamiento son Fundamentales

Los procedimientos son diferentes para cada aplicación, de acuerdo a la cantidad de capas a hormigonar, el espesor de las secciones, la cuantía de refuerzo, la fórmula de la mezcla, la ubicación de la obra, etc. Pero en todas las aplicaciones es fundamental mantener un flujo de material continuo, constante y uniforme.

Se llenan en primer lugar las esquinas y las cavidades de la malla en vigas de acero y, en general, en áreas donde el rebote puede llegar a entraparse.

La boquilla debe ser dirigida alrededor de las barras para prevenir la acumulación de shotcrete sobre la cara de las barras y para asegurarse de que todos los espacios detrás de ellas queden completamente llenos, con material bien compactado. El embebimiento completo del refuerzo puede facilitarse aumentando ligeramente la humedad de la mezcla. La boquilla debe ser movida continuamente y dirigida de manera que lance cualquier rebote lejos de la dirección de avance de la construcción.

Al comienzo de una aplicación contra una superficie dura, debería aplicarse una capa de adherente, que consiste en el lanzamiento de una delgada capa de shotcrete, con la boquilla muy cerca de la superficie para producir el rebote de una proporción muy grande de agregado, dejando sobre la superficie una cubierta rica en cemento.

El ángulo de la boquilla con relación a la superficie debe ser lo más cercano posible a 90 grados y en ningún caso, menor a 45 grados. Las variaciones se producen, por ejemplo, cuando existen barras grandes de refuerzo u otros obstáculos, con el fin de dirigir el shotcrete hacia atrás de las barras. O bien en secciones gruesas, para que el rebote salte lejos. Cuando hay acero de refuerzo u otros insertos, la inclinación de la boquilla es de 45 grados en ambas direcciones, esto es, transversal y longitudinalmente. En superficies planas simples, no obstruidas, la boquilla se orienta siempre perpendicularmente a ella.

La distancia de la boquilla al área de aplicación es normalmente de 0.6 a 1.5 m. Dentro de este rango, la fuerza de impacto es suficiente para obtener buena compactación.

Las boquillas de shotcrete pueden ser montadas en un pescante de grúa y manejadas a control remoto o mediante robots, especialmente en la construcción de soportes bajo tierra. Estos equipos no permiten un control tan preciso como el de una boquilla sujeta a mano, pero aportan seguridad al operador. También pueden utilizarse mangueras largas para obras de alta producción, como protección de laderas, revestimiento de túneles y de canales.

Con Ayuda del Hombre del Soplete

Cuando el trabajo es en múltiples capas, antes de cada nueva colocación, la superficie recién endurecida debe ser escobillada con cepillo grueso o raspada con una llana para remover cualquier rebote y sobrerrocío y prevenir la formación de lechosidad. Deben eliminarse las salpicaduras depositadas en barras expuestas antes de que endurezcan. No se coloca una nueva capa de shotcrete, mientras la anterior está aún trabajable.

El sobrerrocío se adherirá a cualquier objeto no protegido en los alrededores del trabajo, por lo que es necesario cubrir las superficies adyacentes o, en su defecto, limpiarlas rápidamente antes de que las salpicaduras se endurezcan.

Cuando hay riesgo de que el rebote sea atrapado, el operador de boquilla puede contar con la asistencia del “hombre del soplete”, que dirige hacia la superficie un lanzador de aire comprimido, eliminando cualquier rebote, sobrerrocío u otro material dañino.

Hay quienes afirman que no es necesario contar con el “hombre del soplete” para obtener un trabajo de calidad. Pero el autor de este artículo asegura que, en más de cuatro décadas de investigar pro-

blemas de shotcrete, nunca ha visto un caso en que una cantidad dañina de rebote haya quedado embebida, cuando se trabajó con este operario del soplete.

Alineación y Nivelación con Alambres Guía

Los alambres guía calibre 18, tensados ajustadamente en las esquinas y desviaciones, a intervalos de 0.9 ó 1.2 m, tienen ventaja sobre otros métodos de alineación y nivelación, porque dan libertad al ángulo de lanzamiento y facilitan la salida del aire y del rebote, en especial en elementos que tienen mucho refuerzo. Los alambres permiten completa libertad a la trayectoria de la boquilla, facilitando el llenado completo y la buena compactación detrás del refuerzo.

La práctica consiste en colocar la última capa de shotcrete un poco más adelante de los alambres de alineación y luego alisar la superficie ajustada a los alambres.

Operadores con menos experiencia tienden a emplear, principalmente en las esquinas, dispositivos para alineamiento más rígidos, como listones de madera y moldes. Cuando hay poco refuerzo y no se afecta el lanzamiento del hormigón, su uso es aceptable. Pero en aplicaciones estructurales con mucho refuerzo, éstas guías rígidas probablemente perjudicarán la colocación del shotcrete, debido a que pueden provocar la formación de cavidades en las esquinas, que impidan la salida fácil del aire y del rebote que, al quedar atrapado, puede incluso impedir el llenado y compactación del hormigón.

Para recubrimientos y cubiertas, pueden utilizarse como guía estacas graduadas, con la parte superior colocada al nivel definitivo. Éstas deben ser removidas a medida que avanza la obra.

Para asegurar un espesor suficiente en el shotcrete, se lanzan a través del hormigón varillas marcadas de madera o de acero. ◀

Fuente: “Understanding Shotcrete-Its Application”, by James Warner. Concrete International.

PROFESIONALES CHILENOS EN CONVENCIONES ACI

Como todos los años, profesionales chilenos asistieron a las dos asambleas anuales de 2004 del ACI. La primera fue en Washington D.C., entre el 14 y el 18 de marzo. En ella participaron Fernando Yañez, de la Comisión de Diseño Estructural; Carlos Videla y Manuel Saavedra, de la Comisión de Tecnología del Hormigón; Juan Pablo Covarrubias y Augusto Holmberg, del ICH. A la segunda asamblea, en octubre, en San Francisco, asistieron Juan Pablo Covarrubias y Augusto Holmberg. Este último ha sido designado recientemente como miembro del Comité 550 de «Estructuras de Hormigón Prefabricado» con derecho a voz y voto. La misión de este comité, uno de los más activos del ACI, es desarrollar y recabar información, además de perfeccionar y mantener estándares para las estructuras prefabricadas de hormigón.

ORDENACIÓN DIACONAL DE FUNCIONARIO DEL ICH



Miguel Ortiz Omegna junto a su señora Nuria Yepsen y sus tres hijos, José Miguel, Sergio y María Teresa en el frontis del Templo Votivo de Maipú, momentos después de recibir su Ordenación como Diácono.

toral en la Capilla Nuestra Señora de la Paz, perteneciente a la parroquia Cristo Evangelizador y Solidario, de Cerro Navia.

El ICH participa a sus colaboradores y amigos su alegría por la consagración de uno de sus empleados, Miguel Ortiz Omegna, como Diácono Permanente de la Iglesia de Santiago. La ceremonia de ordenación se llevó a cabo el domingo 29 de Agosto en el Templo Votivo de Maipú y fue presidida por el obispo auxiliar de Santiago, Monseñor Ricardo Ezza-ti. Miguel, quien lleva más de 20 años en el ICH, realiza su labor pas-

VERSIÓN ESPAÑOLA DEL ACI 318 BASADA EN TRADUCCIÓN CHILENA

En el marco de la convención de primavera 2004 del ACI realizada entre el 14 y el 18 de marzo en la ciudad de Washington, se realizó el 2º International Workshop de las Américas, en torno al tema Código ACI 318. En esa oportunidad se presentó el primer borrador de la traducción del documento al español, basado en la traducción chilena. Se espera que la publicación final de la versión española del Código esté disponible el próximo año. El workshop es una reunión organizada cada 8 meses por el ACI, con el fin de generar discusiones entre profesionales sobre los avances tecnológicos.

ICH EN COMITÉ DE ESTÁNDARES DE ALBAÑILERÍA, MSJC.

El jefe del área de edificación del ICH, Augusto Holmberg, participó en las dos convenciones que realizó el Comité de Estándares de Albañilería, MSJC, durante 2004, en Kansas City y en Baltimore, Estados Unidos. En las dos oportunidades integró dos sub-comités: el de “Marcos rellenos con albañilería” y el de “Diseño al corte en albañilería”. Holmberg además forma parte del grupo de trabajo que estudia la posibilidad de actualizar las normas chilenas haciendo una edición simplificada del código norteamericano de albañilería, ACI 530.

“CONTROL DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE EDIFICIOS”

El seminario fue dictado por Robert E. Englekirk, quien proyectó el edificio más alto del mundo construido con hormigón prefabricado, de 39 pisos y 128 m de altura, en San Francisco California. Englekirk presentó un procedimiento de diseño basado en desempeño, fundado en la comprensión del comportamiento de los componentes estructurales y los estados límite que pueden desarrollar. Esta metodología significará en un futuro próximo un cambio radical en los actuales procedimientos de diseño sísmico, los que no contienen una evaluación explícita de la respuesta inelástica de la estructura ni de los niveles de daño que ésta puede alcanzar en un evento sísmico severo.

CONFERENCIA SOBRE NOVEDADES EN DISEÑO DE ESTRUCTURAS PREFABRICADAS

El presidente del Comité 550 “Precast Concrete Structures” del ACI, Vilas Mujumdar, invitado a Chile por el ICH, realizó dos importantes actividades: una mesa redonda en la Cámara Chilena de la Construcción y una conferencia en el IDIEM. En la primera, Mujumdar presentó detalladamente el programa NEES (Network for Earthquake Engineering Simulation) de la National Science Foundation de EE.UU., analizando las alternativas de participación de investigadores chilenos. El programa NEES incluye, entre otros aspectos, la conexión en red de 15 centros experimentales de última generación en ingeniería sísmica, herramientas de cola-

boración en línea, integración de modelos experimentales y de simulación en forma remota y en tiempo real, y una base de datos abierta con la información detallada de todas las investigaciones realizadas.

La conferencia en el IDIEM de la Universidad de Chile fue sobre “*Diseño Sísmico de Estructuras Prefabricadas de Hormigón—Contribuciones del Comité ACI-ASCE 550*”, que incluyó los nuevos desarrollos de diseño sísmico para estructuras prefabricadas realizados por el Comité 550, entre ellos “Emulating Cast-in-Place Detailing in Precast Concrete Structures”.

ICH EN CONGRESO DE FICEM

El ingeniero del ICH Cristian Masana participó en el XIV Congreso y Asamblea de socios FICEM que se realizó a fines del mes de Octubre en Cartagena de Indias, Colombia. La asistencia tuvo como objetivo conocer los avances en el diseño y construcción de pavimentos de hormigón en los países miembros de FICEM y mostrar la actualidad chilena en esta materia. Masana también intervino en la reunión del Comité de Vías y Pavimentos, del cual ICH es miembro junto a 5 países, donde se discutió el programa de actividades del próximo año, para potenciar y mejorar el uso de los pavimentos construidos con hormigón.

ICH EN ACTUALIZACIÓN DE HDM-4

El ICH, participando del consorcio HDM-Global, ganó la propuesta para administrar y desarrollar las futuras versiones de la base de datos de pavimentos HDM-4 del Banco Mundial. El consorcio está formado por instituciones de Australia, Inglaterra, Francia y Chile. El contrato es por 5 años, a partir del próximo, con derechos exclusivos de distribución de las nuevas versiones de HDM-4 que sean desarrolladas por este consorcio.

CHARLA DE INGENIERO DEL ICH EN EL EARTHQUAKE ENGINEER RESEARCH INSTITUTE

Augusto Holmberg participó con dos trabajos en la Conferencia de la Asociación Internacional de Ingeniería Sísmica EERI que se realiza cada 4 años y en donde se muestra el comportamiento de las estructuras de acero, madera y hormigón en los últimos terremotos ocurridos en el mundo. Este año la reunión fue en Vancouver, Canadá, con asistencia de más de dos mil personas. Los temas presentados por el ingeniero del ICH fueron “Edificio Híbrido construido en la Expo Hormigón ICH 2003” y “Algunos Resultados de la Investigación FDI sobre Albañilerías Confinadas”.

CURSO A PROFESORES Y ENTREGA DE MATERIAL DE TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN EN DUOC

Más de 20 profesores del DUOC asistieron entre el 5 y 7 de agosto al curso de entrenamiento dado por el ICH como preparación al examen de certificación TEHFO (Técnico en Ensayos de Hormigón Fresco en Obra), que una vez aprobado, los faculta para ser relatores en los cursos que imparte el DUOC. Para el próximo año está programado impartir un curso previo a los exámenes de certificación como SITHO, Supervisor e Inspector Técnico de Obras de Hormigón.



Marcelo von Christmar, Rector Duoc UC, recibe de manos de Juan Pablo Covarrubias, Gerente del ICH, la importante donación bibliográfica.

El ICH entregó al DUOC material de tecnología del hormigón que será incluido en sus programas de estudio, permitiendo que también los alumnos se capaciten para rendir exámenes de certificación como TEFHO.

ALMUERZO TECNOLÓGICO CDT

El miércoles 18 de Agosto se realizó el almuerzo tecnológico de la CDT en la Cámara Chilena de la Construcción, durante el cual Juan Pablo Covarrubias, gerente del ICH, expuso el proyecto FDI “Reducción de Costos y Conflictos en la Industria de la Construcción a través del Mejoramiento de las Especificaciones Técnicas”, mostrando los alcances y los adelantos del proyecto.

Es Posible Mejorar la Calidad de la Albañilería en Chile

Exitosa Misión Tecnológica a EE.UU.

La gran conclusión de la misión tecnológica a Estados Unidos realizada entre el 20 y el 26 de agosto, fue tomar conciencia de que es necesario promover en Chile la albañilería en general, como forma de construcción, antes que cada material en forma particular, para mejorar la productividad y la calidad. Y eso se puede hacer fácilmente, coordinando a todas las partes integrantes de una obra y capacitando a los albañiles.

El ICH creyó necesario organizar y llevar a cabo una Misión Tecnológica a Estados Unidos integrada por empresarios de la construcción, fabricantes de unidades de albañilería y productores de mortero, con el fin de observar en terreno cómo se trabaja la albañilería en Chicago y San Diego, la primera zona dominada por condiciones climáticas adversas y la otra emplazada en una región altamente sísmica.

La idea surgió en la Expo Hormigón ICH-2003, en donde 3 albañiles norteamericanos hicieron una demostración práctica con materiales chilenos (cemento, arena y cal), pero guiados por las especificaciones usadas normalmente en Estados Unidos en la preparación de morteros. Durante esa experiencia se pudieron apreciar grandes diferencias entre su trabajo y el nuestro, tanto en la calidad de ejecución, como en la terminación y en la velocidad de construcción, con resultados muy superiores a los estándares nacionales. Estas diferencias se pueden atribuir fundamentalmente a la calidad del mortero utilizado, al uso de herramientas y equipos adaptados especialmente para albañilería y a procedimientos que reducen el esfuerzo físico y aumentan la velocidad de construcción.

El grupo que viajó a Estados Unidos estuvo formado por 21 personas pertenecientes a 17 empresas o instituciones ligadas al sector construcción, proveedores de materiales, empresas constructoras, organismos públicos, universidades. Estas fueron: Bascuñan Maccioni e Ingenieros Asociados, Cementos Bio-Bío, Cerá-



Aquí se observa el grupo completo que asistió a la Misión Tecnológica Albañilería 2004 frente al Hotel Hilton en San Diego, Estados Unidos.

micas Santiago, Corfo, Echeverría Izquierdo Ingeniería y Construcción, Empresa Constructora Curacaví, Empresas Melón, Inacesa, Industrias Princesa, Ingeniería y Construcción Ingevec, Municipalidad de Vitacura, Novatec, Prefabricados Grau, Presec, Ready Mix, Soproc, Universidad del Bío Bío.

Para la organización de esta misión tecnológica se contó con el apoyo de la empresa Hanley Wood, organizadora de la feria de la construcción World of Concrete, y de Marshall Town, principal fabricante de herramientas para albañilería de Estados Unidos, quienes coordinaron las visitas. Estas incluyeron obras hechas con albañilería, unas terminadas y otras en construcción, entre las cuales había colegios, hospitales, edificios de departa-

mentos, etc. También se visitaron plantas de mortero, de bloques y de ladrillos y centros de entrenamiento y capacitación de albañiles. Se pudieron apreciar las grandes posibilidades en textura, forma y color de los ladrillos cerámicos y de los bloques de hormigón como elementos de terminación arquitectónica.

Mejores Procedimientos que se Pueden Adoptar en Chile

Una de las diferencias de la construcción norteamericana con la nuestra, es que en Estados Unidos todas las operaciones constructivas se subcontratan. Hay un contratista general, que es la empresa, como gran coordinador de todas las actividades que hacen empresas

externas. Esto permite mejorar el nivel de especialización y por lo tanto se gana en eficiencia. En Chile, en cambio, la tendencia es que la misma empresa constructora realiza todas las actividades necesarias en una obra.

En cuanto a los procedimientos constructivos, se detectaron diferencias en la calidad del mortero que es de gran plasticidad y adherencia, en la colocación del mortero, en el uso de herramientas especiales para albañilería y en el sistema de andamios utilizado.

Según el gerente del ICH, la gran conclusión de la misión tecnológica fue tomar conciencia de que es necesario promover en Chile la albañilería en general, como forma de construcción, antes que cada material en forma particular, para mejorar la productividad y la calidad. Y eso se puede hacer fácilmente, coordinando a todas las partes integrantes de una obra y capacitando a los albañiles. En la visita a Estados Unidos se pudo confirmar el enorme potencial que tienen las albañilerías para mejorar los actuales rendimientos.

Ya han surgido iniciativas para promover la productividad y calidad de la albañilería entre las empresas que participaron en el viaje, las que junto con el ICH, están organizando un programa de desarrollo y ensayo de morteros, validando su uso en el país. Para ello se han importado 200 sacos de mortero y una mezcladora, con el fin de homologar productos y procedimientos de construcción desarrollados en Chile, de acuerdo la experiencia obtenida en la gira tecnológica.

El 22 de julio, el ingeniero del ICH Augusto Holmberg hizo una presentación en la Municipalidad de Providencia sobre la misión y las novedades vistas, en el marco de los Encuentros Profesionales del ICH, con más de 100 asistentes.

Por otra parte, dada la gran importancia que tienen las habilidades del albañil en el éxito final de una obra, el ICH está implementando la certificación de competencias laborales del ACI también en este rubro. ◀



En esta visita se pudo apreciar la construcción de un conjunto de edificios de 4 pisos destinados a uso mixto, comercial y residencial. La construcción típica de Chicago es con doble muro, en el cual el muro exterior es de ladrillo a la vista y el muro interior es de bloques de hormigón con relleno completo de huecos.



Visita a la sinagoga Beth Israel que ha recibido numerosos premios tanto en EE.UU como en otros países por la calidad de su diseño y construcción. Corresponde a una estructura construida completamente con bloques de hormigón, en el que se mezclan diferentes texturas y colores.



En el centro de entrenamiento de la International Union of Bricklayers and Allied Craftworkers se pudieron conocer las instalaciones utilizadas para la capacitación y formación de albañiles y practicar la colocación de bloques y ladrillos.

Robert Englekirk: Diseño Basado en el Comportamiento de las Estructuras



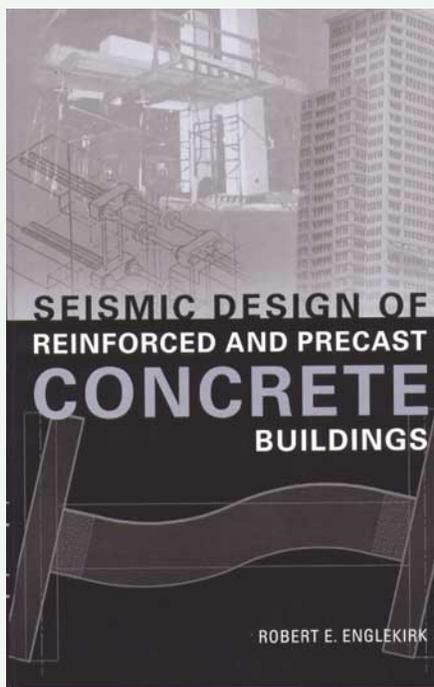
Englekirk, ingeniero estructural, doctorado en la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA), lleva más de 35 años haciendo diseño estructural basado en comportamiento. Recientemente fue invitado por el ICH y la Universidad Católica a dictar un seminario sobre “Control de Comportamiento Sísmico de Edificios a través del Diseño”, que generó un interés muy superior al esperado, congregando casi a 200 asistentes.

Actualmente, Robert Englekirk es profesor adjunto en la Universidad de California en San Diego, donde enseña Diseño Avanzado en Hormigón Armado y Pretensado. Ha escrito dos libros: “Estructuras de Acero: Control del Comportamiento a través del Diseño”, en 1994, y “Diseño Sísmico de Edificios de Hormigón Armado y Prefabricado”, en 2003. Fundador de la empresa Englekirk Partners Inc., proyectó el edificio de hormigón prefabricado más alto del mundo, de 39 pisos y 128 m de altura, en la ciudad de San Francisco, en Estados Unidos.

Cada Estructura es Única y Diferente de las Demás

Según Englekirk, para comenzar a diseñar es necesario comprender los conceptos fundamentales del diseño. “Hay que entender los principios básicos del comportamiento de una estructura, saber cómo aplicarlos y diseñar el modelo que resulte más conveniente.”

Para poder predecir el comportamiento que tendrá un edificio en caso de terremoto, antes de hacer los cálculos, se debe conocer la respuesta histórica que han tenido las estructuras frente a los



movimiento sísmicos. De este modo, se puede controlar ese comportamiento a través del diseño. Después de más de 35 años trabajando con esta lógica, asegura que con este método de diseño se construyen edificios que, además de comportarse bien sometidos a un sismo, cumplen sus objetivos funcionales y estéticos, minimizando los costos de construcción y diseño.

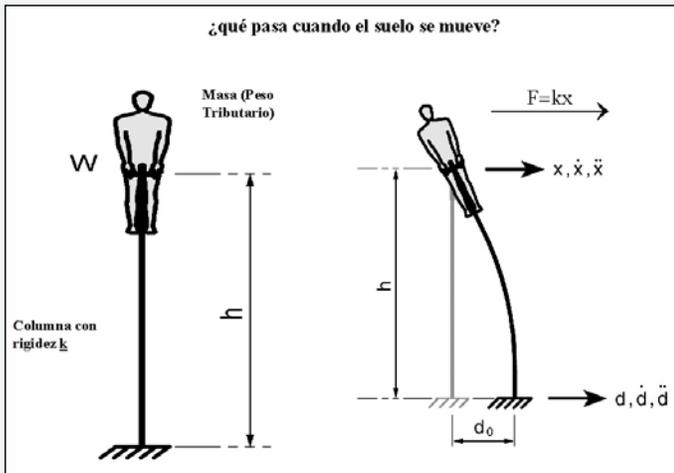
“El diseño basado en comportamiento tiene, en realidad, la misma base que el diseño tradicional,” asegura Englekirk, “pero en los últimos 40 años el diseño tradicional se ha desviado en otra dirección, que no sigue los fundamentos que eran la base hace 40 años. El código ha introducido métodos de diseño que no siguen los fundamentos, que se apartan más y más

de los principios básicos. No se puede poner todo en un recipiente como si fuera una comida: una porción de sal, un poco de pimienta, un poco de canela... No hay una fórmula única. Lo que ha pasado en los últimos años es que hemos tratado de crear una fórmula que funcione en todos los lugares, para todas las estructuras. Pero no hay ninguna estructura igual a otra.”

“Yo propongo volver a los principios básicos y seguirlos, pero más en dirección de comportamiento. En la actualidad diseñamos como si hubiera una fuerza bien definida. Ahora tenemos muchos más conocimientos sobre los sismos y su magnitud, y tenemos muchas más herramientas. El método tradicional de ingeniería ha tratado de convertir ese movimiento en una fuerza, pero el diseño sísmico no se puede traducir en fuerza, porque es muy difícil decir cuánta fuerza es y cómo es. Porque después de salir de la región elástica, no hay relación entre la fuerza y el desplazamiento. En los últimos 40 años, en los códigos hemos tratado de crear una relación entre la fuerza y el comportamiento. En realidad, si yo sé que un terremoto va a llegar a un desplazamiento tal, puedo hacer pruebas a ver si el edificio se comportará bien con ese desplazamiento. No puedo saber cuánta es la fuerza, como tampoco conocemos todos los tipos de estructuras y clases de resistencia. Pero, volviendo a los principios básicos, en vez de predecir la fuerza, predecimos el desplazamiento. Es mucho más fácil hacer el diseño correcto cuando se entiende y se analiza el impacto de los sismos sobre determinadas estructuras. Así podemos predecir cuánto puede deformar el sistema, sometido a un terremoto.”

Después de años de postular este método de diseño, Englekirk ve con satisfacción que en los códigos de diseño de California ya se ha introducido la aplicación del diseño basado en comportamiento como un método alternativo, que permite obtener estructuras que responden

mejor a los movimientos de la tierra y son menos costosas. El profesional explica que, por ejemplo, analizando la cantidad de acero que se utilizará en un edificio, “si se trata de hacer diseño basado en fuerza, da la impresión que si se necesita una barra, poner dos sería mejor. Pero la verdad es que poniendo más materiales resulta una estructura con peor comportamiento, porque está más rígida. Aparte de que poner más y más acero ocasiona otros problemas de comportamiento.”



mejor a los movimientos de la tierra y son menos costosas. El profesional explica que, por ejemplo, analizando la cantidad de acero que se utilizará en un edificio, “si se trata de hacer diseño basado en fuerza, da la impresión que si se necesita una barra, poner dos sería mejor. Pero la verdad es que poniendo más materiales resulta una estructura con peor comportamiento, porque está más rígida. Aparte de que poner más y más acero ocasiona otros problemas de comportamiento.”

Ductilidad es el Elemento Clave

La ductilidad es el atributo esencial de una estructura que debe responder a fuertes movimientos sísmicos. Sirve para absorber el shock y transforma la fuerza transmitida en una fuerza sustentable. Según Englekirk, esta fuerza sustentable resultante ha sido usada tradicionalmente para diseñar una representación hipotéticamente elástica. Esta simplificación del diseño es engañosa, porque trata con una estructura ficticia y la ductilidad llega a ser la consecuencia incidental de un diseño. Recientemente, se ha intentado dirigir el foco del proceso de diseño

a la estructura real y a la previsión del comportamiento.

En un sismo, la relación fuerza–desplazamiento varía para los distintos elementos estructurales. El ingeniero debe anticipar el comportamiento del edificio para asignar la rigidez apropiada, utilizando registros sísmicos históricos.

Es difícil que quienes aprendieron a diseñar basados en la teoría elástica, incorporen el concepto de ductilidad, porque creen que el desplazamiento de una estructura dúctil es mayor a su equivalente elástico. Pero Englekirk dice que el diseño basado en los desplazamientos es una manera muy fácil y eficiente de diseñar, y menos especulativo que los diseños basados en fuerza.

El Diseño es más un Arte que una Ciencia

Para conocer cómo funciona un método de diseño, es necesario observar el desempeño de los edificios en el tiempo. “La experiencia no es el haber construido muchos edificios, sino que esas construcciones hayan comprobado su buen comportamiento”, asegura Englekirk.

El diseñador también necesita conocer el desempeño de los componentes. Para ello debe hacer ensayos y analizar los resultados. Es importante que esté familiarizado con el comportamiento de los materiales en cuanto a rigidez, nivel de deformaciones unitarias, ductilidad. Lo fundamental es que el ingeniero mantenga uniformidad entre los valores sacados de los ensayos y los utilizados en el diseño.

En cuanto al diseño de albañilerías, según Robert Englekirk, la tendencia es la misma: diseñar basándose en el comportamiento de las estructuras.

Un concepto básico para ser un buen diseñador es entender, no sólo en forma analítica, sino también intuitiva, aquellos elementos que impactarán significativamente en el comportamiento de una estructura. Esta intuición y la capacidad de tomar decisiones no permitirán que el diseñador sea reemplazado por la computadora. Porque según Englekirk, el diseño estructural es una arte más que una ciencia. ↩

ICH ENTREGA INFORMACIÓN POR INTERNET

BOLETÍN HORMIGÓN AL DÍA ON LINE Y HORMIGÓN NEWS

A partir del próximo número, el **Boletín Hormigón al Día** será también difundido en archivo digital, vía e-mail. Así usted lo podrá recibir en forma periódica y más expedita, pudiendo imprimirlo y mantener siempre disponible su colección personal en su computador.

Junto con esta iniciativa, el ICH ha lanzado un nuevo canal de información: **Hormigón News**, cuya finalidad es entregar en forma periódica noticias e informaciones sobre las actividades realizadas por el ICH, con links a artículos interesantes y avances tecnológicos.

Quienes deseen recibir uno o ambos productos del ICH en su computador, deben inscribirse en la siguiente dirección: www.ich.cl/formulario, o bien llenar el siguiente cupón y enviarlo al fax (56-2) 2339765.

Formulario Único de Inscripción ICH

Si su Rut está inscrito puede buscar sus datos con él. Sus datos aparecerán automáticamente.
Tiene la opción de no ingresar su Rut al registro, y sólo deberá completar sus datos cada vez que realice la inscripción a alguna actividad.

RUT: (##### #)

Nombres

Apellido Paterno Apellido Materno

Profesión Especialidad Aditivos

E-Mail Teléfono Particular

Empresa:

Cargo:

Dirección:

Ciudad Comuna

País Teléfono Oficina

Fax Teléfono Celular

Áreas de interés

<input type="checkbox"/> Albañilería	<input type="checkbox"/> Inspección Técnica	<input type="checkbox"/> Prefabricados
<input type="checkbox"/> Construcción con hormigón	<input type="checkbox"/> Normativa	<input type="checkbox"/> Puentes
<input type="checkbox"/> Construcción en Altura	<input type="checkbox"/> Obras Civiles	<input type="checkbox"/> Shotcrete
<input type="checkbox"/> Construcción en 1 y 2 pisos	<input type="checkbox"/> Obras Mineras	<input type="checkbox"/> Tecnología del Hormigón
<input type="checkbox"/> Especificaciones Técnicas	<input type="checkbox"/> Pavimentos	<input type="checkbox"/> Vivienda Industrializada
<input type="checkbox"/> Hormigon Arquitectónico	<input type="checkbox"/> Pisos Industriales	<input type="checkbox"/> Otras

Interés en el ICH

<input type="checkbox"/> Asesorías	<input type="checkbox"/> Consultas Técnicas	<input type="checkbox"/> Seminarios
<input type="checkbox"/> Boletín Hormigón al día	<input type="checkbox"/> Cursos	<input type="checkbox"/> Otros
<input type="checkbox"/> Certificación	<input type="checkbox"/> Expo Hormigón ICH	
<input type="checkbox"/> Charlas Técnicas	<input type="checkbox"/> Publicaciones	

Inscripción de Cursos:

<input type="checkbox"/> Ensayos Hormigón Endurecido	<input type="checkbox"/> Ensayos Avanzados en Aridos y Hormigon	<input type="checkbox"/> Construcción de Obras de Hormigón
<input type="checkbox"/> Construcción de Losas Planas de Hormigón	<input type="checkbox"/> Preparación e Instalación de Moldajes Ind	<input type="checkbox"/> Certificación SITO H
<input type="checkbox"/> Certificación TEHFO	<input type="checkbox"/> Certificación TTPH	<input type="checkbox"/> Certificación FTTPH
<input type="checkbox"/> Certificación TEAHL I	<input type="checkbox"/> Certificación TEAHL II	<input type="checkbox"/> Certificación TEHE
<input type="checkbox"/> Certificación EIMI		

