

# Hormigón

*Al día*

AÑO 2001

NÚMERO 25

## ICH PREMIA LA EXCELENCIA EN EL TRABAJO CON HORMIGÓN

El 21 de noviembre se entregaron los premios ICH-2001, en tres categorías: trayectoria profesional, en reconocimiento a un trabajo personal; desarrollo tecnológico, que se concede a una empresa; y aplicación tecnológica, que resalta obras importantes construidas con hormigón.

La innovación no está ligada necesariamente a cambios dramáticos y súbitos. Se asocia, más bien, a una actitud de mejoramiento cotidiano, paso a paso, pero positivo y sólido. El innovador no acepta las cosas porque sí. Busca respuestas, se cuestiona, investiga y finalmente, crea.

Esta actitud es la que el ICH premia cada año, en reconocimiento a la investigación, el diseño, la introducción de tecnología, la productividad y la excelencia en el trabajo con hormigón.

Premio "TRAYECTORIA PROFESIONAL": recayó en **Patricio Downey Alvarado**, por su labor en el desarrollo de la tecnología del hormigón. Además de asesorar empresas, integrar comisiones técnicas y participar en la elaboración de normas relacionadas con el hormigón, es miembro de tres comités del American Concrete Institute: ACI 546 – Reparaciones de Hormigón-; ACI 225 – Cementos Hidráulicos-; ACI 232 –

Cenizas Volantes y Puzolanas Naturales en el Cemento-.

Premio "DESARROLLO TECNOLÓGICO": otorgado a la **Empresa Constructora Vial y Vives Ltda.**, por su destacada trayectoria en la construcción con hormigón y su constante preocupación por la calidad de sus obras. En sus 23 años de existencia ha participado con éxito en proyectos de gran envergadura, impulsando siempre la capacitación de su personal y desarrollando políticas de prevención de riesgos, que le han significado la obtención de numerosos premios por las bajas tasas de accidentalidad.

Premio "APLICACIÓN TECNOLÓGICA": adjudicado a la **Capilla "Santa María", de las Brisas de Santo Domingo**, por su interesante arquitectura y el empleo de hormigón arquitectónico de color. Fue diseñada por el arquitecto Fernando Domeyko y construida por la Empresa Constructora Ignacio Hurtado para la Inmobiliaria Las Brisas.◀



Instituto del Cemento  
y del Hormigón de Chile

### EN ESTE NÚMERO:

ICH Premia la Excelencia en el Trabajo con Hormigón pág. 1

Editorial ¿Qué es Primero el Huevo o la Gallina? pág. 2

¿Cómo Elegir un Buen Agente Desmoldante? pág. 3

Los SI y los NO de los Moldajes Verticales pág. 4

Noticias pág. 6

Expo Hormigón ICH-2001 en Fotos pág. 8

El Deslizamiento de los Moldes es Un Arte más que una Técnica pág. 10

Folleto y Video con las Novedades de Expo Hormigón ICH - 2001 pág. 12

Representante Legal: Juan Pablo Covarrubias T.

Editor: María Eugenia Seguel A.

Colaboradores Permanentes:

Gabriela Eguiluz R.  
Augusto Holmberg F.  
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](mailto: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

## ¿QUÉ ES PRIMERO, EL HUEVO O LA GALLINA?



**E**l ICH tiene un constante afán de superación y de mejorar la práctica de la construcción con hormigón en Chile. Pero ¿por dónde empezar? ¿Quién tiene la facultad y la capacidad para modificar las cosas, para introducir tecnología nueva, para eliminar errores y paradigmas que han regido las obras de construcción por años?

Si los que toman las decisiones, autoridades, diseñadores y propietarios, requieren un nuevo sistema de construcción, esto no asegura que haya un cambio de mentalidad hacia una práctica moderna y tecnificada. Desde ya, surgirá un inconveniente para contratistas y operarios, porque tendrán que aprender técnicas nuevas, lo que significa gran esfuerzo para las empresas que quieran sumarse a los adelantos del mundo moderno.

Ahora, si el cambio lo quieren realizar los contratistas, el margen de acción es pequeño, porque se tienen que ceñir a las especificaciones de los calculistas y a los conocimientos prácticos del personal técnico y de obra. Éste fue el motivo de la primera Expo Hormigón-ICH el año pasado: un propietario necesitaba un centro de distribución de alimentos de grandes dimensiones para operar con grúas horquillas de hasta 16 metros. Para su buen funcionamiento, estas máquinas exigen un piso súper liso, puesto que una pequeña desviación en la base, es muy significativa en la parte alta de la grúa, malogrando la habilidad de ésta para maniobrar correctamente la mercadería en los estantes. En Chile no había tecnología suficiente para construir la losa súper plana que se necesitaba. Entonces el contratista encargado de la construcción buscó ayuda técnica e interesó a los profesionales del ICH en traer a nuestro país la tecnología necesaria para lograr el objetivo de la empresa alimenticia. Fue un salto importante para la práctica de la ingeniería en nuestro medio: después de la primera Expo Hormigón-ICH se trajeron máquinas y equipos de última generación y los mandantes saben ahora que pueden exigir a las empresas constructoras un piso perfectamente plano y liso.

En nuestra segunda Expo Hormigón-ICH sobre moldajes y terminaciones superficiales de hormigón, la idea fue: una obra de hormigón bien ejecutada, al desmoldar no debe necesitar de estuco para reparar defectos. Y esto también se logró en la construcción del muro arquitectónico curvo y en el edificio de la antesala del Pabellón del Hormigón.

Falta analizar el último eslabón de la cadena: los estudiantes universitarios, futuros ingenieros, arquitectos y constructores, y los alumnos de la enseñanza media técnico-profesional, que serán los encargados de la construcción en obra. El cambio de paradigmas también puede generarse entre ellos, pero les falta la capacidad económica y el poder de decisión para introducir estos cambios. El ICH sabe que sin prepararlos a ellos, nada pueden hacer las decisiones tomadas desde arriba o las exigencias de los contratistas. Por eso, insertados dentro de las Expo Hormigón-ICH, se dictan seminarios para profesionales y estudiantes y se ofrecen cursos de capacitación para los técnicos que deseen obtener certificaciones laborales internacionales. Todo esto aparte de los cursos y seminarios permanentes que imparte el ICH durante el año, con profesionales nuestros y del American Concrete Institute, con el que el ICH tiene una sociedad afiliada internacional.

No cabe preguntarse qué es primero, si el huevo o la gallina. Todo va junto: hay que buscar la tecnología, traerla, interesar a los que toman las decisiones y mostrar obras construidas con ella a los mandantes, para que la exijan a los contratistas. Hay que permitir a los diseñadores especificar con tecnología de punta y ayudar a los contratistas para que puedan cumplir con los diseños; enseñar la tecnología a los estudiantes y a los técnicos, y traer a expertos internacionales para que muestren la práctica tecnológica en terreno.

No se trata de cambiar por cambiar, sino de mejorar los sistemas constructivos para obtener un producto final mejor, que signifique ahorro económico en materia prima, en tiem-

pos de ejecución, en mano de obra y en futuras operaciones correctamente hechas, recursos que se podrán utilizar en nuevas construcciones, que a su vez, son nuevas fuentes de trabajo.

En una charla a los universitarios durante la Expo Hormigón-ICH 2001, el gerente del ICH, Juan Pablo Covarrubias, decía: "Estamos convencidos de que si uno elige para cada ítem lo más barato, no se ahorra en el costo total de la construcción. Hay que evaluar el costo de la obra en su totalidad, en el total de operaciones. Por ejemplo, si yo ahorro en el arriendo de moldaje, pero después tengo que gastar en estuco para reparar defectos, pierdo plata, porque el estuco es mucho más caro de lo que puede ser un moldaje mejor." Y aquí viene entonces la tecnología: buscar el mejor molde me significa gastar un poco más, pero ahorro en reparaciones que son muy costosas.

La idea quedó planteada y las Expo Hormigón-ICH ya son una realidad que continuarán presentándose todos los años, porque las necesitan todos los actores de la construcción, como quedó demostrado en esta oportunidad, en que acudieron tres veces más personas que a la primera feria. El ICH, como instituto técnico, se ha propuesto buscar en el mundo la tecnología más avanzada para traerla a Chile, mostrarla, enseñarla e incorporarla a la práctica nacional.

Introducir tecnología en Chile no es fácil. Por eso da gusto ver el empeño que ponen los ingenieros del ICH en interesar a sus pares profesionales por construir cada día mejor. Son incansables. Apenas terminó la feria de este año ya andaban por Europa y Estados Unidos, visitando empresas, buscando material y entusiasmando a expertos para la próxima Expo Hormigón-ICH 2002, que será sobre Prefabricados.

Todos los esfuerzos que se hagan por mejorar la construcción, redundarán, a la larga, en un beneficio para toda la comunidad.

# Recomendaciones

## ¿Cómo elegir un buen agente desmoldante?

Para saber si un agente desmoldante satisface significativamente los estándares para ser aplicado en invierno y verano, minimizando la adherencia de hormigón en los moldes y produciendo una obra de buena calidad, se deben conocer los productos que hay en el mercado y cómo usarlos en determinadas superficies y condiciones de trabajo.

### PRINCIPALES TIPOS DE AGENTES DESMOLDANTES

- Aceites puros (no recomendados)
- Aceites puros con agentes tenso-activos (humectantes)
- Emulsiones en crema (agua en aceite)
- Emulsiones solubles en agua (agua en aceite) (no recomendadas)
- Agentes desmoldantes químicos
- Pinturas, lacas, ceras y otros recubrimientos sellantes
- Emulsiones de ceras (no hay suficiente información disponible)

### CONDICIONES DE UN BUEN AGENTE DESMOLDANTE

- no daña al hormigón ni al moldaje
- ayuda a conseguir una superficie sin defectos
- no tiene efectos adversos sobre el moldaje
- contribuye a obtener el máximo número de re-usos de los moldes
- no necesita ser mezclado con otro producto
- es fácil de aplicar en forma pareja en las coberturas recomendadas
- permite la adhesión de terminaciones aplicadas sobre la superficie moldeada
- no es contaminante

### AGENTES RECOMENDADOS DE ACUERDO A LA SUPERFICIE

**Superficie absorbente.** Muchas maderas no tratadas o maderas laminadas, especialmente las maderas blandas, absorben el agente desmoldante. Para evitar esto, antes de aplicar el agente desmoldante, es preciso dar a las maderas alguno de estos tratamientos, por una sola vez:

- Una o más capas del agente desmoldante normal
- Capa de pintura o barniz
- Aplicación de cera
- Una mano pintura de cemento para eliminar excesos de azúcar de los moldajes nuevos de madera para superficies de alta calidad. Consiste en una mezcla de cemento y agua, de consistencia similar a la pintura, que se deja actuar 24 horas sobre la madera. Los restos de cemento en polvo se cepillan antes de aplicar el agente desmoldante.

(Los parches de pintura o barniz pueden desgastarse con el uso y no pueden ser renovados debido a la absorción del agente desmoldante en la cara del molde, lo que puede producir manchas en el hormigón)

**Superficie no absorbente, impermeable.** El agente desmoldante tiende a salirse y secarse, lo que sucede frecuentemente cuando el tiempo transcurrido entre su aplicación y la colocación del hormigón es prolongado, como por ejemplo en las cubiertas de los puentes. La situación se agrava por la acción de vientos secos, luz solar fuerte y lluvia. Los agentes más apropiados en estas circunstancias son los aceites puros y desmoldantes químicos. Debe aplicarse una capa de agente desmoldante lo más próxima posible al momento de la primera colocación de hormigón y antes de cada colocación siguiente.





# LOS SÍ Y LOS NO DEL MOLDAJE VERTICAL

*La mitad del costo total, o más, de una estructura de hormigón es el moldaje y el trabajo con moldaje.*

*Pequeños ahorros en costos de moldaje pueden pagar por otros procesos de construcción.*

*Un buen estudio y la programación del moldaje pueden bajar costos, obtener ahorros importantes y ayudar a la pronta recuperación de la inversión.*

## 1.- DISEÑO DE MOLDES

Todos los moldes tienen 4 componentes además de los puntales: superficie interior o cara de contacto metálica o de madera contrachapada, panel o largueros, travesaños y pernos de amarre.

**Superficie interior** es la parte del molde que entra en contacto y recibe la carga del hormigón. El material de esta superficie está determinado por el proyecto o por el contratista. La deformación aceptable es también fijada por el proyecto o por el contratista. Una vez definido el tipo de cara de contacto, se debe establecer la velocidad de hormigonado y la deformación aceptable a este nivel, para poder diseñar el resto de las partes.

**Panel o largueros.** Son la estructura de soporte de la placa de contacto con el hormigón. Se diseña de acuerdo a las deformaciones aceptables, las presiones del hormigón y espesor (resistencia) de la placa.

**Travesaños:** respaldan los paneles o soportes verticales. Su diseño debe estar de acuerdo a las cargas de las presiones del hormigón

**Pernos de amarre:** deben soportar la presión del hormigón y mantener los moldes unidos, y en algunos sistemas, mantener la separación entre ellos. La capacidad de trabajo de los pernos de amarre se determina por los metros cuadrados de superficie de contacto que soporta, multiplicada por la presión y por el factor de seguridad. Es importante considerar las presiones del borde al fondo de los moldes en este caso. Los bordes inferiores no cuentan con un soporte distribuido como en el resto de la superficie del moldaje. Se debe especificar el recubrimiento necesario para estas barras cuando se dejan dentro del hormigón.

En toda faena se debe indicar la velocidad de colocación del hormigón que determinó las presiones y cargas en el moldaje, para las cuales fue diseñado.

Otra parte importante del diseño de los moldajes, en el caso de hormigón a la vista, es la ubicación de las juntas de los paneles, la ubicación de los pernos de amarre y su relación con la ubicación de las juntas de paneles,

y la especificación de impermeabilidad de las uniones entre paneles. Cuando las juntas son completamente estancas, no presentan alivio de presiones, por lo que se debe tener especial cuidado en cumplir las presiones del hormigón y su velocidad de colocación.

Antes de decidir el moldaje que se usará en una obra y su diseño, se deben determinar, además de las características del hormigón, el método de colocación, el método de vibración y la logística de trabajo.

## 2.- COLOCACIÓN DEL HORMIGÓN

El "Manual de Práctica con Hormigón" del ACI, en la sección 301, recomienda que todas las paredes y columnas de hormigón sean colocadas en capas que no excedan los 60 cm, vaciadas directamente desde el camión mixer, bombeado o colocado con grúa y capachos. El vibrado no debe iniciarse antes que exista seguridad que no desplazará al hormigón horizontalmente.

Cuando el hormigón es colocado con una presión menor a la presión hidrostática total, en capas, hay que tener en cuenta dos consideraciones: la velocidad de colocación y el tiempo de rigidización del hormigón. "Tasa de colocación" significa la máxima altura de hormigón líquido que puede ser puesto correctamente en los moldes sin exceder las presiones de diseño del moldaje. Debido a la gran variedad de diseños de mezcla, es necesario conocer el "tiempo de rigidización" del hormigón antes de cualquier colocación vertical. La temperatura del hormigón y el asentamiento de cono afectan mucho el tiempo de rigidización: si baja la temperatura, o si aumenta el asentamiento de cono, el tiempo de rigidización aumenta rápidamente. Otros factores que influyen en la velocidad de colocación son: la temperatura de la mezcla, las dimensiones del molde, la cantidad y profundidad de la vibración, el asentamiento de cono del hormigón, los aditivos y la densidad del hormigón. Cuando el hormigón es bombeado desde la base, el diseño del molde debe ser para soportar una

presión hidrostática máxima, más un 25 % para la presión de bombeo (ACI 347). Esta forma de colocación obliga a no tener restricción en el desplazamiento vertical del hormigón.

## 3.- VIBRACIÓN DEL HORMIGÓN

La vibración del hormigón y el proceso de compactación deben comenzar después de que se haya movido el hormigón horizontalmente, para evitar la formación de nidos, rayas, erosión y bajas resistencias, en resumen, un hormigón de baja calidad. Los 2 métodos más comunes de vibración son internos o de inmersión y **externos** o vibración de moldes. La técnica de vibración interna necesita que el operador conozca el espacio de eje a eje para la inmersión del vibrador, la profundidad de re-vibración, la velocidad de retiro y el radio de influencia del vibrador. Este radio es multiplicado por 1.5 para determinar el espacio de eje a eje. La velocidad de retiro debería ser 7,5 cm/seg en hormigón estructural y 5 cm/seg en hormigón arquitectónico. Si se considera la vibración externa, el diseño, la construcción y el costo del moldaje pueden fácilmente duplicarse (o más) en moldaje para hormigón de presión hidrostática máxima, porque se requerirá que ambos lados de los perfiles sean soldados en forma continua. La vibración externa necesita que el moldaje sea anclado firmemente, para que no se mueva ni se suelte.

## 4.- LOGÍSTICA DE TRABAJO

El sistema de moldaje es una combinación de paneles artesanales o prefabricados. La logística de trabajo es la determinación más esencial para establecer el mejor tipo de moldaje para un proyecto dado, basado principalmente en la presión del molde, el uso repetitivo de éste, la disponibilidad de equipos, la velocidad de trabajo y la terminación del hormigón.

El **uso repetitivo** de un moldaje tiene tres variaciones: uso idéntico, uso similar y uso diferente. **Uso repetitivo idéntico** significa

que tanto la configuración horizontal como la vertical de la modulación del moldaje nunca cambian, se mantienen igual a la primera utilización. Debe ser incluso utilizado en igual posición y no tipo espejo; **uso repetitivo similar** es cuando sólo una de las configuraciones modulares es idéntica, la otra varía; en el **uso repetitivo diferente** cambia completamente la configuración de los módulos.

## 5.-ELECCIÓN DEL MOLDAJE

Una vez que se han evaluado todas las consideraciones anteriores se puede determinar el tipo de moldaje para un proyecto, ya sea artesanal o modular. El **moldaje artesanal** consta de moldes maniobrados por hombres, ensamblados y desensamblados completamente en cada uso. El **moldaje modular** está integrado por paneles unidos que forman moldes más grandes y que deben ser movidos por máquinas. Los sistemas mixtos pueden ser peligrosos y no productivos.

## 6.- MOLDAJE PARA FUNDACIONES

Las fundaciones estructurales, continuas o aisladas, siempre deberían ser moldeadas en toda su profundidad y colocadas en terrenos que tengan los requerimientos de carga deseados o indicados por el mecánico de suelos. Es importante indicar a los excavadores las condiciones del sello de la fundación. En algunos casos, estas fundaciones pueden hormigonarse contra terreno, especialmente en roca o en terrenos arcillosos firmes que no se socaven al colocar el hormigón. Las fundaciones verticales pueden requerir un offset vertical para acomodar mejor el moldaje que continúa. Para este offset es siempre preferible terminar con una cota menor que se puede rellenar. El "sobre ancho" de las fundaciones no afectan el moldaje vertical. Las ranuras o llaves en las uniones de hormigonado son siempre más fáciles de formarlas con los moldes que maquinarlas después. Si se debe colocar llave y una membrana waterstop, es preferible colocar un elemento prefabricado con la membrana incorporada.

En el caso de necesitarse colocar pernos de amarre, se debe evaluar económicamente si conviene colocarlos en el hormigón fresco o posteriormente en el hormigón endurecido. La presión del molde generalmente no es problema en el moldaje de fundación, debido a la relativamente baja profundidad. A pesar de que estos moldajes no necesiten amarras, éstas son una solución simple para controlar la

presión de los moldes y sus potenciales complicaciones en la fundación. Además, reemplazan el apuntalamiento que no es efectivo en condiciones de tierra suelta.

## 7.-MOLDAJE PARA MUROS

Además de elegir el sistema de moldaje más apropiado para la construcción, se debe pensar en las terminaciones del muro. Los hormigones más comunes son: estructural no expuesto, estructural expuesto y arquitectónico. Los **muros estructurales no expuestos** pueden tener incrustaciones, pero casi nunca tienen detalles; los **muros expuestos** pueden tener incrustaciones y algunos detalles y son a menudo tan costosos de moldear como los arquitectónicos; los **muros arquitectónicos** son diseñados a medida o construidos a pedido y requieren exigencias más estrictas de deflexión. La terminación final es a menudo la última consideración del contratista para determinar el tipo de moldaje para un proyecto, aunque sea lo más importante para el propietario y el diseñador. En esta decisión debe considerarse el ahorro en otras partidas, como en estucos, al tener un mejor acabado superficial. Esta divergencia de objetivos ha sido la causa de muchas angustias, complicaciones contractuales y serios problemas económicos en la industria de la construcción.

## 8.-MOLDAJE PARA COLUMNAS

La forma de una columna influye en el diseño. Las cuadradas, rectangulares, poligonales, elipses y otras figuras geométricas (no así las columnas circulares) pueden producir altas tensiones o puntos de presión. El diseño de este tipo de molde también considera la deflexión permitida, que depende de la temperatura y densidad del hormigón y de la capacidad e intensidad de la vibración. Las tres terminaciones más comunes para columnas son similares a las de muros: estructural no expuesto, estructural expuesto y arquitectónico. Las mismas consideraciones necesarias para terminaciones de muros son aplicables para las columnas. Las juntas de los moldes en hormigón arquitectónico a menudo eliminan la arista con un chaflán en los cantos, al igual que en los muros. Los moldajes deben ser también estancos e impermeables.

Uno de los métodos más prácticos de hacer una junta estanca es poner una cinta de espuma densa en la esquina de la cara de contacto

del molde o en el borde del panel. La pérdida de agua del hormigón hace decrecer la razón agua/cemento produciendo una oscuridad o una línea negra en el hormigón que no puede ser decolorada o pulida con arena, porque no es una coloración superficial. Este cambio de color tiene un efecto a distancia, convirtiendo en antiestética la terminación

## 9.- MOLDAJE PARA VIGAS Y LOSAS

Las determinaciones más importantes en moldaje para vigas son: posibilidad de re-utilización, método de apuntalamiento, colocación de columna, unión con la losa o postura libre, postensado, condiciones de la obra, ubicación de las juntas de construcción, terminación del hormigón, curado y requerimientos de re-apuntalamiento. La modulación del moldaje para una losa de hormigón es determinada por la junta de construcción contra otra junta de construcción o contra el borde de la losa, o bien es determinada por la secuencia de postensionamiento. La repetición de esta modulación es muy importante en la selección de un sistema de moldaje de viga, que es siempre una parte integrante del sistema de moldaje de la losa. Los sistemas de moldajes de viga modulares de acero que incorporan paneles de losa construidos en fábrica, son de uso común, debido a su mayor productividad, reducido costo de operación, ahorro o completa eliminación del tiempo de grúa y mejora en la logística de trabajo. Han llegado a ser el estado del arte para vigas postensadas y estructura de losas para estacionamientos. Adaptándose a medidas estandarizadas, estos sistemas pueden significar importante disminución en los costos de moldaje. Para esto es obligatorio una re-utilización idéntica. El forzamiento de estos sistemas sin un re-uso idéntico, puede ser extremadamente caro. La terminación del hormigón en vigas es similar a las terminaciones de muros y columnas: estructural no expuesto, estructural expuesto y arquitectónico. Las consideraciones más críticas al elegir un sistema de moldaje para vigas, son: intersecciones columna/viga; postensionamiento; capiteles de columnas; diseño de viga; ciclo de trabajo; tiempo de uso, capacidad, alcance y control de la grúa; colocación y prefabricación de armadura; bloqueos mecánicos. También son críticos el período de curado, el tipo y ubicación del re-apuntalamiento. El control del tiempo y de la colocación del re-apuntalamiento es importante para cualquier método productivo de moldaje de vigas y debe ser bien establecido, por anticipado.

## **PRIMER CHILENO QUE CONFORMA DIRECTORIO DEL ACI**

Juan Pablo Covarrubias, gerente del ICH, fue nominado recientemente para integrar el próximo directorio del American Concrete Institute, por tres años, a partir de la convención que se realizará en abril 2002 en Detroit, Michigan.

## **ACREDITACIÓN DE COMPETENCIAS EN EL ICH**

Paralelamente a las certificaciones internacionales ACI, el ICH está desarrollando otros programas de certificación de competencias laborales, para las siguientes especialidades:

1. Instalación de moldajes industrializados para hormigón
2. Colocación, compactación y terminación superficial del hormigón para edificación
3. Interpretación de planos y armados de acero y colocación de elementos sumergidos en obras de hormigón
4. Albañilería de ladrillos cerámicos y bloques de hormigón, colocación de estucos a base de morteros de cemento.

## **EN ARICA PRÓXIMOS CURSOS ICH DE VERANO**

El décimo ciclo de cursos de perfeccionamiento para profesionales de la construcción, organizado por el ICH, se llevará a cabo entre el 16 y 31 de enero en el Liceo Antonio Varas de la Barra en Arica.

El ciclo comienza con el seminario de dos días "Técnicas y Procedimientos para la Construcción y Terminación de Losas Planas de Hormigón", a cargo del ingeniero Renato Vargas Salazar, que entregará todos los conocimientos teóricos sobre la materia. Posteriormente, se dará comienzo al curso práctico, en el que se construirá una losa de piso en el mismo liceo anfitrión.

Se ha hecho una especial invitación a profesionales de los países limítrofes, Perú y Bolivia.

## **INACAP FIRMA CONVENIO CON ICH**

El Instituto Nacional de Capacitación, INACAP, firmó un convenio de cooperación con el ICH, con el fin de perfeccionar y transferir tecnología a los docentes del área Construcción y contribuir al mejoramiento de las competencias técnicas y laborales de profesores y estudiantes egresados. El INACAP podrá incorporar en sus asignaturas los contenidos de los programas de certificación que aplica el ICH y, quienes los cursen y aprueben, podrán rendir los exámenes de competencia y postular a cualquiera de las certificaciones del ICH.

## **NUEVAS CERTIFICACIONES INTERNACIONALES ACI-ICH**

Tres nuevos temas de certificación está desarrollando el ICH, acreditado por el ACI para aplicar en Chile y Sud América las Certificaciones Internacionales ACI:

1. Técnico en Ensayos de Áridos y Hormigón en Laboratorio – Grado I (TEAHL – I)
  2. Técnico en Ensayos de Áridos y Hormigón en Laboratorio – Grado II (TEAHL – II)
  3. Técnico en Ensayos de Hormigón Endurecido (TEHE)
- Aparte de éstas, se continúa con las certificaciones para:
1. Técnico en Ensayos de Hormigón Fresco en Obra – Grado I (TEHFO)
  2. Supervisor o Inspector Técnico de Obras de Hormigón (SITOH)
  3. Técnico en terminaciones de Pisos y Pavimentos de Hormigón (TTPH)
  4. Terminador de Superficies de Pisos y Pavimentos de Hormigón (TSPH)

## **AVANCES EN PROYECTO FDI**

"Desarrollo de Recomendaciones Especiales para el Diseño de Viviendas Sociales de Albañilería de 1 y 2 Pisos"

Durante el mes de Enero se concluirán los ensayos destinados a evaluar la influencia de armadura horizontal por debajo de las cuantías mínimas establecidas en la NCh 1928 en el comportamiento de los muros. Estos ensayos se están realizando en Dictuc en muros de 2.2 m de altura y 2.2 m de largo, con 4 diferentes cuantías de armadura y dos niveles de carga axial, todos sometidos a cargas cíclicas hasta la rotura.

Paralelamente se ha iniciado en Idiem la construcción de los muros que servirán para evaluar la influencia de armadura vertical por debajo de la cuantía mínima establecida en la NCh 1928. Estos ensayos se realizarán en muros de 3.6 m de largo y 2.2 m de altura considerando 4 diferentes cuantías de armadura vertical.

## **PRESENCIA DEL ICH EN SEMINARIOS FUERA Y DENTRO DE CHILE**

Augusto Holmberg, jefe del área edificación del ICH fue invitado por el Colegio de Ingenieros de Guayaquil – Ecuador, como relator exclusivo, a un seminario de dos días sobre "Diseño y Construcción de Albañilerías Armadas". También participó en el seminario "Las Humedades en la Construcción: Cubiertas-Fachadas-Fundaciones-Condensación", organizado por el INACAP.



# CELEBRACION CEREMONIA PREMIO ICH

Los galardonados del año 2001 muestran orgullosos sus diplomas de distinción.



De izq. a der.: Patricio Downey Alvarado, Premio a la Trayectoria Profesional; Alfonso Guzmán Matta, Gerente de la Inmobiliaria Las Brisas; Padre Ignacio Vio, Párroco de Santo Domingo; - Pedro Felipe Vial, Gerente de la Empresa Constructora Vial y Vives, Premio al Desarrollo Tecnológico.



Durante el cocktail se ve a Erico Zursiedel - Gerente Comercial de Empresas Melón; Martín Widger - Gerente General de Empresas Melón; Fernando Tietzen - Presidente de Cemento Polpaico; René Rivera - Gerente Comercial de Cementos Bío Bío S.A.C.I.; y el homenajeado Patricio Downey A.



El Padre Ignacio Vio, en representación del Obispado de Melipilla, recibe el premio consistente en una donación para la Iglesia, de manos del Presidente del ICH, Luis Héctor Bravo Garretón y del Gerente del ICH, Juan Pablo Covarrubias T.



Ejecutivos de la Empresa Constructora Vial y Vives, Premio ICH 2001 al "Desarrollo Tecnológico", a la cual se distinguió, además con una escultura de Federico Assler.



El Premio ICH en la categoría "Aplicación Tecnológica" se otorgó a la Capilla Santa María de Las Brisas de Santo Domingo, en cuyo proyecto participaron varias empresas, de las cuales se observa a: Rodrigo Mújica, Alfonso Guzmán Cruzat, Andrés Tocornal, Alfonso Guzmán Matta, Luis Bravo, Nicolás Hurtado, Rodrigo Valdivia, Mario Espinoza.

# Amigos del ICH

## EXPO HORMIGON ICH – 2001 EN FOTOS



Vista General de Expo Hormigón ICH – 2001, situada dentro del Recinto de Espacio Riesco en Huechuraba. Se observa parte del muro cilíndrico de hormigón arquitectónico, exhibición exterior de camiones mixer, grúas, maquinarias y la carpa en cuyo interior estaban situados los expositores.



Luego de la ceremonia de inauguración, el Ministro de Vivienda corta la cinta para dar inicio a la Expo Hormigón ICH – 2001. Lo acompañan el Presidente de la Cámara Chilena de la Construcción, Juan Ignacio Silva, la Alcaldesa de la Municipalidad de Huechuraba, María Carolina Plaza Guzmán y el Presidente del ICH, Luis Héctor Bravo Garretón.

Miembros de la FIHP (Federación Interamericana de Hormigón Premezclado) con representante de Bamtec de Alemania y el Gerente del ICH. Al centro el Sr. Robert Garbini, Presidente de la National Ready Mixed Concrete Association de USA.



Recorriendo la exhibición se ve al Arquitecto Patrick Turner, creador del diseño del Pabellón del Hormigón; la Alcaldesa de Huechuraba, María Carolina Plaza Guzmán; la Jefa de Marketing del ICH, María Eugenia Seguel y el representante del Ministro de Obras Públicas, Sr. Raúl Vásquez.



Dentro del stand del ICH se presentaron algunos elementos que formaban parte de las novedades que se usaron en la demostración constructiva. Al centro, Eduardo Hurtado, explica a un grupo de visitantes los detalles de éstos.



Las numerosas conferencias que se dictaron en Expo Hormigón ICH – 2001, fueron de mucho interés para los visitantes. Aquí se ve al expositor norteamericano Dan Dorfmueller dirigiéndose a la concurrencia.



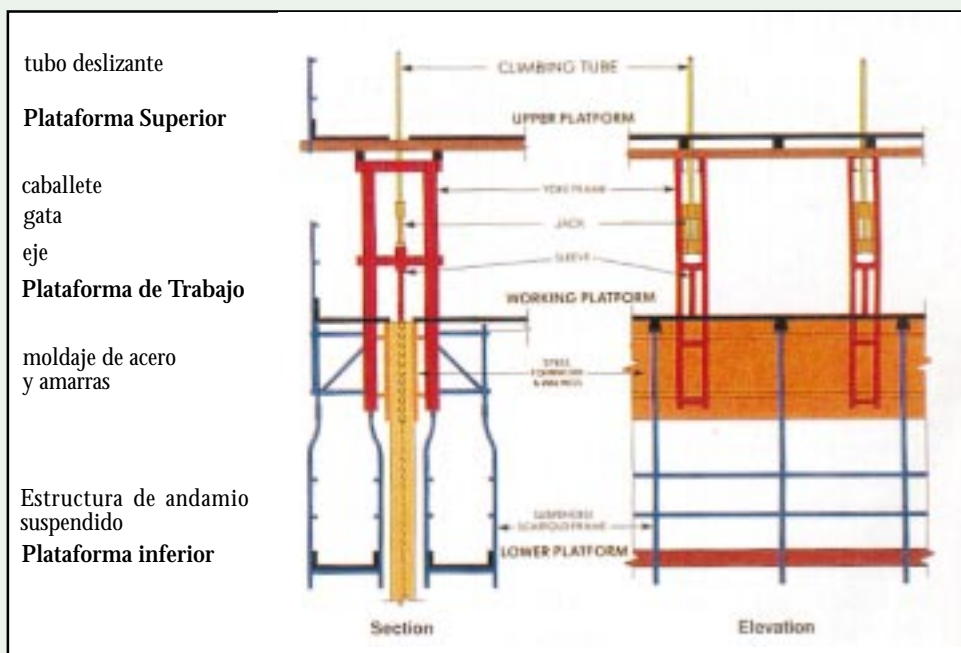


- A** *El mayor tiempo de ocupación de la grúa se debe al acople de los elementos y al transporte. Se pueden producir grandes ahorros en el tiempo de uso de la grúa, trasladando elementos de grandes dimensiones con menos movimientos. Esto hace conveniente la utilización de grúas de mayor capacidad.*
- B** *Muro cilíndrico de hormigón arquitectónico de 18 m de diámetro por 10 m de altura, que corresponde al hall de acceso del futuro Pabellón del Hormigón, en el cual se pudo ver la instalación de moldajes especiales con curvatura precisa, la colocación del hormigón y el desmolde.*
- C** *Un aspecto general del edificio de dos pisos construido durante la exhibición y delante de él la losa de piso super plano, ya terminado.*
- D** *Juan Pablo Covarrubias, gerente del ICH, explica al público los detalles de la exhibición constructiva.*
- E** *Gran curiosidad causó entre los asistentes, la utilización de la esparcidora y compactadora, traída especialmente desde EE.UU para la construcción de un piso super plano. También se aprecia la colocación del hormigón por bombeo.*
- F** *En la foto se ve un nuevo sistema de armadura de losa que se trajo especialmente de Alemania para Expo Hormigón ICH 2001. Consiste en una armadura ordenada en rollo para cada dirección, que se extiende como una alfombra. Se puede instalar sólo con dos personas y en pocos minutos. También se ven colocados unos tubos que corresponden a un novedoso sistema de calefacción por losa radiante.*
- G** *Dentro de las actividades desarrolladas, se efectuó una demostración de la incidencia del piso en el manejo de grúas horquillas, concluyéndose que en un piso super plano, como el construido en Expo Hormigón, la oscilación de la horquilla de la grúa es mínima, lo que permite maniobrar la mercancía con total precisión y a una mayor velocidad.*

por Adam Neville

# EL DESLIZAMIENTO DE LOS MOLDES ES UN ARTE MÁS QUE UNA TÉCNICA

El trabajo con moldajes deslizantes es un método constructivo bien conocido que consiste en la colocación del hormigón en moldes móviles para elementos verticales, generalmente de altura considerable, como torres, chimeneas, pilares de puentes, muros, silos, plataformas petroleras, estanques de agua, revestimientos de ductos y contenedores para reactores nucleares. Los elementos horizontales también pueden deslizarse, pero ese método, semejante a la extrusión, no será considerado en este artículo.



## MOLDAJE DESLIZANTE

Las principales ventajas de los moldajes deslizantes son la ausencia de juntas de construcción que dañan la apariencia y contribuyen al escurrimiento de líquidos o gases, la alta velocidad en la construcción y su adaptabilidad a la construcción con mal tiempo. La colocación de los moldes deslizantes es una operación especializada que requiere habilidad y experiencia. Los diseñadores deben saber qué restricciones le imponen los moldajes deslizantes a la mezcla de hormigón y los proveedores deben conocer bien los tipos de mezcla que se les puede solicitar.

Pueden evitarse inconvenientes si el que escribe las especificaciones entiende la importancia de la tecnología del hormigón en relación con los moldajes deslizantes. El propósito de este artículo es aclarar esta importancia.

## EL TIEMPO DE RIGIDIZACIÓN ES CASI UN FEELING

Estrictamente hablando, el deslizamiento de los moldajes no constituye una operación continua ya que el movimiento ascendente del moldaje se realiza por etapas de 25 ó 50 mm. La tasa de ascenso del moldaje es variable, generalmente entre 0,15m y 0,4 m por hora. Los factores importantes que afectan a esta tasa son la necesidad de colocar las armaduras (que pueden ser más o menos complejas o abundantes) y la necesidad de formar las cajas para puertas o pasillos. Esta variabilidad en la tasa de ascenso impone demandas en la tasa de rigidización del hormigón.

El hormigón es colocado en el molde, generalmente de 1,2 m de profundidad, en capas delgadas, de unos 20 cm de espesor. Una vez completada una capa en toda la superficie operacional, comienza la colocación del hormigón

en la capa siguiente. Es esencial que la capa subyacente se mantenga en estado plástico el tiempo suficiente para que no se forme una «junta fría» o un plano de debilidad entre las capas.

El moldaje será retirado con movimiento ascendente cuando el hormigón colocado dentro de él se haya rigidizado suficientemente y haya logrado una resistencia adecuada para que no se pandee o no se desprenda. En términos simples, el hormigón debe permanecer plástico «el tiempo suficiente», pero después debe rigidizarse y endurecerse «suficientemente rápido».

La rigidización del hormigón no se mide con un método estandarizado, como la aguja Proctor, que sería inadecuada en espacios congestionados y ocupados, y que requiere la remoción de los áridos gruesos. Esta es la razón por la cual es preferible emplear la expresión «tiempo de rigidización» en lugar de «tiempo de fraguado». El tiempo de rigidización se determina de una forma práctica: se introduce una barra de 16 mm de diámetro verticalmente dentro del hormigón hasta que su movimiento se vea interrumpido por la resistencia de éste. Esto debería ocurrir a una profundidad de unos 0,6 m, a media altura del molde de 1,2 m. Claramente, el «resultado de la prueba» depende en gran medida del operador. No es sorprendente, por lo tanto, que un requisito tal para el tiempo de rigidización, no pueda ser transferido fácilmente a las especificaciones. Es decir, el deslizamiento de los moldes es un arte más que una técnica.

Dado que la rigidización es necesaria a media profundidad del moldaje, el intervalo de tiempo entre la colocación del hormigón y su rigidización dentro de un molde de 1,2 m de profundidad es el siguiente: cuando la tasa de ascenso es de 0,15 m/hr, el intervalo es de  $0,6/0,15 = 4$  hr; cuando la tasa de ascenso es de 0,4 m/hr, el intervalo es de  $0,6/0,4 = 1,5$  hr.

Claramente, a mayor tasa de ascenso del mol-



daje, es menor el tiempo necesario de rigidización. Para fines prácticos, el tiempo de rigidización debe ser calculado a partir del momento en que el hormigón es descargado de la mezcladora. De esto se sigue que, al intervalo de tiempo calculado anteriormente, tenemos que agregar el tiempo requerido para transportar el hormigón desde la mezcladora a los moldes deslizantes, más el tiempo necesario para colocarlo y compactarlo. Por lo tanto, mucho depende de las circunstancias reales, pero es deseable un período adicional de 2 horas. En este caso, el tiempo de rigidización requerido se encontraría entre 3,5 y 6 horas. El hormigón que emerge del moldaje tendría entre 5 y 10 horas de edad.

De acuerdo a los valores anteriores, es claro que el hormigón necesita mantener su trabajabilidad durante un largo período; por lo tanto, se debe usar un super-plastificante, especialmente cuando se emplean bajas tasas de ascenso.

Es deseable deslizar los moldajes lo más rápidamente posible, pero a veces es inevitable un retardo para colocar los refuerzos o cajas de apertura, como se mencionó anteriormente. Si disminuye la densidad de las armaduras hacia la parte alta, el proceso puede acelerarse. Pero, si cambia la sección transversal que está siendo moldeada, se deben hacer ajustes en el moldaje, lo que toma algún tiempo. También se pueden presentar problemas con los equipos. Con una planificación adecuada y buena comunicación entre el equipo de moldajes y el de la amasada, se puede diferir la entrega de hormigón, pero la habilidad para variar el tiempo de rigidización es esencial. Debe recordarse además, que el tiempo de rigidización de una mezcla se ve afectado por los cambios de temperatura. Dado que el deslizamiento del moldaje es una operación contra el reloj, estas variaciones térmicas ocurrirán aunque las condiciones del clima no cambien.

Debido a los múltiples factores involucrados, los tiempos de rigidización no se pueden asegurar adecuadamente sólo con estudios de escritorio. Se deben realizar ensayos en las etapas planificadas para establecer valores confiables.

### **TRABAJABILIDAD PARA UN ACABADO PERFECTO**

El hormigón apropiado para los moldes deslizables, en general, requiere un asentamiento de 15 cm a 20 cm. En gran parte, depende de la densidad de las armaduras. (En algunas plataformas petroleras realizadas con moldes deslizantes, la densidad de los refuerzos excedió los 1000 kg/m<sup>3</sup> de hormigón). El hormigón fresco debe poseer, además de trabajabilidad o «movilidad», una cohesión adecuada y una baja re-

sistencia a la fricción de los movimientos de los moldes, de lo contrario, puede resultar una superficie rayada o dispereja, a pesar del ahussamiento externo (inclinación) en la base del moldaje.

La trabajabilidad y movilidad del hormigón son afectadas por los materiales cementicios específicos presentes en la mezcla, en especial, por la escoria granulada de alto horno y el humo de sílice. Para tomar una decisión correcta, se deben tener en consideración las necesidades operativas de los moldajes deslizantes.

Es muy importante la selección de la mezcla, para asegurar la mantención de la trabajabilidad y la posibilidad de modificación del período de retención, ya sea variando la dosificación del super-plastificante, volviendo a dosificar en una etapa posterior o usando un retardante. Todo esto debe verse reflejado en las especificaciones.

La necesidad de un asentamiento alto significa que la mezcla debe tener un alto contenido de agua a menos que se use un super-plastificante, y posiblemente también un aditivo reductor de agua compatible. Un alto contenido de agua puede comprometer el contenido total de los materiales cementicios cuando se requiere una baja razón agua-cemento para las consideraciones de durabilidad y resistencia. Ahora bien, un contenido alto de materiales cementicios puede tener efectos adversos sobre la temperatura máxima al interior de los elementos de hormigón y en las gradientes de temperatura de éste.

Existe una aparente incompatibilidad entre una mezcla que satisfaga los requerimientos térmicos y una que satisfaga los requisitos del hormigón para moldajes deslizantes. Pero, bajando la temperatura del hormigón fresco con técnicas estandarizadas, pueden ser aliviados los problemas térmicos del material, y así mejorar la trabajabilidad y demorar la pérdida de asentamiento.

### **ALTA PROPORCIÓN DE ÁRIDOS FINOS**

Teniendo en cuenta la importancia de la trabajabilidad de la mezcla para moldajes deslizantes, los áridos deberían tener una mejor granulometría que la mínima descrita por la ASTM C 33. Más aún, las proporciones de las partículas laminadas o elongadas en los áridos gruesos deberían ser severamente restringidas.

Una proporción alta de partículas que pasan por el tamiz de 5 mm (Nº 4 ASTM), digamos el 45%, contribuye a la cohesión de la mezcla, reduce la fricción en la superficie del moldaje y conduce hacia una terminación satisfactoria.

En lo posible, los áridos finos no deberían consistir sólo en material chancado, sino también en

áridos finos redondeados que ayudan a que el hormigón retenga agua y reducen la exudación. De estos agregados finos, casi el 50% debería ser menor que el tamiz de 0,6 mm (Nº 30 ASTM). Sin embargo, el valor óptimo podría verse afectado por el contenido de materiales cementicios en la mezcla. En general, es deseable tener un menor contenido de partículas más pequeñas al tamiz de 0,15 mm (Nº. 100 ASTM) que el permitido por los estándares nacionales. Puede ser conveniente preparar los áridos finos en fracciones diferentes. Pequeños cambios en la proporción de las partículas más pequeñas tienen un gran efecto en el comportamiento de la mezcla.

### **ROCÍO DE AGUA PARA CURAR EL HORMIGÓN**

El curado húmedo de las superficies construidas con moldajes deslizantes no es fácil, sin embargo es muy deseable en clima caluroso, especialmente si está acompañado de viento, o cuando las consideraciones estéticas impiden el uso de membranas de curado. A veces se recomienda un circuito de rocío suspendido en la estructura del andamio y colgado por debajo del moldaje, además de láminas protectoras de plástico. Este sistema requiere de un abastecimiento continuo de agua y, por lo tanto, de bombas, por lo que puede pensarse que complica el proceso constructivo. Pero el trabajo con moldajes deslizantes es así, con muchas exigencias, ¡incluso hay que tener baños portátiles en la plataforma!

### **CONCLUSIONES**

Espero que el artículo no haya dejado la impresión de que seleccionar una mezcla adecuada para el trabajo con moldajes deslizantes es muy difícil. En verdad se necesita un hormigón que pueda ser fácilmente bombeado, con alguna leve modificación.

La razón de este artículo no es destacar los problemas de los moldajes deslizantes, sino más bien tratar de mostrar que, cuando éstos son necesarios como método constructivo, las especificaciones deben considerar las propiedades requeridas para el hormigón. No existen dificultades inherentes a esto. Todo lo necesario es conocimiento y previsión.

El trabajo con moldajes deslizantes constituye un excelente método de construcción. También es «bueno» para el hormigón, porque la mezcla para estos moldajes es «buena» con respecto a la composición misma y poco variable en sus propiedades.

Fuente:

Revista Concrete International, noviembre de 1999, pág. 61 - 63.



# **APLICAR UN CRITERIO MODERNO AL TOMAR DECISIONES**

**E**n la Expo Hormigón-ICH 2001 se pudieron apreciar nuevas técnicas de trabajo, equipos de última generación y elementos traídos de Alemania, Italia, Suiza y Estados Unidos. Pero, tal vez lo más novedoso fue el cambio de criterio en la decisión de los gastos en una obra. Se observó que, para bajar el costo total de una construcción, es necesario a veces pagar más por algunas partidas, como sucede, por ejemplo, con la elección de un buen sistema de moldaje que no exija reparaciones posteriores del hormigón.

Las nuevas técnicas y elementos presentados en la feria, se podrán ver en detalle en un video y un folleto especial que el ICH está preparando, con los siguientes temas:

- Rebalse de losa entre muros.
- Rebalse de losa entre muros, con elemento de fibro-cemento.
- Rebalse de losa en antepecho de balcón. Viga invertida.
- Unión de hormigonado de elemento vertical y losa superior a él.
- Corte de hormigón con malla de gallinero, dentro de elementos.
- Llenado del hormigón bajo cajas o dinteles largos.
- Sellado de uniones de moldes, para evitar líneas oscuras.
- Colocación del hormigón en capas horizontales.
- Vibrado del hormigón.
- Cajas eléctricas italianas colocadas en el molde.
- Instalaciones sanitarias: ductos dentro de tuberías.
- Capacidad de grúa: 2,9 toneladas a 50 metros.
- Bombeo del hormigón con pluma de más de 36 mt de largo.

- Separadores de armadura.
- Rollos de fierro para armadura .
- Calefacción central de losa radiante
- Cinta de bentonita para sellar uniones entre hormigón endurecido y hormigón fresco.
- Elementos de fibrocemento para pasar tuberías en muros de estanques.

- Pañete eliminador de burbujas superficiales.
- Desmoldantes especiales.
- Form liners para generar diferentes texturas en el hormigón .
- Cajas de cartón para aperturas en losas. ◀

**EXPO  
HORMIGON  
ICH - 2001**

SE AGRADECE LA COLABORACION DE QUIENES HAN PARTICIPADO DESINTERESADAMENTE EN ESTA INNOVADORA MUESTRA TECNOLÓGICA ESPECIALMENTE A:

**ARQ.PATRICK TURNER, CENTRO DE CONVENCIONES SANTIAGO, FONTEC, EMP. CONSTRUCTORA BRAVO, IZQUIERDO Y FUENZALIDA, ERICO CHILE, SANBI CHILE, LITORAL INGENIERIA, DOM ENCOFRADOS ALSINA, PERI, THYSSEN, RMD, SOINSA, OUTINORD, ULMA, SIMOHO, PETREOS, PREMIX, READY MIX, VSL, HORMIPUL, WACKER, GARCIA BURR, DRS ING Y CONST., R. SACH, SECEYCO, HORMITEC, PROINGEL, INSAC, ANWO, BTICINO, 3M, BAMTEC, BOESTSCH MAQUINARIAS, LOS MORROS, CAP, SOMERO, CRESSET, PNA, SOFFCUT, HORMIMQA, GRACE QUIMICA.**



**ICH**

Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile