

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
SUBCOMISIÓN DE SOPORTE TECNOLÓGICO

338.926
C7333
1998
c.1

ENCUENTROS TECNOLOGICOS DE LA CONSTRUCCION

-08104-

CAMARA CHILENA DE
LA CONSTRUCCION
Centro Documentación



ENCUENTROS TECNOLOGICOS DE LA CONSTRUCCION RESUMEN FINAL

Durante la segunda mitad del año 1998, se realizaron seis encuentros tecnológicos con empresas constructoras, socias de la C.Ch.C., para debatir sobre temas prácticos en torno a la incorporación de tecnología en ellas.

La finalidad última de los encuentros fue reunir información sobre el tema, en el espíritu del Plan Estratégico de la Cámara Chilena de la Construcción, para organizar actividades futuras.

La organización de los encuentros y la publicación de este documento fueron realizadas por la Subcomisión de Soporte Tecnológico, dependiente de la Comisión de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Cámara.

CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

comisión de investigación y
desarrollo tecnológico
subcomisión de soporte tecnológico

Introducción

El documento que se presenta a continuación corresponde a un trabajo desarrollado por la Subcomisión de Soporte Tecnológico y es el resultado de una primera ronda de reuniones con algunas de las empresas socias de la Cámara Chilena de la Construcción, relevantes en sus respectivos campos.

Estas reuniones fueron realizadas con la finalidad específica de reunir información en torno a sus necesidades inmediatas de incorporación de tecnologías que permitan, en el futuro, tener una mayor visión en la organización de actividades, tanto llevadas a cabo al interior de la C.Ch.C. como aquéllas que puedan realizarse en colaboración con entes externos a ella.

Estas iniciativas tienden a lograr una industria de la construcción más tecnificada y eficiente, de manera que aumente su competitividad en el mercado.

En una segunda etapa se pretende continuar con otras rondas de conversaciones que incluyan empresas de menor tamaño a fin de aumentar el espectro y aumentar así el caudal de información.

Objetivo y Método

Realizar una ronda de conversaciones con empresas socias para detectar sus inquietudes esenciales sobre el desarrollo tecnológico del sector, con el objeto de orientar adecuadamente los esfuerzos que la Cámara realiza y cooperando en el traspaso de información para que las empresas socias mejoren sus posibilidades de incorporación de tecnología.

Con el objeto de estructurar en forma eficiente y ordenada las reuniones, se organizaron por grupos de empresas en los siguientes rubros:

Edificación en Altura	EA
Edificación en Extensión	EE
Montaje Industrial	MI
Obras Viales	OV
Infraestructura	IN

Previamente se envió a las empresas invitadas un conjunto de preguntas que constituían una orientación temática del encuentro. Las preguntas y sus respectivas respuestas, se adjuntan como anexo al final de este informe.

Las reuniones se llevaron a cabo, con ejecutivos de las empresas de cada uno de los rubros señalados (3 o 4 empresas en cada ocasión), generándose en ellas interesantes intercambios de opiniones.

El resumen de este intercambio es la base a partir de la cual se estructura el presente informe con sus respectivas conclusiones.

Para mayor seguridad, todas las reuniones fueron grabadas, de modo de no perder opiniones relevantes.

Desarrollo de las Reuniones

1. - Grupo Edificación en altura



Se estima que, en general, en nuestro país los procesos constructivos se encuentran actualizados respecto de países más desarrollados. El avance en los últimos años ha sido muy rápido e importante y se considera que en la actualidad no existe un atraso importante en el uso de tecnologías y materiales para edifica-

ción en altura. Se destaca que hoy día existe en Chile un gran número de alternativas de moldaje que permiten un buen nivel de terminaciones y una buena velocidad de construcción, incidiendo positivamente en los plazos de ejecución de las obras.

Se considera que, muchas veces, existe una falta de estandarización de los productos y materiales con lo cual los proyectos pierden eficiencia en sus diseños. Se comenta que en otros países se logra una mayor eficiencia en este aspecto gracias a partes y piezas estandarizadas (p. ej. puertas y ventanas con dimensiones prefijadas).

Se concuerda en que existe falta de interés y conocimiento de los avances tecnológicos disponibles para el sector, y de personal calificado que pueda aplicarlos.

La gran dificultad se encuentra en la capacitación del personal, en todo los niveles, que se traduce en una limitación a la productividad.

Se ha avanzado en la tecnificación de los procesos aunque sin los resultados deseables, principalmente por la ineficiencia de la mano de obra.

Se hace la salvedad que los comentarios referentes a procesos constructivos y avance tecnológico son

aplicables a construcciones de 20 o 25 pisos, para las cuales existe la tecnología necesaria en el país, pero se estima que si hubiera que construir edificios de más de 50 pisos habría carencias tecnológicas serias.

Se señala que el costo de mano de obra aumenta, pero que la productividad no lo hace de igual forma. Se logran aumentos de la velocidad en la construcción a costa del incremento de la cantidad de trabajadores sin que mejore necesariamente la calidad.

A pesar del importante aumento de construcción en los últimos años en nuestro país, paradójicamente en este tiempo ha disminuído la cantidad de estudiantes y egresados universitarios que se interesan por trabajar en la actividad de la construcción.

Se considera que la causa de ello ha sido fundamentalmente, la imposibilidad de transmitir la idea de que ésta es una industria con un importante potencial de desarrollo.

La productividad de los niveles de trabajadores y medios tiende a ser baja, y para aumentarla se enfatiza la necesidad de un proceso continuo de educación y capacitación a fin de lograr mayores niveles culturales que constituyen elementos positivos en la construcción.

Es necesario mejorar la perspectiva de buen futuro en la construcción. En la actualidad se incorporan personas con bajos niveles de educación, considerándose esta actividad como primitiva, contaminante, con malas instalaciones para los trabajadores y deficiencias tecnológicas en la producción y reducción de residuos de la construcción.

Una mejoría en las condiciones que se ofrecen a los trabajadores en las obras podría cambiar la imagen y dar otra valorización a los oficios de la construcción, lo que podría aumentar el grado de preparación inicial de las personas que ingresan a esta actividad.

Los sistemas de control e inspección juegan un papel importante en el desarrollo de las obras. En nuestro medio las inspecciones técnicas constituyen instancias altamente dependientes de los mandantes y, muchas veces, con una gran falta de experiencia de los profesionales que no es concordante con la ofertada por la empresa constructora, originando este hecho un entramamiento de los procesos en la faena. La inspección adecuada debe ser cooperativa y no entorpecer el desarrollo fluido de la faena.

En nuestro país, la inspección suele estar regulada por el mandante y no

vela, objetivamente, por la calidad y buen desarrollo de las obras. Hay una opinión generalizada en torno a los beneficios que significa contar con una inspección colaboradora, con experiencia, capital propio, profesionales capacitados que puedan hacer frente a los problemas de las obras, colaborar en las soluciones, sin transformarse puramente en policías de ellas. En el medio nacional hay empresas de inspección que cumplen con algunos, o todos estos requisitos.

Sería posible aumentar la productividad de la mano de obra y la calidad del producto final mediante la incorporación de herramientas y máquinas manuales que permitan mecanizar las faenas menores de terminación. Lo anterior debiera complementarse con una muy buena coordinación de las diferentes actividades y faenas.

En el ámbito de la normalización existen deficiencias de toda índole: obsolescencia e insuficiencia de las normas existentes, condiciones regionales para el diseño en el país y otras. En ciertos temas podrían adaptarse normas extranjeras como se ha hecho en algunos casos, aunque en otros, este mecanismo es inaplicable debido a las características específicas de los materiales y condi-

ciones nacionales; esto implica una necesidad de cambio y mejoramiento de la normativa en el país. También es conveniente, de manera complementaria, considerar el aporte de la investigación aplicada.

Las técnicas de gestión y software usado por las empresas adolecen de algunas carencias importantes dado que hay insuficiencia de las herramientas. También hay falta de experiencia y de personal especializado para utilizar estas tecnologías en proyectos de mayor envergadura.

No hay un pleno acuerdo entre los participantes en torno a un índice de productividad o capacidad tecnológica que sea indicativo y que cubra todas las condiciones, faenas y diversidad de diseño.

Los índices mencionados a manera de ejemplo, son las relaciones como:

costo / superficie construida,
velocidad / costo,
hombres día / superficie construida
superficie de moldaje / superficie construida

Se estima, en general, que es importante la cantidad de trabajadores en la obra, lo cual define la siguiente relación:

operario / superficie construida / día.

Finalmente se menciona que las tendencias del sector en el futuro mediano se orientan hacia un aumento de la educación y capacitación de los profesionales y trabajadores de la construcción y hacia la mayor incorporación de tecnología para lograr mejores rendimientos, mayor productividad y disminución de mano de obra.

2.- Grupo Edificación en extensión



En la edificación de viviendas en extensión la mayor carencia en la tecnificación de procesos se puede detectar en los medios de transporte horizontal los cuales no presentan un gran desarrollo, especialmente si se les compara con el desarrollo de los sistemas usados en transporte vertical en la edificación en altura.

Los procesos de construcción en albañilería siguen siendo muy utiliza-

dos a pesar de ser poco tecnificados, debido a su buen comportamiento sísmico y a la disponibilidad de mano de obra a un costo razonable.

También en este ámbito se ha incorporado masivamente el uso de moldajes metálicos que permiten mayor cantidad de usos logrando mejores terminaciones. Este hecho implica un cambio importante que mejora resultados y costos.

Se estima, que en Chile se evitan ciertas innovaciones incorporadas en el producto final, debido principalmente a la resistencia de los consumidores a comprar viviendas con materiales que parezcan menos sólidos que el hormigón o albañilerías. Esto, por ejemplo, en desmedro de paneles divisorios, ya sean éstos estructurales o secundarios, que son excelentes soluciones constructivas, tanto en su comportamiento sísmico como en su calidad de terminación. Por otra parte la normativa vigente, presenta un cierto nivel de resistencia a la incorporación de materiales nuevos, ya que la innovación tecnológica normalmente adelanta a la normativa.

En la construcción de viviendas de hormigón armado se originan problemas con el ingreso de camiones betonera a la obra, debido al tama-

ño y a las condiciones del terreno. Se comenta el caso de empresas que emplean autohormigoneras, que son pequeños camiones con un trompo de 2 m³ que se pueden desplazar en obra sin mayor dificultad.

Los fabricantes de cemento prestan muy buena asesoría de manera que el constructor pueda lograr mejorar la calidad de hormigones preparados en obra. Existe actualmente en el mercado una gran cantidad de tipos de hormigones de diferentes calidades y resistencias; en opinión de los participantes sería útil que los diseñadores redujeran los tipos usados para mayor claridad.

En general, mediante la aplicación de tecnologías actuales, se puede dar solución a muchos de los problemas que se presentan en la construcción; sin embargo la implementación de ellas exige una búsqueda permanente y volúmenes de obra suficientes para amortizar las inversiones necesarias.

En el desarrollo de la innovación, existen necesariamente etapas de experimentación, ya que los productos deben ser plenamente satisfactorios para los usuarios finales. Para cumplir con esto, se estima necesaria la existencia de un organismo que experimente con los nuevos sistemas

y materiales. Se menciona, a manera de ejemplo, los laboratorios de la empresa constructora Taylor Woodrow de Inglaterra, que comenzaron probando materiales y sistemas para uso propio; y posteriormente las instalaciones crecieron haciéndose más complejas, hasta el punto en que se transformaron en una empresa que presta servicios a la industria de la construcción en general.

Se plantea como desafío para la CICC la posibilidad de proponer un sistema de certificación de materiales y sistemas constructivos.

Se menciona que algunas de las empresas participantes certifican la calidad de la obra gruesa de sus construcciones a través de organismos como DICTUC, disminuyéndose con esto recursos en supervisión interna de la propia empresa. Al término de la construcción se genera un certificado de calidad de la vivienda que se adjunta como documento al momento de la venta. El uso actual consiste en hacer ensayo de materiales sin certificar procesos o calidad integrada en la construcción. Actualmente existe una metodología similar en la industria manufacturera de muebles, para la cual hay un organismo que tiene un convenio con empresas certificadoras euro-

peas y empresas proveedoras chilenas como Masisa, Trupan y otras. Este organismo está radicado en INACAP y certifica la calidad de los muebles fabricados en Chile.

Se propone una experiencia similar para la construcción. Podría crearse un organismo asociado a la CChC, residente en algún Liceo Industrial de la Corporación de Educación, en convenio con IDIEM o DICTUC y empresas interesadas en la certificación de materiales y procesos.

Se considera que sería útil contar con mayor transparencia en las iniciativas de manera que los procesos, conocimientos y costos estuviesen al alcance de todas las empresas. La idea fundamental sería compartir experiencias, globalizar iniciativas del quehacer común de manera que vayan en beneficio del sector, evitando así la reiteración de errores.

En lo relativo a gestión y software, algunas de las empresas asistentes utilizan programación rítmica con bastante éxito. Para esta finalidad usan como herramienta computacional el programa Primavera. En esta programación han llegado a manejar información de 40.000 actividades, considerándose muy efectivos tanto el sistema como la herramienta computacional, logrando detectar con muy buena pre-

cisión dificultades y variaciones en el cumplimiento de los plazos preestablecidos.

En la estimación de las tendencias previstas en el sector, se considera un mayor uso de materiales de obra gruesa distintos a los tradicionales como albañilería y hormigón. Es esperable un mayor uso de la madera como material constitutivo de las viviendas, especialmente en viviendas de mayor calidad debido a su costo. También es importante considerar en su uso las diferentes condiciones climáticas en el país, que exigen diferenciar y adecuar los tipos de construcción a las diferentes zonas geográficas. Por otra parte la prefabricación en hormigón debería aumentar en forma importante en los próximos cinco años; se estima que este crecimiento debiera ser de 15 a 50% de incorporación de prefabricado en la obra gruesa de la vivienda.

Se plantea la diferencia de extensión de los proyectos de construcción y, por lo tanto, su menor calidad en relación con la observada en los proyectos de países más desarrollados. En general en Chile, no se elabora un proyecto de detalles de construcción. Dentro del esquema anterior es normal que se confunda la creación arquitectónica en sí con el desarrollo de un proyecto en cuanto tal.

En esta área también existe concordancia de opiniones relativas a la formación y adecuación de personal de nivel medio, vale decir capataces; mientras que en el nivel de trabajadores no se observan dificultades.

El personal de nivel medio es reacio a aceptar o introducir cambios tecnológicos, entendiéndose como urgente la necesidad de mayor capacitación.

El nivel de educación en los trabajadores de la construcción es bajo y muchas veces no han completado la educación básica siendo, por lo tanto, limitadas las posibilidades de ofrecer una capacitación efectiva. Normalmente la falta de experiencia en el personal técnico evoluciona positivamente en el tiempo; la mayor debilidad inicial de este personal es una cierta incapacidad básica de mando.

Se comenta el caso de una obra en EE.UU. en la cual los obreros, alrededor de 100, podían llevar a cabo su trabajo por sí solos en forma coordinada y eficaz, teniendo solamente un ingeniero jefe de proyecto y ningún supervisor. Todos conocían exactamente la extensión y oportunidad de sus tareas, cumplían puntualmente con el horario de entrada y abandonaban la faena a tarea cumplida. Para eso era necesario proveer los materiales *justo a tiem-*

po y contar con todos los insumos necesarios en la obra con la debida exactitud lo cual elimina la necesidad de bodegas y tiempos muertos de espera.

3.- Grupo Montaje Industrial



En los últimos años se ha podido observar en el área de montajes industriales la incorporación de equipos y maquinarias de última generación, la creciente importancia en el tema de seguridad industrial y una importante incorporación de subcontratistas especializados en faenas específicas.

Sin embargo, la capacitación de los mandos medios, así como la incorporación de la ingeniería de cons-

trucción a obras son tareas pendientes importantes que quedan por desarrollar.

Entre las actividades menos tecnificadas en esta área se consideran la colocación de revestimientos tales como: pinturas industriales, aislaciones térmicas y otros. Otras actividades no resueltas adecuadamente son: la fabricación y montaje de tuberías, que se hacen con mucho aporte de soldadura manual, difícil de ejecutar y controlar; el apriete de pernos, faena en la cual se confía habitualmente en el trabajador sin un mayor control y técnica. Existen recursos tecnológicos para resolver estos problemas; sin embargo ellos son caros y la poca frecuencia de su uso hace que no sea rentable la inversión en ellos.

También se estima que la solución del problema debe orientarse con más fuerza a la capacitación de los trabajadores del sector en todos los niveles, a un mayor conocimiento de los elementos y tecnologías actuales. Como ejemplo se puede mencionar el uso inadecuado de moldajes industriales llegados a nuestro país por falta de capacitación, desde el nivel de los ingenieros hasta los obreros de menor calificación, lo que se traduce en una utilización muy baja de todas las posibilidades que ofrecen.

Algo similar se puede mencionar respecto a los andamios usados en Chile que, en general, no cumplen con normativas internacionales.

La ingeniería aplicada en terreno carece de un importante apoyo en los niveles altos, los proyectistas realizan su labor apartados de la realidad final, de manera que los diseños resultan inadecuados, costosos y muchas veces, inaplicables.

De la misma manera, aparece inadecuada la formación de los ingenieros que se van a desempeñar en labores directas de terreno. En nuestras universidades, como reflejo de nuestra cultura y necesidades, la formación es débil en las realizaciones prácticas y, por lo tanto, la posibilidad de conseguir avances tecnológicos a través de ellos aparece difícil y lejana. La incorporación de técnicas a través de los actores de más alta educación es casi baja, entonces se mantienen los usos y prácticas artesanales de los trabajadores tradicionales.

Por lo tanto, hay poca incorporación de ingeniería en las obras. Lo normal es que los jefes de terreno organicen la faena y tomen las decisiones, haciendo difícil incorporar innovaciones técnicas o metodológicas que sean aceptadas por supervisores responsables en obra. Muchas ve-

ces la organización interna de las obras está orientada a la producción con un menor costo inmediato; sin embargo una mayor capacitación y, por ende tecnificación, utilizando un menor número de operarios, parece ser un camino más adecuado y rentable a futuro. Existe el ejemplo de empresas extranjeras que incorporan menor cantidad de mano de obra, y menos andamios, y mayor cantidad de maquinaria intermedia como elevadores y grúas.

Para los proyectistas no es fácil incorporar nuevos materiales y técnicas ya que es difícil encontrarlos en el mercado o bien determinar con certeza la utilidad de las ofertas, además de su propia reticencia e inseguridad en la adecuación de ellos a su problema particular. Es indudable que, por otra parte, no hay un incentivo claro para la incorporación de nuevos materiales o tecnologías en los estudios de propuestas que valoran solamente los menores precios y el cumplimiento de plazos excesivamente apretados para su estudio.

La complejidad de los montajes industriales reside fundamentalmente, en la cualidad de ser únicos; cada unidad es, o contiene, su propia innovación. Para cada uno de los montajes existen equipos y maquinarias muy tecnificados con controles elec-

trónicos, como máquinas cortadoras y perforadoras mediante las cuales se disminuye, efectivamente, la incidencia de errores.

Se insiste en la imposibilidad que los mandos medios se reeduchen para adaptarse a este tipo de maquinaria, ya que no existe en nuestro país un sistema que permita actualización de conocimientos para estos trabajadores.

Respecto de las dificultades de adaptación a nuevas tecnologías los obreros no tienen capacitación alguna para utilizar nuevos elementos y la tendencia es que las destruyen; los supervisores son en general autodidactas y no tienen formación teórica; el personal de mantención también se encuentra en dificultades porque la mayor parte de los equipos son electrónicos, y finalmente a nivel profesional se encuentran dificultades de práctica directa con los nuevos elementos.

Para una parte importante de los actores de la faena, el problema principal se encuentra en una gran inadecuación educacional; entre ellos casi no existe la capacidad de leer y comprender cabalmente lo que se lee, por lo tanto el mayor esfuerzo debe concentrarse en el aumento de la capacidad intelectual que solamente se logra mediante

una mejor y más profunda educación. Hoy en día, además, es importante incorporar la enseñanza del fenómeno tecnológico en todos los niveles de educación.

En lo referente a las tendencias del sector en el mediano plazo, se estima que se producirá un importante ascenso de medianos y pequeños contratistas de especialidad por la complejidad tecnológica de los proyectos con una mayor especialización de la mano de obra.

4.- Grupo Obras Viales



En esta área las deficiencias tecnológicas no son importantes ya que se cuenta con toda la maquinaria de última generación en: obras viales, movimiento de tierras, estructuras viales.

Existe sin embargo, una gran dificultad de inversión en equipamiento moderno debido a la poca continuidad de los contratos y al volumen de ellos; mayor continuidad y volumen de contratos haría posible la adquisición de otro tipo de tecnologías,

más avanzadas y de más alto costo. Con estas maquinarias se podría aumentar considerablemente la productividad.

La demolición y picado de hormigones son algunas de las actividades que se consideran más atrasadas en el país; son muy agresivas con el medio ambiente, generan contaminación acústica y producen exceso de polvo. También la preparación y colocación de hormigón en pequeñas cantidades se hace con poca incorporación tecnológica y, por lo tanto, con mucha mano de obra. Esto se observa, por ejemplo, en obras de saneamiento (pozos revestidos, alcantarillas, etc.) las cuales, por razones de tamaño y de especificaciones de diseño, no permiten una mayor tecnificación. Tampoco está tecnificada la colocación de armaduras ya que la geometría de su diseño hace muy difícil su industrialización.

Respecto de la preparación y capacitación del personal en la construcción de obras viales, una importante dificultad radica en la comunicación originada en el lenguaje de los obreros: en estos casos los capataces o mandos medios actúan como intérpretes. Es necesario un lenguaje comprensible entre los diferentes niveles. Por otra parte es necesario un

gran número de mandos medios para control de la producción del personal y para instruirlos en sus labores.

También se han tenido problemas con los administrativos de control de obra, capataces y jefes de cuadrilla que no sienten la necesidad de documentar ese control para una mayor eficiencia. En algunas empresas se ha entrenado personal para administrar ese control, superando así el problema.

Respecto de los materiales empleados se comenta que la innovación también tropieza con especificaciones demasiado rígidas, que no permiten el reemplazo por soluciones de uso comprobado en otros países. A veces, cuando se trata de reemplazar los materiales o técnicas de construcción, suele encontrarse falta de receptividad, tanto en mandantes como en proyectistas, lo cual impide la innovación.

Existe la necesidad de contar con políticas coherentes por parte de los mandantes respecto de la innovación y aplicación de nuevas tecnologías, cosa que no ocurre con las concesiones, en que la propuesta incluye los proyectos que deben ser igualmente aprobados por el MOP, pero en otros términos puesto que el ofe-

rente propone el proyecto. Se han rechazado soluciones ya probadas, solamente porque nunca han sido empleadas en Chile.

En obras públicas hay dos maneras definidas de contratar los proyectos. Una modalidad es comprar una obra en cuyo caso el Estado determina y controla las soluciones de proyecto y construcción ofertadas.

La otra modalidad es la contratación de obras en concesión, en este caso el Estado compra un servicio y naturalmente el contratista tiene libertad de usar sus propias soluciones, ya que el mandante tiene control solamente sobre el cumplimiento y calidad del servicio contratado.

En la primera modalidad el mandante es bastante rígido y no acepta modificaciones ni mejoras tecnológicas en los proyectos; la única flexibilidad se genera en los casos en que las bases permiten alternativas y aceptan algunas de las proposiciones de los proponentes.

En la segunda modalidad, el Estado está comprando el servicio por un tiempo definido, y especifica una geometría y el estándar correspondiente, y es el contratista quien deberá resolver el problema correctamente de manera que su diseño cumpla con los requerimientos de

calidad y duración. En esta modalidad está además, el financista quien determinará una inspección pues deberá asegurar la calidad de la construcción de manera que ella permanezca en servicio a lo menos el tiempo mínimo exigido, de manera que se complete el retorno de la inversión.

De este modo se simplifica el problema pues se integran diferentes actores preocupados de la calidad global. En ese caso el Estado cumple un papel normativo con determinados estándares de calidad y la empresa privada se encarga de la correcta ejecución de manera que no se produzca un perjuicio económico.

Respecto a la gestión, se estima que se encuentran razonablemente al día con las herramientas administrativas y computacionales usadas, el problema está en conocerlas y emplearlas de modo óptimo, para obras de tamaño medio y pequeño. No se utiliza toda la tecnología que ofrece el mercado actualmente, ni se adopta la oferta a las necesidades del sector, en el caso de obras muy grandes en que puede ser insuficiente el soporte.

Respecto de índices que indiquen el grado de industrialización en el sector, no existen valores de uso normal. Se indican algunas posibilidades de

relaciones que podrían medir el grado de tecnificación como la relación entre facturación y mano de obra; pero se enfatiza que en las obras coexisten sistemas tecnológicos avanzados, de última generación, con el empleo de mano de obra tradicional.

Con un mercado más desarrollado deberían existir en mayor número empresas de servicios, para subcontratos especializados, de lo cual ya existe algo incipiente. Actualmente en edificación esta situación es más clara: la empresa subcontrata gran parte de servicios.

Se insiste en que el problema de la incorporación tecnológica está relacionada con la envergadura y continuidad de las obras, lo que requiere un equipo de profesionales y trabajadores en forma permanente.

Si se mantiene el programa de concesiones para obras viales urbanas que está programado se generaría una mayor inversión, lo que podría impulsar la aplicación de nuevas tecnologías. Por ejemplo, el proyecto Costanera Norte puede generar un cambio en el uso de tecnologías menos invasoras, menos contaminantes y más amistosas con la población.

5.- Grupo Infraestructura



Existe poca tecnificación en el área industrial y en la construcción de pisos industriales, los cuales presentan grandes problemas de diseño y proyecto. Se considera como problema recurrente en Chile y resuelto en otros países.

Existen materiales norteamericanos incorporados al hormigón fresco para pisos. En nuestro país se recibe un gran caudal de información con

una gran variedad de productos que, por diversas razones, no se aplican. Estos productos son de bajo costo, pero necesitan de un equipamiento de alto costo y técnicas apropiadas para aplicarlos, además de un personal debidamente capacitado para su aplicación.

Por otro lado, se estima que en Chile hay atraso en la tecnificación de las terminaciones de arquitectura, procesos que se realizan de manera muy artesanal, debido tal vez al tamaño del mercado. También, en el caso de los subcontratistas de especialidades, que son pocos, se detecta atraso tecnológico; las pinturas por ejemplo, se colocan con empresas muy pequeñas que tienen un equipamiento mínimo y una gran rotación del personal. Estos problemas se originan también por el tamaño del mercado.

Otro problema, más importante, es el abastecimiento de materiales en las construcciones, tecnológicamente muy atrasado, especialmente con respecto al primer mundo, tema incidente e importante en que se buscan actualmente soluciones. Incluye compra y adquisiciones, distribución y stock en la obra.

Existe una tendencia mundial a minimizar los stocks y, por lo tanto los riesgos aumentando la velocidad de

las adquisiciones. En Chile no se logra esta práctica siendo muy alta la incidencia en los costos. En este aspecto se nota una carencia en el país que deberá disminuirse a futuro con una importante cuota de trabajo.

Respecto de los subcontratos se comenta que hay atraso tecnológico en lo que se refiere a instalaciones sanitarias por mal diseño, mal dimensionamiento, sistemas y materiales poco adecuados. La observación incompleta y no estricta de las especificaciones técnicas originan funcionamientos deficientes.

La preocupación por las normas se debe a la globalización de los mercados que exigen cumplir con la descripción correcta y adecuada de los productos que constituyen el concepto fundamental de norma. En Chile es más común usar un criterio de reglamentación: un reglamento es una norma hecha obligatoria por ley. En la actualidad las normas favorecen a las empresas que producen de acuerdo a ellas.

En Chile, siendo una situación dramática, es difícil conseguir una *cultura* de la prevención de riesgos adecuada. Los trabajadores son reacios a aceptar las conveniencias de ella. Se requiere la imposición por parte de las autoridades, aunque compen-

se los gastos que implican los accidentes laborales.

En el primer mundo, las demandas por incumplimiento de las leyes laborales en relación con la seguridad y prevención son altísimas, por este motivo las empresas contratistas están obligadas a hacerlas cumplir para protegerse a sí mismas de los altos costos que podrían ocasionar los accidentes laborales. Además, los préstamos de los bancos evalúan las condiciones de riesgo a que estén expuestos los trabajadores. Esta situación no existe en Chile porque las leyes no defienden tan claramente a los trabajadores y los bancos sólo estiman la seguridad de la inversión para efectos del préstamo.

En lo referente a la capacitación, hay empresas que desde hace 10 años han implementado sistemas de capacitación del personal en programas intensivos, utilizando al máximo los beneficios del SENCE o los propios, usados en forma complementaria, tratando de mejorar la educación del personal aun cuando ese personal tiene alta rotación y no permanece en la empresa. El resultado es muy bueno, los trabajadores consideran un beneficio laboral su capacitación en todos los niveles, desde los jornaleros hasta los ingenieros. El mayor énfasis en la capacita-

ción se ha puesto en el trabajador directo, el capataz, el supervisor y el técnico superior.

Donde más dificultades se han encontrado es en el sector de los supervisores, que normalmente en Chile son personas de mucha experiencia, con capacidad de mando, ciertos conocimientos técnicos y casi sin educación, preparación formal o superior. Son personas de alta responsabilidad y con capacidad para ser buenos jefes.

Sin embargo este sector es el más conservador, más reactivo a los cambios, más incapacitado para adaptarse a nuevas formas de tecnología, a aplicar las normas de seguridad y para cualquier cambio a las tareas habituales que ha estado realizando por años. Las frustraciones más grandes se dan en ese sector, lo que no ocurre con otros trabajadores, que son dinámicos para adaptarse al cambio, ni con los capataces que son supervisores de menor experiencia.

En general se estima que los sistemas de programación se usan bastante en el país; las grandes empresas exigen el uso de programación lo cual genera una cierta inversión en herramientas, inversión que se considera rentable en una obra, ya que el ahorro en tiempo o acortamiento de plazos se traduce en utili-

dad. El cliente exige demostraciones de avance de las obras de acuerdo a las programaciones iniciales y esto es más adecuado con el uso de software específicos.

En relación con materiales obsoletos se consideran los materiales ecológicamente inadecuados entre ellos y en primer lugar el asbesto cemento, material prohibido en Europa y EE.UU. por su efecto nocivo para la salud humana. Para Chile es un tema complicado, ya que a pesar de que está prohibido el uso del asbesto, no hay personal capacitado para reconocerlo y se sigue importando. Además el freón y los polivinilclorados en la legislación de los países desarrollados están prohibidos y es necesario erradicarlos vía legislación o regulación especial.

Resumen de algunas de las ideas desarrolladas

1.- **Tecnificación de procesos constructivos**

E.A: No existe atraso en lo referente a tecnologías o procesos constructivos.

E.E: Existen falencias y obsolescencia (transporte horizontal, moldajes, construcción con albañilería etc.)

M.I: Existen falencias (pinturas industriales, fabricación y montaje tuberías)

O.V: No existe atraso en lo referente a tecnología. En cuanto a procesos constructivos, se puede considerar que hay atraso.

IN: Existen falencias (pisos industriales, terminaciones de arquitectura)

2.- **Materiales obsoletos y otros aún no utilizados**

E.A: No existe atraso en lo referente a materiales.

E.E, O.V: Existen alternativas, pero no se pueden utilizar debido a que no hay normativa que regule su uso.

3.- **Maquinarias y equipos**

E.A, E.E: Existe alguna carencia de máquinas y herramientas (en especial para terminaciones).

M.I, O.V: No existe atraso.

4.- **Software de gestión**

E.A, E.E: Existe atraso e insuficiencia.

O.V: Insuficiencia para obras de tamaño medio y pequeño.

5.- **Tendencias generales**

E.A: Mayor educación y capacitación de los profesionales y trabajadores de la construcción, de manera de poder incorporar tecnología para aumentar rendimientos, productividad y disminuir uso de mano de obra

E.E: Uso de materiales nuevos y prefabricados que permitan aumentar rendimientos, productividad y disminuir uso de mano de obra y mayor capacitación a supervisores no profesionales.

M.I: Aparición de medianos y pequeños contratistas y mayor grado de especialización de mano de obra

O.V: Mayor uso de tecnología en la medida que exista continuidad y mayor volumen de obras (p. ej. en obras confeccionadas)

6.- **Indices que mejor representarían la capacidad tecnológica del sector**

E.A: Depende de las condiciones de cada proyecto.

7.- Niveles de personal con mayores problemas de adaptación a los cambios

E.A, E.E, M.I, O.V, IN: Supervisores, mandos medios no profesionales con gran experiencia.

8.- Carencias de normas

E.A, E.E, O.V, IN: Existe carencia y falta de actualización de normas.

9.- Otros

Proyectos inadecuados.
Inspección técnica no preparada.

Reflexión final

En esta serie de conversaciones con las empresas constructoras se generaron algunas aproximaciones a los diferentes problemas que se originan en torno a la incorporación de tecnología, a su utilización rentable y eficaz en las construcciones.

Es evidente que el problema presenta distintas caras y, por lo tanto, se pueden encontrar distintas soluciones según sea el ámbito de la actividad, la envergadura y vida útil de las inversiones, la necesidad y finalidad de cada usuario.

A la pregunta referida a la tecnificación de los procesos constructivos, se reciben respuestas diametralmente opuestas, mientras la edificación en altura presenta un muy buen desarrollo y adecuación tecnológica de sus procesos, otros campos como el de los montajes industriales o incluso la construcción de viviendas en extensión muestra carencias de modernización en varios de sus procesos y usos.

Es indesmentible el mayor y más acelerado desarrollo que ha experimentado la construcción de edificios en altura en los últimos diez

años y considerando las variables financieras del negocio inmobiliario, ha sido cada vez más rentable aumentar la incorporación de tecnologías modernas variando la velocidad de la construcción.

Es una constante en este contexto, la poca adecuación educacional de los trabajadores en todo el espectro analizado.

La necesidad de aumentar la capacitación para tener una mano de obra más especializada, o más bien más preparada en términos de información y comprensión de los procesos en los cuales son actores principales, incide finalmente en una elevación del nivel cultural que definitivamente dará el empuje humano necesario en cualquier actividad.

Los materiales aparecen adecuados y actualizados en la construcción en altura; pero no están lo suficientemente al día o no son adecuados en otros ámbitos como las construcciones industriales.

Claramente, la variedad de éstos y la variedad de problemas a resolver es distinta en ambos casos.

Reflexión...

La construcción en extensión necesita de otro tipo de materiales, integrantes de la obra gruesa, con mayor incorporación de prefabricados para aumentar así los rendimientos y, por ende, la productividad.

Por otra parte, la normativa insuficiente o inexistente, siempre es un impedimento para la aceptación rápida de materiales o usos actuales. Desde este punto es casi imposible evitar la obsolescencia de las normas.

La utilización de metodología y herramientas computacionales es insuficiente y no siempre correcta, especialmente en obras medianas y pequeñas.

Las empresas que han logrado incorporar una buena práctica de programación de obras la tienen como un instrumento de precisión que les permite prever hechos con una anticipación tal que les permite minimizar costos por imprevistos.

En las tendencias generales del sector es evidente que una preocupación central que marcará una tendencia en la industria en el próximo tiempo será la preocupación por

mejorar la capacitación y educación de los trabajadores.

Relacionado con lo anterior, el uso de nuevos materiales y prefabricados de manera que se aumente la industrialización del sector, se pueden mencionar como las tendencias principales en el mediano plazo.

Participantes

Los participantes en las reuniones fueron los siguientes:

Grupo Edificación en altura:

Srs.

Fernando Echeverría (Echeverría Izquierdo),

Fernando De Lorenzo (Sigro)

Miguel Simián (Inela)

Grupo Edificación en extensión:

Sres.

Luis Germán Edwards (Enaco),

Enrique Hepner (Hepner y Muñoz)

Oscar Martínez (Socovesa)

Grupo Montaje Industrial:

Sres.

Ricardo Binder (Montajes Tecsa),

Richard Fookes (Sigdo Koppers)

Manuel José Navarro (Vial y Vives)

Grupo Obras Viales:

Sres.

Leonardo Daneri (Sical)

Manuel Meléndez (Tribasa)

César Ramírez (Sacyr)

Participantes...

Grupo Infraestructura:

Sres.

Marcos Alvarez	(Queylén)
Jorge Hevia	(Sigdo Koppers)
Jorge San Juan	(Dragados)

Por la **Subcomisión de Soporte Tecnológico** asistieron:

Sres.

Sergio Contreras (presidente),
Francisco Bernedo,
Carlos Cortés,
Juan Carlos Labbé
Luis Oyarzún,
Sra. Lucía Cabrera (secretaria técnica).

Anexo: Consultas y Respuestas

1.- En el área de su actividad, ¿cuáles son los procesos constructivos menos tecnificados y cuáles considera que tienen mayor potencial de mejoramiento o tecnificación?

- Colocación de hormigón, moldajes artesanales, carpintería de techumbre y tabiques (EE)
- En general, procesos de obra gruesa (principalmente en procesos de prefabricación in situ) e instalaciones domiciliarias (por la poca o nula prefabricación o prearmado de ellas) (EE)
- Terminaciones de arquitectura, subcontratos de especialidades (pinturas, aislaciones, agua, etc.), Abastecimiento de materiales (adquisición, almacenamiento y distribución) (IN)

2.- ¿Qué productos y/o materiales actualmente en uso en Chile, son obsoletos en otros países y qué productos nuevos aún no son utilizados?

- Obsoletos: el asbesto cemento, ladrillo de arcilla, madera en

moldajes y andamios como material de apoyo, elementos contaminantes como asbesto, freón, ascaroles, benceno, DDT

- Poco utilizados: hormigón celular, tabiques prefabricados, sistemas constructivos con hormigón, madera
- 3.- ¿Qué máquinas, equipos y herramientas actualmente en uso en Chile, son obsoletos en otros países y cuáles todavía no han sido utilizados en el país?
- Obsoletas: elevador de plataforma, carretillas, martillos, puntos y combos (en general herramientas manuales), moldajes de madera hechos en obra, betoneras, tractores agrícolas con acoplado.
 - Poco utilizados: cintas transportadoras de hormigón, herramientas neumáticas, maquinaria de transporte horizontal y vertical, andamiajes, manlifts, iluminación en 48 volts.
- 4.- ¿Qué tipo de metodología y/o software de gestión utiliza actual-

mente y cuáles estima necesario o valioso implementar en su empresa?

- Unisoft para cálculo de presupuestos, Primavera para programación rítmica de las obras, programas normales de administración y contabilidad, Flexcom, Presto.

5.- ¿Cuáles cree que son las tendencias generales del sector donde Ud. se desarrolla?

- Innovación tecnológica y gestión de calidad, tecnificación para lograr menores plazos y mejor calidad, mayor cantidad de subcontratistas especializados, personal más calificado.

6.- ¿Cuál es el o los índices que mejor representarían la capacidad tecnológica de su empresa?

- Horas-hombre-m² construido.
- \$ de trabajo rehecho / m² construido.

- Hora/hombre directa empleada en generar \$ 1 de utilidad.

- m³ hormigón prefabricado vs m³ hormigón (en caso de construcción en hormigón).

7.- ¿Qué nivel de personal (profesional, supervisor u obrero) visualiza con mayores problemas de adaptación a la aplicación de nuevas tecnologías al interior de su empresa?

- Supervisores y Jefes de Obra.

8.- ¿Qué problemas y en qué grado genera en su empresa la carencia de normas para el sector?

- Incapacidad para garantizar ciertos trabajos (pinturas, impermeabilizaciones, p. ej.)
- Genera políticas peligrosas y flexibles, especialmente en el campo ético y de prevención de riesgos.

08104



338.926
C7333
1998
c.1

Cámara Chilena de la...

AUTOR

Encuentros Tecnológicos de

TITULO

la...

FECHA	NOMBRE	FIRMA

690
CENC
CA22
C1



AUTOR Cámara Chilena de...

TITULO Encuentros Tecnológicos...

Nº TOP 08104

DICIEMBRE, 1998