

# INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO: UNA ESTRATEGIA DE COMPETITIVIDAD

Alfredo Serpell

**Resumen:** Se presenta una discusión de la importancia de la innovación y desarrollo tecnológico como una estrategia necesaria para mejorar la competitividad de una empresa constructora en las condiciones presentes del mercado de la construcción. Se discuten también algunas características del sector y los principales ámbitos de innovación y desarrollo en los que puede actuar esta estrategia. Junto a ello, se analizan algunas importantes barreras que presenta la construcción frente a la innovación y se plantean formas de innovación disponibles en nuestro país para las empresas. Finalmente, se presenta un modelo general de innovación que resume diversas proposiciones encontradas en la literatura y se completa este trabajo con la presentación de algunas experiencias de procesos de innovación que han realizado empresas Chilenas, indicándose los resultados obtenidos y los principales aspectos favorables o dificultades presentes en cada ocasión.

## INTRODUCCION

Las empresas constructoras enfrentan actualmente una situación de mercado y del negocio de construcción que cambia aceleradamente y que impone sobre ellas demandas no habituales hasta hace pocos años en el sector. La principal y tradicional preocupación del sector en cuanto a la mentada ciclicidad o variabilidad de la actividad, ha dado paso a un reconocimiento de que hay otras fuerzas actualmente en el mercado que son tanto o más importantes para el éxito presente y futuro de la empresa y que el fantasma cíclico cada vez parece menos posible en las condiciones actuales y esperadas de la economía del país. Estas fuerzas son, entre otras, la creciente intensidad de la competencia, lo que ha llevado a una continua reducción de los márgenes de utilidades obtenidos en cada proyecto y en forma global sobre las ventas; la participación de un número creciente de empresas extranjeras atraídas por un mercado estable y con alto potencial de crecimiento, especialmente en algunas áreas tales como infraestructura y vivienda; el aumento de las exigencias de los clientes en sus proyectos, en particular en cuanto a la calidad y el plazo y una mayor complejidad y demanda tecnológica de los proyectos.

La innovación y desarrollo tecnológico ofrece grandes posibilidades para responder a las necesidades y desafíos presentes y futuros. El desarrollo tecnológico es cada día más acelerado y nuevas ideas, sistemas y productos son ofertados para su evaluación y posible incorporación en el trabajo de las empresas. Resultados de investigaciones son publicados en todo el mundo proponiendo nuevas técnicas o

métodos. Instituciones de investigación están aumentando permanentemente el conocimiento sobre la construcción. Nuevos y valiosos métodos, técnicas, filosofías y sistemas han invadido el mundo promoviendo el mejoramiento continuo, la gestión de calidad, la filosofía justo a tiempo, la construcción sin pérdidas y otras iniciativas, proponiendo nuevas formas de hacer las cosas, nuevos énfasis de atención y nuevas visiones. La construcción tradicionalmente ha sido más lenta que otros sectores para incorporar estos avances en su actividad. Sin embargo, en la actualidad quedarse atrás puede ser peligroso para el futuro de una empresa o, al menos, puede limitar significativamente su competitividad y crecimiento futuro. Tal como lo menciona Hasegawa (1988), aquellos que controlen la innovación y la tecnología, controlarán el mercado.

En un informe del Instituto de la Industria de la Construcción de los Estados Unidos (CII, 1993) se presentan los resultados de una investigación en la que se consultó a un número importante de ejecutivos de empresas de diversos continentes sobre los principales temas y necesidades que las empresas deben enfrentar en el futuro en un mercado global. Un número importante de las respuestas identifican necesidades de innovación y desarrollo tecnológico que las empresas deberán enfrentar en diversos ámbitos:

- Necesidades de protección ambiental y desarrollo sustentable.
- Uso de reciclaje y recuperación de materiales y otros recursos.
- Eliminación de pérdidas producidas por el proceso constructivo.
- Eficiencia energética.
- Resultados de calidad a la primera.
- Mejoramiento de procesos y productos.
- Desarrollo de nuevas tecnologías.
- Utilización eficiente de recursos.
- Gestión de calidad.
- Acceso a la mejor tecnología.
- Adquisición de habilidades y conocimiento.
- Tecnologías de información y comunicación

El objetivo de este trabajo es plantear que la innovación y desarrollo tecnológico son actividades que necesariamente deben estar presentes en cualquier estrategia que una empresa constructora establezca para lograr un nivel de competitividad que le permita participar con éxito en el mercado presente y futuro. La innovación es el arte aplicado de lo nuevo y lo mejor y es el concepto que forma la base de la estrategia y los éxitos de las empresas de desempeño

ganador (Haley, 1994). La capacidad de una empresa de cambiar, de adaptarse a los nuevos requerimientos, de aprender y adquirir experiencia, y de asumir un rol de liderazgo competitivo dentro del mercado en el que participa, es una habilidad fundamental para el éxito en el mundo actual.

## CONCEPTOS DE INNOVACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Innovación significa introducir algo nuevo en una organización o cambiar la forma en que se hacen las cosas. La innovación puede ser definida en forma amplia como la introducción de nuevas ideas, conocimientos, métodos, tecnologías y equipos, a la forma en que una organización desarrolla su negocio o intenta una tarea (Serpell 1987). Es decir, innovación implica cambio y, como tal, debe ser manejada de una manera eficiente y efectiva para lograr resultados exitosos.

Existen diferentes definiciones o categorías de innovación. Una innovación puede ser de carácter organizacional, normalmente asociada a las tecnologías «blandas». Ejemplos de este tipo de innovaciones son las reestructuraciones organizacionales, la incorporación de nuevas metodologías y herramientas de administración, etc. Una innovación también puede ser de carácter tecnológico, asociada generalmente a lo que se denomina tecnologías duras, como la incorporación de sistemas computacionales, nuevas herramientas y equipos, maquinarias, etc..

Desde otra perspectiva, se puede distinguir entre la innovación de un producto y la innovación de un proceso. En el primer caso, el objetivo es obtener un producto superior por medio de la incorporación de avances tecnológicos. En el segundo, el resultado buscado es el aumento sustancial de la eficiencia con que se desarrolla un proceso, operación o tarea, pero sin que necesariamente exista ninguna incorporación de avances tecnológicos (Lansley 1991).

Otro enfoque es considerar que una nueva tecnología es un producto o proceso que una empresa no ha usado previamente en su operación (Laborde y Sanvido 1994). Entonces, la innovación se transforma en buscar, reconocer e implantar nuevas tecnologías para mejorar las funciones que la empresa desarrolla, siendo la condición de «nuevo» la que da el carácter de innovación. Un concepto muy importante de comprender al respecto, es que lo que para una empresa puede ser una innovación, para otra puede no serlo, debido a los diferentes niveles de desarrollo que cada una posee.

En el contexto de este trabajo, se considerará como innovación, a todo cambio introducido en una empresa con el objeto de producir nuevos mejoramientos o desarrollos, sea este cambio una innovación organizacional, tecnológica, de producto o de proceso.

## LA INNOVACION Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO COMO ESTRATEGIA DE COMPETITIVIDAD

Cambiar para mejorar la competitividad de sus respectivas

empresas es un objetivo expresado por ejecutivos de un número importante de empresas constructoras nacionales en la actualidad. Las presiones de empresas extranjeras que se agregan al mercado, las acciones de los competidores para obtener ventajas, la reducción de los márgenes de contribución de los proyectos, las nuevas exigencias de los clientes, entre otros factores, ha llevado a las empresas a convencerse de la necesidad de cambiar/innovar para poder enfrentar con éxito las condiciones existentes y futuras. Así, entre las principales razones que tienen las empresas constructoras para cambiar, se encuentran las siguientes:

- Competir con éxito frente a competidores nacionales y extranjeros.
- Diferenciarse de otros competidores y acceder a nichos específicos de mercado.
- Sobrevivir frente a una situación de crisis actual o prevista.
- Responder a requerimientos crecientes de los clientes.
- Buscar otros mercados, tanto nacionales como extranjeros.
- Mejorar condiciones de trabajo del personal
- Mejorar capacidad para afrontar la creciente sofisticación y complejidad tecnológica de las obras.

Las grandes interrogantes que las empresas enfrentan son: ¿qué hacer al respecto?, ¿cuál es el camino más adecuado?, ¿qué y cómo cambiar? Las respuestas sin embargo no son fáciles ni claras, debido principalmente a la falta de una visión global y estratégica de muchas de las empresas, y a la existencia de un gran número de alternativas de diferentes características, en su mayoría provenientes del extranjero y de otros sectores de la economía.

Desafortunadamente, la industria de la construcción se caracteriza por ser mayormente reactiva a las oportunidades y amenazas del entorno y normalmente se apoya en ideas innovadoras preferentemente externas al sector (Lansley 1991). La falta de una acción sostenida de investigación y desarrollo ha traído como consecuencia, una gran carencia de propuestas propias del sector, que consideren sus particulares características. Ello hace que muchas de las innovaciones disponibles en otros sectores, enfrenten grandes dificultades al ser aplicadas en la construcción, lo que facilita que sean descartadas rápidamente al no saber como resolverlas y hace fracasar las iniciativas de innovación. Esta situación ha reforzado la actitud de justificar la inacción en base a las características diferentes de la construcción.

La competitividad en la construcción es definida en general, por cuatro factores considerados como los más importantes:

- Precio.
- Calidad.
- Plazo.
- Orientación al cliente.

Cualquier estrategia o acción que tenga como objetivo aumentar la competitividad de una empresa

constructora debe entonces evaluarse en función del aporte que dicha estrategia ofrezca en relación a estos cuatro factores. Por lo tanto, una estrategia basada principalmente en la innovación y desarrollo tecnológico debe también ser sometida a esta evaluación. La Tabla 1 presenta un conjunto de ejemplos de los aportes que acciones de innovación y desarrollo tecnológico pueden hacer a la competitividad de una empresa, en función de los objetivos que la misma empresa se plantee.

Los ejemplos indicados en la Tabla 1 sugieren que la incorporación de innovaciones y desarrollo tecnológico al interior de una empresa, en sus diferentes actividades y de acuerdo a los objetivos perseguidos, es una estrategia fundamental para el logro de un nivel de competitividad apropiado para tener éxito en la actualidad y en el futuro.

de cambio, la capacidad de adaptarse, son más importantes aún que en el pasado, debido a que la existencia de presiones y fuerzas simultáneas, impredecibles y turbulentas ha pasado a ser lo común.

Generalmente las empresas constructoras han reaccionado ante estas presiones y fuerzas en forma no planeada, lo que las ha llevado a cometer errores o simplemente a no ser oportunas en sus respuestas. Hoy día se requiere desarrollar una adecuada capacidad de cambio dentro de las organizaciones, de modo de poder responder en forma rápida y efectiva a las presiones y fuerzas existentes y emergentes. Esto significa que las empresas deben tener la capacidad de identificar y evaluar las necesidades de cambio en los diferentes ámbitos de su organización. Una forma de evaluar el tipo de cambio requerido es a través de las siguientes

**Tabla 1. Aportes de la innovación y desarrollo tecnológico a la competitividad de una empresa con respecto a los factores de competitividad**

Factor	Ejemplos de innovación y desarrollo tecnológico	Posibles objetivos
Precio	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Mejoramiento de la tecnología de procesos constructivos.</li> <li>•Incorporación de sistemas de planificación modernos y a todo nivel.</li> <li>•Incorporación de herramientas computacionales.</li> <li>•Aplicación de conceptos de constructabilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Reducción de costos de construcción.</li> <li>•Reducción de pérdidas de tiempo y recursos.</li> <li>•Reducción de costos indirectos.</li> <li>•Simplificación de la construcción.</li> </ul>
Calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Implantación de sistemas de calidad.</li> <li>•Mejoramiento de las tecnologías de procesos constructivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Mejorar calidad de los trabajos y productos.</li> <li>•Reducir errores de calidad en la ejecución de los trabajos.</li> </ul>
Plazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Uso de sistemas de planificación computacionales</li> <li>•Aplicación de herramientas de análisis de operaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Mejorar función de planificación y control.</li> <li>•Mejorar rendimientos de las operaciones críticas de construcción.</li> </ul>
Orientación al cliente	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Implantación de sistemas de aseguramiento de calidad.</li> <li>•Certificación de la empresa según ISO 9000.</li> <li>•Aplicar ingeniería del valor para mejorar diseño del producto.</li> <li>•Aplicar reingeniería a la función de administración de contratos en los proyectos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Asegurar cumplimiento de requerimientos.</li> <li>•Obtener trabajos con dicho requisito.</li> <li>•Aumentar valor del producto para el cliente o mandante.</li> <li>•Dar mejor servicio al cliente manteniendo una relación contractual óptima.</li> </ul>

Para ello, las empresas deben tener una actitud más proactiva que reactiva para mantener de esta forma, una permanente acción de cambio a través de la innovación y desarrollo tecnológico.

Se mencionó anteriormente que una innovación implica cambio. Tal como lo plantea Jick (1993), cambio, en su sentido más amplio, corresponde a una respuesta planeada o no planeada a las presiones y fuerzas existentes en el mercado y en el entorno local y global en el que está inserto una empresa. Estas presiones y fuerzas pueden ser tecnológicas, sociales, regulatorias, políticas, ecológicas, competitivas, etc. En los tiempos actuales, las necesidades

interrogantes (Jick 1993):

1. ¿Cuán lejos queremos llegar? ¿Es demasiado lejos o no demasiado?
2. ¿Estamos considerando un camino de menor resistencia al cambio, o la dirección verdaderamente necesaria?
3. ¿Qué tipo de resultado queremos: de corto plazo o de largo plazo?
4. ¿Queremos un cambio permanente o correremos el riesgo de la inflexibilidad, haciendo más difícil los cambios en el futuro?
5. ¿Cuánto cambio es capaz de absorber la

- organización? ¿Puntual? ¿Acumulativo?
6. ¿Es posible presentar los cambios considerados, de una manera positiva? ¿Si no, por qué no?
  7. ¿Qué pasa si no cambiamos nada? ¿si seguimos igual?

El ejercicio de contestar estas interrogantes, puede ayudar a que la empresa clarifique el camino a seguir o la alternativa estratégica a plantear. Es importante pensar y generar estas respuestas de modo de comprender la situación actual de la empresa.

Dado que la innovación y desarrollo tecnológico corresponde a introducir cambios en una empresa u organización, una estrategia basada en estos factores, debe al menos contestar las siguientes interrogantes:

- ¿Por qué se va a cambiar?
- ¿Qué se va a cambiar?
- ¿Cómo se va a realizar el cambio?
- ¿Cuándo se realizará el cambio?
- ¿Quiénes serán afectados por el cambio?
- ¿Cuáles serán las consecuencias del cambio?

La incorporación de innovaciones y desarrollo tecnológico debe ser adecuada y efectivamente administrada para aumentar sus probabilidades de éxito. Dentro de esta labor resulta fundamental atender a las reacciones frente al cambio de todos aquellos involucrados o afectados por éste. Una innovación o tecnología nueva, sin importar lo valiosa que sea, debe enfrentar fuerzas que tratan de mantenerla fuera, generalmente más fuertes que aquellas que favorecen su integración. Si estas reacciones no son anticipadas y manejadas en forma apropiada, el proceso de cambio puede ser innecesariamente doloroso y, tal vez, un fracaso.

Tradicionalmente, las resistencias al cambio son provocadas por la inercia, el hábito y la comodidad con lo conocido. La rutina es generalmente preferida debido a que permite un cierto nivel de control. Así, la resistencia es más una reacción frente a la pérdida de control que al cambio propiamente tal y mientras más ignorancia tenga una persona sobre los alcances de una innovación o cambio, mayor es la amenaza que esta percibe en relación al control que ella tiene sobre su entorno (Jick 1993). Por esta razón, es importante que las empresas creen un ambiente de trabajo permeable a los cambios, a la introducción de innovaciones y nuevas tecnologías. Debe existir idealmente una cultura de cambio en todo el personal de modo de reducir sus reacciones negativas.

Por todo lo anterior, la introducción de innovaciones y desarrollo de tecnologías requiere una suma de circunstancias para lograr su éxito (Feigenbaum et al. 1988):

- Un campeón o líder con visión, disposición para tomar riesgos y para superar obstáculos, que sea capaz de educarse a sí mismo y de identificar oportunidades de innovación. Debe ser capaz de vender la innovación al resto y educarlos, tanto formal como informalmente.
- Debe ser parte del plan estratégico de la empresa.
- Debe tener una perspectiva de largo plazo.

- Una visión de que el cambio es una oportunidad, no un riesgo.
- Líneas de comunicación eficientes.
- Programas de incentivos.
- Difusión amplia de los objetivos, alcance y resultados esperados y alcanzados.

Además de las circunstancias mencionadas, un requisito fundamental para el éxito es el grado de compromiso de la administración superior de la empresa, organización o grupo. Este compromiso debe ser tanto implícito como explícito y de carácter permanente.

## INNOVACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA CONSTRUCCION

La construcción es un proceso productivo que tiene como una de sus principales características su adaptabilidad. Es adaptable porque en la mayoría de los casos, cada obra requiere la materialización de un producto distinto, en un entorno también diferente. La construcción es entonces una actividad dependiente del producto a construir y orientada principalmente a los procesos u operaciones de construcción.

Las empresas constructoras son especialistas en construir obras de distintas características y dentro del sector existen ciertos niveles de especialización de acuerdo al tipo de instalación a construir. La empresa ofrece a sus clientes la capacidad de crear sistemas complejos de producción, que incluyen tanto aspectos tecnológicos como de gestión, para materializar obras de acuerdo a los requerimientos de los clientes, dentro de un plazo establecido y a cambio de un precio determinado. Factores determinantes de esta capacidad son principalmente, la experiencia de la empresa, los recursos de que dispone, la capacidad y calificación de su personal y su capacidad tecnológica. Por ello, una empresa que comprende adecuadamente entonces el potencial de la innovación y desarrollo tecnológico para aumentar esta capacidad, estará en mejores condiciones para competir por proyectos en el mercado de la construcción (Serpell 1987).

Los ámbitos de innovación y desarrollo son variados y pueden abarcar todas las áreas de una empresa constructora, de acuerdo a lo siguiente:

- Nivel central de la empresa, incluyendo elementos tales como:
  - Sistemas organizacionales.
  - Tecnologías de información.
  - Procesos administrativos y de gestión.
  - Sistemas de calidad.
  - Funciones centralizadas: estudio de propuestas, ingeniería, planificación y control, adquisiciones, etc.
- Nivel de proyectos de la empresa, con particular interés en:
  - Sistemas organizacionales.
  - Tecnologías de información.
  - Procesos administrativo y de gestión.

- Funciones a nivel proyecto: planificación y control, logística de materiales y equipos, manejo del recurso humano, planificación de las instalaciones de producción, aseguramiento y control de calidad, etc.
- Nivel operacional, considerando entre otros, los siguientes aspectos:
  - Técnicas, métodos, materiales y herramientas de construcción.
  - Procesos y operaciones de construcción.
  - Control de calidad.

Al nivel central de la empresa, deben generarse las políticas generales con respecto a la innovación y desarrollo tecnológico, aún cuando ello no es un requisito para que se incorporen cambios en los proyectos u obras de la empresa, dado que muchas empresas conceden un alto nivel de autonomía a los administradores de sus obras. Sin embargo, una política que estimule la innovación crea un ambiente favorable para que ésta sea considerada a nivel de las obras.

Una función de extraordinario valor que debe ser centralizada a nivel de la empresa, es la relacionada con incorporar en la experiencia de la empresa las innovaciones particulares que se realicen a nivel de cada obra y a nivel operacional. La experiencia en varias empresas muestra que un número significativo de ellas no registra los avances que se logran en sus obras. De esta forma, las innovaciones son de un impacto limitado, al no ser incorporadas al resto de las obras que pueden beneficiarse de ellas, ni ser utilizadas posteriormente en nuevas obras. Este problema se explica en parte por la falta de conciencia de las empresas de acumular sus experiencias y aprender de ellas, y por la desintegración de los equipos de proyectos al terminar las obras.

Al nivel de proyecto, cada obra es en sí un desafío para la innovación. La creatividad y experiencia del personal a este nivel son factores claves. El administrador de la obra es el líder natural de cualquier proceso de innovación que se plantee y su actitud tiene una incidencia fundamental en la actitud del resto del equipo de proyecto frente a la innovación. Por ello, la innovación a nivel operacional será exitosa sólo hasta el grado en que cuente con una actitud positiva y comprometida de la administración de la obra.

### **BARRERAS A LA INNOVACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA CONSTRUCCION**

La construcción presenta varias características generales que inhiben la innovación y desarrollo tecnológico. A continuación se presenta una breve discusión de algunas de la más importantes.

Primero, el hecho de que una gran mayoría de las empresas constructoras son de propiedad de empresarios individuales o familiares, que a su vez, son profesionales experimentados en la construcción, se ha visto que puede crear una serie de limitaciones importantes. Por ejemplo, debido a la experiencia que ellos poseen y al hecho de que desde la creación de la empresa normalmente han tenido una

participación intensiva en todos los ámbitos de acción de la empresa, tienden a no valorizar adecuadamente la importancia de contratar personal debidamente calificado para funciones importantes dentro de la empresa. Tampoco consideran necesario contar con una administración más profesionalizada y formal. Esto mismo hace que la delegación de responsabilidades sea extremadamente limitada al no existir confianza en los subordinados disponibles. Esta realidad restringe significativamente el potencial de expansión e innovación de estas empresas (Ofori 1991). Así mismo, el frecuente estilo personalista de administración de este tipo de empresas reduce la creatividad e inhibe la motivación del personal por aportar ideas innovadoras o desarrollar tecnologías.

Otro factor limitante es la tradicional ciclicidad o fluctuación del nivel de actividad del sector. La experiencia en nuestro país en la última década indica que este factor es más una justificación, que una realidad. Sin desconocer las fluctuaciones naturales de la actividad en el sector, principalmente debido a la oportunidad de las inversiones, lo que crea períodos de menor actividad relativa, ha existido una gran estabilidad en el sector, se han logrado significativas tasas de crecimiento anual y no se esperan situaciones críticas en los años venideros. Sin embargo en la práctica, este temor a la ciclicidad del sector actúa como un importante limitador de las iniciativas de innovación y desarrollo tecnológico en la construcción.

La falta de estandarización de los productos de construcción (materiales y componentes) y de normativas adecuadas también atenta contra la innovación en el sector. Muchas iniciativas o ideas innovadoras son desechadas debido a que no se cuenta con proveedores y productos en el mercado nacional, capaces de cumplir con los requerimientos que dichas iniciativas establecen. A lo anterior se suma la falta de calificación de la mano de obra nacional, quizás el principal «cuello de botella» a la innovación que presenta el sector en la actualidad. Son numerosas las experiencias y casos de procesos de innovación y desarrollo de tecnología en nuestro país, que han fracasado o han tenido resultados limitados debido a dificultades con la capacidad y educación de la mano de obra. Desafortunadamente, pese al empuje de importantes organismos del sector, el esfuerzo que se realiza para revertir esta situación es todavía insuficiente.

Un factor frecuentemente mencionado por ejecutivos de empresas constructoras es la falta de incentivo a la innovación por parte de los clientes. Según ellos es frecuente observar cómo los clientes sólo valorizan el precio ofertado por las empresas y dejan de lado factores asociados al desempeño de cada una de ellas. A pesar de ser ésta una realidad en algunos casos de clientes ocasionales, la práctica demuestra que los clientes han comenzado a valorizar crecientemente los aspectos de desempeño de las empresas, sin dejar de lado por cierto, la competencia por precio que a ellos favorece. Es por ello, que más que una limitación, esta situación debiera ser un incentivo para la innovación y desarrollo tecnológico en las empresas constructoras, ya que a través de ella pueden mejorar su competitividad por precio y, al mismo tiempo, mejorar su capacidad y desempeño frente a los clientes de

interés. El caso de una empresa constructora que logró la certificación ISO 9000 de su principal especialidad de construcción recientemente, y que ha tenido éxito en la obtención de obras en parte debido a este hecho, y en parte a la mayor eficiencia en la ejecución de sus trabajos, demuestra de algún modo este punto.

Finalmente, es necesario mencionar como barrera, la falta de integración entre los diferentes actores que participan en un proyecto de construcción, siendo los más importantes los siguientes: cliente, diseñadores (ingeniería y arquitectura), contratistas, proveedores, inspecciones y subcontratistas. En muchos casos, una innovación requiere para su implantación la participación y cooperación de varios participantes (p/ej.: la aplicación de la constructabilidad que requiere la participación de los diseñadores, o la implantación de sistemas «justo a tiempo» que requiere la participación y cooperación de los proveedores), lo que no es fácil de lograr y reduce entonces el alcance de las iniciativas que las empresas constructoras pueden impulsar.

## FORMAS DE INNOVACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Existen diferentes esquemas para ayudar a impulsar la innovación de las empresas constructoras así como del sector en general. En nuestro país es posible considerar los siguientes:

1. **Institucional:** existen instancias institucionales que promueven la innovación y desarrollo tecnológico del sector de la construcción en forma global y se están creando otras. Las principales instancias son las siguientes:
  - *La Cámara Chilena de la Construcción*, la que junto a sus instituciones realiza desde hace varios años una serie de actividades orientadas al progreso y desarrollo del sector, a través de la incorporación de innovaciones tecnológicas y organizacionales. Dentro de las instituciones pertenecientes a la Cámara destaca en particular la Corporación de Investigación de la Construcción, la que impulsa proyectos de investigación y desarrollo en temas de interés de los socios de la Cámara. Junto con ello publica una revista de difusión de innovaciones y tecnologías para la construcción. Las empresas asociadas a la Cámara Chilena de la Construcción cuentan entonces con acceso a esta información y a todas las actividades que ella realiza en relación a innovación y desarrollo tecnológico.
  - *Instituto de la Construcción:* esta institución, en proceso de puesta en marcha, tiene como objetivos principales el promover y coordinar iniciativas de investigación, transferencia y difusión de tecnologías y experiencias en el área de la planificación y construcción de obras de infraestructura y vivienda como, también, el desarrollo tecnológico y el mejoramiento de la calidad y productividad del sector para la modernización y el progreso de la construcción nacional, en todos los ámbitos. El Instituto será
2. **Esfuerzo propio:** las empresas pueden desarrollar esfuerzos propios de innovación, para lo cual necesitan establecer estrategias de innovación y desarrollo tecnológico, con objetivos claramente establecidos. Junto con la estrategia, es necesario asignar los recursos necesarios para poder llevar a cabo la operacionalización de la estrategia. Estos recursos pueden ser internos de la empresa, o la empresa puede apoyarse fuertemente en consultores externos. Otra alternativa que ha tenido resultados exitosos es la creación de vínculos con universidades e institutos de investigación, los que pueden proveer innovaciones, conocimiento y esquemas de implantación de estas innovaciones. La relación universidad-empresa, usada con tanto éxito en la mayoría de los países desarrollados, es un excelente mecanismo de transferencia tecnológica. Existen numerosas experiencias exitosas de este tipo de relación en el medio nacional (Serpell et al. 1994; de Solminihac et al. 1994), aún cuando su utilización es todavía limitada comparada con las prácticas internacionales.
3. **Agrupación de empresas en forma cooperativa:** esta alternativa consiste en un conjunto de empresas que se unen para potenciar sus esfuerzos individuales de innovación, a través del intercambio de experiencias y sinergia resultante. Este tipo de esquema, se ha producido tradicionalmente, aunque con resultados parciales o muy limitados, en los comités de la Cámara Chilena de la Construcción. En general, puede decirse que no existe una disposición favorable en las empresas constructoras de compartir experiencias o conocimientos con otras empresas que son sus competidores. Una experiencia interesante que podría ser observada en nuestro país, es la correspondiente a grupos o asociaciones de agricultores que comparten sus innovaciones ayudando a un desarrollo similar y parejo de todos ellos.
4. **Partnering o asociaciones estratégicas:** el partnering se

conformado en su fundación, por representantes de clientes públicos (Ministerio de Vivienda y Urbanismo y Ministerio de Obras Públicas), de la Cámara Chilena de la Construcción, de los Colegios Profesionales relacionados con el sector, de las principales universidades chilenas y de clientes del sector privado. Este Instituto sigue el modelo de experiencias similares en países desarrollados las que han tenido un impacto significativo en el mejoramiento del desempeño de la industria de la construcción, destacando entre ellos, el Instituto de la Industria de la Construcción de Estados Unidos, el Instituto Europeo de la Construcción y el Instituto de la Industria de la Construcción Australiano. Uno de los principales beneficios que se esperan de la entidad que se está formando, es que pone a disposición de la industria, una instancia de integración de los esfuerzos y capacidades de todos los actores del sector para resolver los problemas que enfrenta el sector y para cooperar a su modernización.

define como un compromiso de largo plazo entre dos empresas, normalmente un mandante y un contratista, con el propósito de lograr objetivos específicos de negocio, por medio de maximizar la efectividad de los recursos de cada participante. Entre los beneficios esperados del *partnering* entre empresas, se cuentan las mayores oportunidades de innovación y de mejoramiento continuo de la calidad de productos y servicios que se producen debido al incentivo que los dos socios tienen de beneficiarse de los resultados de dichas actividades. Actualmente existe gran interés en este esquema de asociación por parte de las empresas del sector.

5. **Joint ventures con empresas extranjeras:** se plantea la posibilidad de que empresas nacionales se asocien temporalmente con empresas constructoras extranjeras para participar en uno o más proyectos específicos. De esta forma, y como parte de la sociedad, la empresa nacional puede aprovechar de obtener conocimiento y experiencia sobre innovaciones y avances que puedan existir en la empresa extranjera. Aunque esta alternativa parece muy atractiva, en la práctica este tipo de asociación se ha demostrado compleja y difícil de lograr. En los casos que se ha logrado, se ha podido constatar diversas dificultades para que se produzca una transferencia tecnológica efectiva.

En cuanto a las principales fuentes de innovación disponibles para las empresas constructoras, se pueden mencionar las siguientes:

- **Proveedores:** nuevos materiales, herramientas, maquinarias y equipos de construcción.
- **Subcontratistas:** métodos de trabajo innovadores, tecnologías innovadoras, organización del trabajo y de cuadrillas, sistemas de planificación, etc.
- **Empresas competidoras:** idealmente aquellas que se destacan por su buen desempeño en áreas particulares. Un esquema interesante de aplicar es el concepto de «benchmarking», o referenciación, el que consiste básicamente en aprender de los otros, en especial aprender cómo hacen las cosas y cuánto hacen. De esta forma, una empresa siempre puede buscar a aquellos competidores o empresas que se destacan en la forma que realizan su trabajo en áreas específicas y aprender de ellos para mejorar lo propio introduciendo las innovaciones así obtenidas.
- **Organizaciones de investigación y universidades:** a través de cursos, seminarios, congresos, publicaciones y otros medios de difusión de conocimientos y resultados de investigaciones.
- **Empleados:** los empleados pueden ser importantes generadores de ideas de innovación, particularmente cuando son motivados para ello a través de sistemas de incentivos apropiados, a través de oportunidades de participación y otros mecanismos. Las empresas que invierten en la capacitación de sus empleados también obtienen beneficios por medio de la proposición de parte de los empleados de innovaciones aprendidas o generadas

en base a los conocimientos adquiridos.

- **Desarrollos internos:** existen empresas constructoras que dedican recursos a la función de investigación y desarrollo, aunque son un mínimo dentro del sector. Estos departamentos o grupos que se dedican a dichas funciones, generalmente dedican gran parte de su esfuerzo a identificar oportunidades de innovación dentro de las actividades de la empresa y a identificar innovaciones disponibles en el mundo, que pueden ser aplicadas con resultados positivos para la empresa. Una inversión en investigación y desarrollo puede ser tomada como una actividad adicional de algún profesional o ejecutivo de la empresa y, bien realizada, generalmente se obtienen beneficios varias veces mayores a la inversión realizada, siempre y cuando, esta actividad se inserte dentro de una política general de la empresa.

## EXPERIENCIAS DE IMPLANTACION DE INNOVACIONES EN LA CONSTRUCCION

Existen varias experiencias exitosas de innovación en la construcción, desde hace muchos años. Siempre han existido empresas pioneras que se han destacado por una preocupación especial por mantener una ventaja competitiva y una posición de liderazgo en cuanto a tecnología y capacidad para hacer su trabajo. Uno de las experiencias más exitosas recientemente, ha sido descrita detalladamente por De Solminihac et al. (1994). Sin embargo, es necesario puntualizar que los impulsos innovadores y el desarrollo de tecnología, no necesariamente aseguran el éxito de una empresa, sino que forman parte de un conjunto de estrategias y acciones que determinan el éxito o fracaso de una empresa.

Dentro de la innovación y desarrollo tecnológico, una de las etapas fundamentales corresponde a la forma de implantar la innovación. Existen diversos y variados modelos de innovación que pueden ser seguidos para la implantación. Una discusión amplia del tema puede encontrarse, por ejemplo, en Laborde y Sanvido (1994). Estos modelos pueden resumirse en general, en las etapas que se muestran en la Figura 1 a continuación.

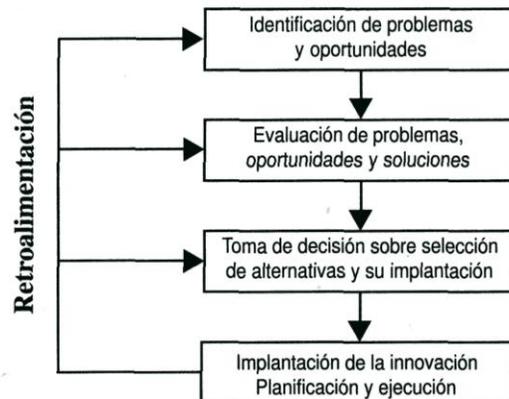


Figura 1. Modelo general de innovación

Todas las etapas indicadas en el modelo de la Figura 1 son importantes para la innovación. Sin embargo, a juicio del autor, la etapa correspondiente a la implantación de la innovación, su planificación y ejecución es la más crítica de todo el proceso, dado que es en esta etapa cuando se incorpora de lleno el recurso humano en todos los niveles, y se hacen presente las reacciones al cambio o como se le denomina comúnmente, «resistencia al cambio». Experiencias realizadas por el Servicio de Productividad y Gestión de la Construcción, del Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile, en más de 40 obras nacionales, han mostrado ciertos patrones de comportamiento que es necesario tener en cuenta al momento de iniciar la implantación de una innovación en el sector construcción. En la Tabla 2, se muestra un breve resumen de cinco casos de procesos de innovación en algunas de estas empresas y sus obras. En tres de estos casos, se han producido resultados que no han satisfecho las expectativas ni han logrado los objetivos planteados inicialmente, los que han estado afectados por diferentes condiciones iniciales y generales de las obras y empresas en cuestión, y dos casos en los que se han logrado resultados satisfactorios.

Aunque el tamaño de la muestra presentada en la tabla 2 no permite sacar conclusiones definitivas, es posible observar algunos elementos de interés en cada caso. Entre los principales aspectos que han afectado negativamente a los procesos de innovación, destacan la falta de compromiso y de liderazgo de la administración superior y de las obras. Junto con ello, en un caso, no sólo no hubo compromiso, sino que hubo una abierta oposición al proceso de innovación por parte del profesional de la obra.

Por otro lado, en los casos con resultados más favorables se puede apreciar que en ambas situaciones ha estado presente un líder o campeón que ha empujado el proceso de innovación. Además es posible apreciar que en ambos casos se produjo un efectivo trabajo en equipo entre la administración de la obra y el equipo consultor.

## CONCLUSIONES

Las limitaciones en las capacidades técnicas y de gestión de las empresas constructoras nacionales es uno de los principales problemas que enfrenta el sector de la construcción en nuestro país. En este trabajo, se ha presentado una breve discusión de los aspectos que producen estas limitaciones y se han planteado ideas de soluciones para reducirlas.

La innovación y desarrollo tecnológico es un elemento fundamental de cualquier estrategia que una empresa constructora plantee para mejorar su competitividad. Una buena utilización de estos elementos puede proveer la necesaria ventaja que toda empresa desea obtener frente a sus competidores. En las secciones anteriores se han presentado ideas de cómo realizar una utilización eficiente y efectiva de la innovación y desarrollo tecnológica, y se han propuesto formas, fuentes y modelos para hacerlo.

Es necesario tener en claro que la innovación y desarrollo tecnológico es un esfuerzo de largo plazo que requiere compromiso y apoyo institucional (Ofori 1991). Por lo tanto,

una de las primeras ventajas que puede obtener una empresa que se embarca en un proceso de innovación, es la ventaja del tiempo y la experimentación que tiene sobre otras empresas que no han comenzado. A modo de ejemplo, la implantación de sistemas de gestión de calidad y la posterior certificación de empresas requiere un período de tiempo que varía entre los dos y cinco años generalmente, dependiendo de la situación inicial de la empresa, su tamaño y complejidad.

Para finalizar, la principal conclusión que este trabajo ha intentado entregar, es que ante la realidad de un tiempo de cambio acelerado, las empresas deben contar con la capacidad de adaptarse a nuevas situaciones en forma rápida y eficiente. Junto con ello, las empresas deben saber aprovechar las oportunidades que el desarrollo tecnológico ofrece de modo de incorporarlas para obtener ventajas competitivas de una manera planificada y controlada. Sólo así podrán enfrentar en forma exitosa a las fuerzas y presiones que el futuro nos depara.

## REFERENCIAS

- CINDA (1990) Gestión tecnológica en la empresa, Colección Ciencia y Tecnología Nº 27, Centro Interuniversitario de Desarrollo.
- CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE (1993) *Competing in the Global Market*, Report 30-1, Construction Industry Institute, The University of Texas at Austin, U.S.A. Noviembre.
- DE SOLMINIHAC, H., EDWARDS, L. G. y BASCUÑAN, R. (1994) «Mejoramiento continuo en administración y tecnologías de la construcción: un caso práctico.» V Seminario Internacional de la Industria de la Construcción, EDIFICA, Santiago de Chile, Septiembre.
- FEIGENBAUM, E., MCCORDUCK, P. and PENNY NII, H. (1988) *The Rise of the Expert Company*, Times Books, New York.
- HALEY, G. (1994) «Lessons to be learned from the Japanese construction industry.» *International Journal of Project Management*, Vol. 12, Nº 3, 152-56.
- HASEGAWA, F. (1988) *Built by Japan: Competitive Strategies of the Japanese*, John Wiley & Sons, Inc.
- JICK, T. D. (1993) *Managing Change*, Richard D. Irwin, Inc.
- LABORDE, M. and SANVIDO, V. (1994) «Introducing New Process Technologies into Construction Companies.» *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 120, Nº 3, September, 488-508.
- LANSLEY, P. R. (1991) «Organizational Innovation and Development.» en *Competitive Advantage in Construction*, Edited by S. Male and R. Stocks, Butterworth Heinemann.
- LUTZ, J. D., CHANG, L-M. and NAPIER, T. R. (1990) «Evaluation of New Building Technology.» *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 116, Nº 2, June, 281-99.
- NAM, C. H. and TATUM, C. B. (1992) «Strategies for Technology Push: Lessons from Construction Innovations.» *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 118, Nº 3, September, 507-24.
- OFORI, G. (1991) «Programmes for Improving the Performance of Contracting Firms in Developing Countries: A Review of Approaches and Appropriate Options.» *Construction Management and Economics*, Nº 9, 19-38.
- SERPELL, A. (1987) «Innovación tecnológica en la construcción.» *Revista Ingeniería de Construcción*, Nº 3, 1-15.
- SERPELL, A., ALARCON, L. F., DE SOLMINIHAC, H. y URETA,

**Tabla 2. Algunas experiencias de procesos de innovación en empresas y obras nacionales**

Tipo de empresa y duración estimada	Tipo principal de innovación	Objetivos	Resultados obtenidos	Principales aspectos favorables y/o principales dificultades
Empresa de montaje y obras civiles (16 meses)	Mejoramiento de los sistemas de administración y de los procesos de construcción a nivel global.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Mejoramiento de la productividad.</li> <li>•Mejoramiento de la calidad.</li> <li>•Mejoramiento de calidad de vida del personal</li> </ul>	Mejoramiento limitado de varios procesos de construcción, capacitación del personal. No se han logrado objetivos planteados inicialmente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Gran compromiso y entusiasmo de ejecutivos de segundo nivel.</li> <li>•Falta de compromiso de los dueños y temor a pérdida de control. No hay objetivos estratégicos claros.</li> <li>•Nula delegación de autoridad y responsabilidad; organización deficiente.</li> <li>•Falta de compromiso de los administradores de obras.</li> <li>•Falta líder del proceso de innovación.</li> <li>•Personal poco calificado.</li> </ul>
Empresa de edificación en altura (24 meses)	Mejoramiento de los procesos de construcción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Mejoramiento de la productividad.</li> <li>•Reducción de costos.</li> </ul>	Mejoramientos puntuales en algunas obras, los que se han perdido en obras posteriores. No se han logrado objetivos planteados inicialmente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Compromiso de los ejecutivos superiores.</li> <li>•Falta plan estratégico y comunicación del mismo.</li> <li>•Administradores de obras no se comprometen.</li> <li>•Falta líder del proceso de innovación.</li> <li>•No existe trabajo en equipo a nivel operacional.</li> </ul>
Empresa de edificación en altura (24 meses)	Mejoramiento de procesos e incorporación de nuevas tecnologías y equipos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Mejoramiento de la productividad.</li> <li>•Reducción de costos.</li> <li>•Aumento de velocidad de construcción.</li> </ul>	Se han logrado innovaciones efectivas, incluyendo la incorporación de máquinas y herramientas novedosas, y métodos de construcción mejorados. Logros sólo en una obra de la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•El administrador de la obra ha sido el líder de las innovaciones.</li> <li>•Se ha incentivado el trabajo en equipo entre el administrador de la obra, profesional de terreno, el jefe de obra y los consultores participantes.</li> <li>•Existencia de visión de largo plazo.</li> <li>•Se han introducido innovaciones en forma secuencial. Sólo se comienza la implantación de una nueva, una vez que se ha logrado completar la anterior.</li> <li>•En las otras obras no ha habido interés ni compromiso.</li> </ul>
Empresa de edificación en extensión (12 meses)	Mejoramiento de procesos de construcción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Mejoramiento de la productividad.</li> <li>•Reducción de costos.</li> <li>•Mejoramiento de la calidad (posterior).</li> </ul>	•Se han superado expectativas iniciales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Se ha logrado compromiso creciente de administradores de las obras y gerentes de proyectos a medida que se obtienen resultados positivos.</li> <li>•Gran confianza en equipo consultor.</li> <li>•Fuerte presión por innovar y mejorar de parte de administración superior de la empresa.</li> <li>•Existe profesional responsable a nivel central, que actúa como impulsor y facilitador para las obras.</li> </ul>
Empresa de edificación en extensión (6 meses)	Identificación de oportunidades de innovación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Mejoramiento de la productividad.</li> <li>•Comparación con otras empresas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•No se lograron objetivos ni se satisficieron expectativas.</li> <li>•Esfuerzo fracasó.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Administración central contrató asesoría; compromiso con innovación y mejoramiento a este nivel.</li> <li>•Administrador de obra reacciona agresivamente contra proceso de innovación.</li> <li>•Estudio de análisis e identificación es considerado evaluación de desempeño por parte de personal de la obra.</li> </ul>

A. (1994) «Transferencia tecnológica en la construcción: una experiencia exitosa de relación universidad-empresa,» III Interamerican Conference on Engineering and Technology Education, Rio de Janeiro, 3-7 de abril.

*Alfredo Serpell B.x.*, es profesor del área de Gestión del Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción de la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Ingeniero Civil de la misma universidad, obtuvo sus grados de Master of Science y Doctor of Philosophy en Ingeniería Civil de la Universidad de Texas en Austin, EE.UU. Durante su permanencia en Estados Unidos se especializó en el área de Administración de la Construcción. Actualmente dirige el Servicio de Productividad y Gestión del DICTUC, grupo asesor a través del cual ha prestado servicios de consultoría en temas de Productividad, Gestión de Calidad, Administración de Contratos, Administración de Proyectos y otros, a un importante número de empresas y obras de construcción. Posee numerosas publicaciones en diferentes congresos y revistas nacionales e internacionales.



Invitamos a todos los estudiantes, egresados o por egresar de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Católica, a incorporarse a una de las empresas de mayor prestigio en el medio nacional:

**EMPRESA DE MONTAJES INDUSTRIALES SALFA S.A.**



Nuestros clientes, de gran jerarquía nacional e internacional, han delegado y depositado su confianza en nosotros para la construcción y puesta



en marcha de grandes obras como: Methanex, Central

Termoeléctrica de Mejillones, División

Andina de Codelco, Vidrios

Lirquén, Indura, CMPC

y Soprole entre otras.



**EMPRESAS DE MONTAJES INDUSTRIALES SALFA S.A.**

Alsacia 83, Las Condes. Tel.: 207 4800 Fax: 207 4807