

Innovación tecnológica en la construcción

Pág. 1 - 15

Alfredo Serpell B.

Profesor Departamento de Ingeniería de Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile.
Casilla 6177. Santiago.

RESUMEN: la innovación tecnológica ofrece un gran potencial como medio de progreso en la industria de la construcción. Este desarrollo es necesario para poder enfrentar la creciente complejidad de los proyectos de construcción actuales, el ambiente cada vez más competitivo del mercado de la construcción y la demanda de técnicas de construcción más eficientes, en términos de costo y tiempo. Éste artículo revisa los principales conceptos- básicos de la innovación tecnológica, las oportunidades que ésta ofrece a la construcción y las principales tendencias de innovación tecnológica existentes en la construcción.

I. INTRODUCCION

La construcción enfrenta varios desafíos hoy en día. Primero, la complejidad de los proyectos de construcción ha aumentado notoriamente, demandando mayores requerimientos técnicos y de calidad. Por otro lado, la competencia en los mercados de la construcción se ha incrementado significativamente, debido principalmente a variaciones temporales en la demanda por servicios de construcción y a la entrada de nuevos competidores en el mercado mundial. Chile no se ha escapado a esta tendencia y es posible notar la presencia de varias empresas extranjeras que, poco a poco, se han incorporado al mercado nacional. Es claro que esta tendencia continuará en el futuro. Finalmente, existe una fuerte demanda de parte de los dueños o mandantes de reducir los costos de construcción a través de una mejor administración de los recursos disponibles. Este último aspecto es de particular relevancia para un país de escasos recursos como el nuestro.

La innovación tecnológica ofrece posibilidades concretas para enfrentar estos desafíos. Al igual que en otros ambientes, la industria de la construcción debe empezar a buscar e incorporar nuevas ideas, nuevos enfoques para llevar a cabo los proyectos de construcción, y dejar atrás su típico sistema tradicional. Muchas innovaciones tecnológicas que han sido desarrolladas en otras industrias pueden ser incorporadas adecuadamente a la construcción. También, muchas instituciones académicas, en especial en países desarrollados, están proponiendo nuevas técnicas y/o métodos y están investigando activamente para aumentar el conocimiento existente sobre la construcción.

El principal propósito de este trabajo es explorar los conceptos generales de la innovación tecnológica y su aplicación a la industria de la construcción. Primero, se revisa la base conceptual general de la innovación tecnológica. A continuación, dicha base es proyectada al entorno de la construcción, tomando en cuenta sus características y necesidades particulares. Finalmente, se revisan las principales tendencias innovadoras que actualmente existen, fundamentalmente en Estados Unidos y Japón.

Como conclusión, el mayor desafío actual de la construcción parece ser el comenzar a adecuarse a las demandas y oportunidades tecnológicas existentes.

II. CONCEPTOS DE LA INNOVACION TECNOLOGICA

2.1 Generalidades

De acuerdo a los diccionarios, innovación significa "introducción de algo nuevo; cambio en la forma de hacer las cosas". Por otro lado, tecnología corresponde a "el dominio y utilización de los métodos de producción y del arte industrial " o también, "la aplicación sistemática del conocimiento a tareas prácticas en la industria".

Usando las definiciones presentadas, innovación tecnológica puede ser definida, en forma amplia, como "la introducción de nuevas ideas, conocimientos, métodos y dispositivos a la forma en que una industria desarrolla sus negocios o intenta una tarea". ¿Para qué?, ¿por qué es importante?, ¿cómo hacerlo?. Las respuestas a éstas y otras preguntas relacionadas ayudarán a comprender la idea general de la innovación tecnológica y de su importancia.

Las principales razones o incentivos que una empresa tiene por la innovación tecnológica son:

- a) Esta es una época de creciente competencia en todos los campos, la cual será cada vez más fuerte en el futuro. La innovación tecnológica puede ofrecer la necesaria ventaja comparativa a una empresa, pudiendo llegar a ser un requerimiento básico de supervivencia en este ambiente tan competitivo. La literatura ofrece muchos casos reales que ilustran este punto (1).
- b) Es la única forma de mantenerse al día tecnológicamente, de estar preparado para manejar los cambios tecnológicos y para incorporar todo el potencial que ellos ofrecen.
- c) La innovación tecnológica busca obtener una mayor productividad, disminuir los costos y mejorar los productos, objetivos de indudable atractivo para cualquier empresa.

2.2 Principios de la innovación tecnológica

Varios principios que deben ser aplicados para una innovación tecnológica exitosa, compartidos por la mayoría de la gente, se discuten a continuación. Primero, la innovación tecnológica requiere el compromiso de la empresa (2,3). Esto implica creer en los beneficios potenciales de la innovación tecnológica, entenderlos e incorporarlos en la planificación de corto y largo plazo de la empresa. Esto puede ser considerado prácticamente como la primera innovación tecnológica de la empresa.

Segundo, se necesita una actitud positiva al interior de la empresa, lo que significa tener el apoyo y la participación de la jefatura de la empresa, estructurar la organización de la empresa de modo de favorecer la innovación tecnológica y proveer un ambiente creativo para el desarrollo de nuevas ideas o la aplicación innovadora de las actuales (4).

Tercero, la innovación tecnológica significa trabajo y esfuerzo, requiere ingenio, conocimiento y concentración. Es especializada, debe practicarse sistemáticamente y debe ser cuidadosamente planificada e implementada.

Cuarto, la innovación tecnológica incluye el análisis de fuentes de nuevas oportunidades con gran potencial (orientación oportunista), debe buscar a los potenciales usuarios (enfoque de mercado), y debe considerar un enfoque de alternativas múltiples. Requiere también un horizonte de largo plazo para su evaluación (4).

2.3 Problemas que enfrenta la innovación tecnológica

Existen varios problemas y barreras que dificultan la innovación tecnológica. La más importante es la falta de apoyo de parte de la jefatura de la empresa debido a la no comprensión de ésta o a la falta de participación en ella. Hay personas que piensan que la inversión en innovación tecnológica es una pérdida de dinero y de tiempo y por lo tanto debe ser minimizada. Ellos usan normalmente un horizonte de corto plazo para la evaluación de los beneficios económicos de potenciales innovaciones tecnológicas.

Otras personas están tan aisladas del área productiva de la empresa que no tienen la oportunidad de detectar posibles necesidades u oportunidades existentes de innovación tecnológica (4).

Las estructuras organizacionales inadecuadas y las barreras burocráticas tienen también un efecto negativo en la innovación tecnológica. Este aspecto es extremadamente crítico en la etapa de implementación de una innovación.

La selección de áreas de bajo potencial de innovación es también un problema bastante común. Generalmente, esto es debido a la no existencia del personal apropiado dentro de la empresa; a la poca cantidad de gente creativa e ingeniosa, o a la falta de experiencia de la empresa en nuevas áreas.

Otro problema es la pobre administración del proceso de implementación de las innovaciones y de la transferencia de conocimientos. Una innovación tecnológica no puede ser exitosa sino es rápida y apropiadamente trasladada a la práctica o incorporada en un producto. Esta implementación exige tomar en cuenta los puntos de vista u opiniones del usuario, el entrenamiento del personal encargado de la implementación, el uso de técnicas de motivación e incentivos y contar con el personal apropiado. Otro aspecto que no debe descuidarse es el factor humano durante el proceso de implementación (3). La resistencia al cambio, el miedo a la pérdida de poder, el rechazo de productos, etc., son problemas típicos que deben ser pensados antes de llevar a cabo la implementación.

Algunas veces las empresas exageran su compromiso y dedicación a la innovación tecnológica sin tener cuidado de la organización como un todo. Este puede ser otro problema importante que resulta en un rendimiento decreciente de otras funciones o áreas de la organización. Es importante no olvidar el concepto de sistema y evitar la suboptimización.

2.4 Implementación de innovaciones tecnológicas

Como se indicara previamente, la jefatura superior juega el rol más importante en lograr que la innovación tecnológica sea un éxito dentro de una empresa. Una de las decisiones más importantes que debe tomarse en cuenta, es el cambio en la forma en que la empresa está organizada y es dirigida, de modo que el proceso de innovación tecnológica sea eficiente y correctamente transformado en una aplicación práctica, sea esta un nuevo producto, la modificación de un producto, nuevos métodos o procesos, nuevas técnicas de administración, etc. Estas aplicaciones prácticas son la expresión final de la innovación tecnológica, y como tal su desempeño debe medirse usando el parámetro más adecuado. Los parámetros más comunes son: (a) la magnitud del progreso técnico obtenido de la inversión en tecnología y (b) el monto de las utilidades obtenidas a causa de dicho progreso (1).

La implementación de una innovación tecnológica debe considerar los siguientes importantes factores:

- a) Requiere una preparación y planificación meticulosa, y debe ser llevada a cabo en el mejor momento y lugar, de acuerdo con el tipo de innovación (5).
- b) La selección del personal para poner en práctica la innovación es una actividad crítica. El equipo de gente que coordina el estudio de innovación (3) debe estar compuesto por: i) un patrocinador, quien provee los recursos necesarios; ii) un promotor, quien debe ser un buen vendedor y solucionador de problemas; iii) un administrador del proyecto, quién se preocupa de los detalles administrativos; y iv) un íntegrador, quien soluciona los conflictos de prioridades y moldea el grupo de trabajo a través del uso de herramientas de comunicación. Dado que estos son roles, no personas, un individuo puede tomar más de un rol, o varias personas pueden llevar a cabo una sola función, dependiendo de la magnitud e importancia de la innovación.
- c) Aquellas personas cuya aceptación de la innovación es crítica para su implementación, deben ser identificadas tempranamente, y se debe planificar cuidadosamente la forma de abordarlas. Las fuentes de rechazo o miedo a la innovación deben ser comprendidas y tomadas en cuenta en el curso de acción elegido. Una herramienta muy poderosa en este sentido son los incentivos, en especial los monetarios relacionados al desempeño.
- d) La transferencia de conocimientos debe ser planificada. Para que sea exitosa, es de vital importancia elegir líderes de opinión adecuados entre los usuarios. Frecuentemente estos líderes son aquellos profesionalmente destacados y respetados por el resto del personal o usuarios.
- e) Conducir operaciones piloto para probar la factibilidad técnica de la innovación y como un modelo convincente de demostración. Para que sea convincente no pueden haber fallas y el modelo debe ser comprendido claramente por todos los involucrados.

No olvidar que una innovación tecnológica raramente gana una aceptación automática de parte de todos, y que normalmente es objeto de críticas numerosas y variadas. Estas críticas deben aceptarse y analizarse cuidadosamente. Algunas veces una nueva innovación puede estar contenida en ellas.

III. INNOVACION TECNOLOGICA EN LA CONSTRUCCION

3.1 Necesidad de innovación tecnológica en la construcción

La industria de la construcción está cada día más preocupada de la necesidad de aumentar la productividad de los procesos de construcción. Es así como actualmente en nuestro país se están iniciando esfuerzos de investigación en ésta área. Dado que la tecnología de construcción se define como el estado del arte en los métodos de construcción, procesos de construcción, equipos de construcción, materiales de construcción y finalmente la administración de estos elementos; entonces es lógico considerar a la innovación tecnológica como uno de los medios potenciales para aumentar la productividad en esta actividad.

Además del aumento de productividad, el aumento en las exigencias de calidad y la creciente complejidad de los proyectos de construcción llevan también a considerar la innovación tecnológica para lograr enfrentar con éxito dichos desafíos. Debido a esto, la necesidad de transformar a la construcción en una actividad más técnicamente eficiente aparece como preponderante (6).

La competencia en el mercado de la construcción ha llegado a ser muy fuerte debido, en parte, a variaciones cíclicas en el número de proyectos a construir, y en parte debido a la aparición constante de nuevos competidores. Este hecho, más otros factores hacen que sea muy importante para una empresa constructora el contar con una posición competitiva ventajosa. Como ya fuera mencionado, la innovación tecnológica podría permitir el logro de dicha posición.

Sin embargo, existen algunas condiciones que deben estar presente en una innovación tecnológica para que sea aceptada en la construcción (7). Estas son:

- a) Factibilidad técnica: tanto los recursos como la capacidad humana para aplicar conocimientos técnicos tienen que estar disponibles en la industria de la construcción. Esto implica la necesidad de capacitación y especialmente de reciclaje en los niveles profesionales a través de seminarios, cursos cortos, etc., que pongan al día los conocimientos técnicos de dichos niveles.
- b) Retorno económico: la industria de la construcción es altamente influenciada por las variaciones en las tasa de interés, las fluctuaciones de los ciclos de la construcción y los costos iniciales de los proyectos. La construcción estará dispuesta a introducir innovaciones sólo si éstas resultan en un aumento de las utilidades, una mayor eficiencia o una ventaja tangible en el mercado.

- c) Aceptación cultural e institucional: la tecnología a introducir debe estar de acuerdo, hasta cierto grado, con los estilos de trabajo y organización existentes. No se pueden realizar cambios excesivamente radicales en un lapso de tiempo reducido.

3.2 La innovación tecnológica y la construcción

Previo a tratar el tema de la innovación tecnológica en la construcción, es necesario revisar algunos aspectos importantes de la actividad de la construcción en relación a este tema.

Primero que nada, hay que comprender que la construcción es un proceso productivo que tiene como una de sus principales características el que es un proceso de producción adaptable. Es adaptable porque en cada ocasión, tanto el producto a ser construido, como el entorno que lo rodea, son significativamente diferentes en varios aspectos en relación a los proyectos anteriores. Es posible establecer que la construcción es una actividad dependiente del producto a construir, y orientada principalmente a los procesos de construcción.

Los productos que una empresa constructora ofrece son básicamente su capacidad técnica y su experiencia en construcción; es decir su tecnología constructora. La empresa provee un servicio a los mandantes o dueños que desean hacer de un proyecto, una realidad. Una empresa que comprende el potencial de la innovación tecnológica para mejorar su tecnología de construcción, estará en mejores condiciones para competir por proyectos en el mercado de la construcción.

Debido al importante rol que juega la experiencia en la construcción, la innovación tecnológica es en parte un proceso de aprendizaje que crece sobre sí mismo a partir de sistemas empíricos y de ensayo-error, y en parte se desarrolla a partir de la creatividad individual del personal de la construcción. Este último aspecto debe ser permanentemente incentivado.

La innovación tecnológica en la construcción puede ser llevada a cabo en tres diferentes niveles: a) a nivel empresa, b) a nivel de proyecto y c) al nivel operacional.

Al nivel de empresa, la innovación tecnológica debería centrarse en mejorar el desempeño de la empresa y su administración. El sistema de planificación y diseño de los proyectos también sería influenciado. Las actividades de apoyo a los proyectos tales como adquisiciones, ingeniería de proyecto, estimación de presupuestos, podrían también ser áreas importantes para innovar. Finalmente, las políticas generales de la empresa con respecto a la innovación tecnológica deben ser generados en este nivel.

A nivel de proyecto, cada proyecto es en sí un desafío para la innovación tecnológica. Aspectos claves en la innovación a nivel proyecto son la creatividad y la experiencia del personal. El equipo directivo del proyecto puede actuar como un equipo encargado de la innovación, por lo que su composición es muy importante. A este nivel el enfoque debe ser cómo llevar a cabo el proyecto en la forma más eficiente, tanto en el aspecto técnico como en su administración, siendo esta última un área que ofrece gran potencial de innovación. Finalmente, el proceso de implementación de las innovaciones en la práctica debe ser planificado y llevado a cabo en este y en el siguiente nivel.

Al nivel operacional, la innovación tecnológica debería enfocarse en el mejoramiento de las técnicas, métodos, herramientas y materiales usados en la construcción, de tal forma de que el proceso de producción en este nivel sea extremadamente productivo. Nuevamente, el área de administración ofrece un gran potencial de innovación.

Cada nivel debe tener su propio gestor, y es un principio básico el integrar a todos los participantes en el proceso de construcción que tengan alguna influencia en cada nivel. Además cada nivel debe ser convenientemente apoyado por los niveles superiores.

Cada nivel debe comunicar sus necesidades de innovación a los niveles superiores de modo que el proceso de innovación tecnológica sea orientado a la satisfacción de dichos requerimientos. Resumiendo, la administración y las herramientas de apoyo a la construcción son los objetivos relevantes de la innovación tecnológica. Es en dichas áreas donde se encuentra la capacidad técnica que una empresa constructora posee.

3.3 Problemas de la innovación en la construcción

A pesar del gran potencial que la construcción presenta para la innovación tecnológica, existen varios aspectos de la construcción que restringen este potencial. Estos son:

a) Deficiente transferencia de conocimientos: una de las tareas más difíciles que enfrenta la construcción es cerrar la brecha que existe entre los investigadores y los profesionales que trabajan en este campo. Es bastante común encontrar un gran contraste entre el deseo de los investigadores de desafiar las prácticas existentes y generar alternativas radicales desde una cierta posición de objetividad e imparcialidad y el deseo de las personas en la industria de cambios y transiciones suaves y paulatinas desde un estado a otro (6). Muchos productos útiles e innovadores pueden derivarse a partir de esfuerzos de investigación en el campo de la construcción, pero ellos tienen un valor muy reducido si no son usados o no son conocidos en la práctica. Es importante mencionar que en general las necesidades de la gente en la industria son ambiguas y asociadas a situaciones específicas y, por lo tanto, no siempre coinciden con los resultados de las investigaciones. Claramente este es un problema de comunicación e integración. Existe la necesidad de contar con medios convenientes y aceptados para la divulgación de las investigaciones en progreso y también existe la necesidad de que los investigadores se contacten con los profesionales de la construcción e incorporen sus necesidades en los proyectos de investigación que llevan a cabo. En países como Estados Unidos existen instituciones que aunan los esfuerzos del área académica y el área profesional para el desarrollo y avance tecnológico de la construcción. En nuestro país también podría activarse un mecanismo similar a través, por ejemplo, de la Cámara Chilena de la Construcción y las Universidades.

b) Actitud y apoyo de la dirección: no todas las empresas constructoras cuentan en su estructura organizacional con puestos tales como "Departamento de Estudios Técnicos" u otros similares, cuyo propósito principal es analizar los procesos, métodos, equipos, etc., para estudiar nuevas alternativas, e implementar posteriormente aquellas que se aprecian más apropiados. La falta de este tipo de posiciones limita considerablemente el proceso de innovación tecnológica y demuestra una falta de

preocupación de parte de la dirección en este sentido. Otra consecuencia es que al nivel de proyecto y operacional, nada será hecho debido a que generalmente en estos niveles el personal está demasiado ocupado para dedicar tiempo a analizar los aspectos tecnológicos de la construcción, ni tampoco logran apreciar ningún beneficio asociado a dicha actividad. Otro caso es cuando estos roles existen en la organización pero no tienen ningún apoyo para realizar su trabajo; no cuentan con los recursos necesarios, sus ideas no son tomadas en cuenta y no tienen ningún tipo de influencia o poder dentro de la organización.

c) Resistencia al cambio: es bastante conocido que en general el personal de la construcción no mira con agrado ni acepta fácilmente los cambios que se proponen, a no ser que los beneficios puedan ser claramente evaluados por ellos. Una respuesta típica a la pregunta de por qué algo es hecho de una cierta forma es la de que siempre se ha hecho así hasta dicho momento. La tradición es muy fuerte en la construcción. Por lo tanto, es necesario destacar que ningún proceso de implementación de una innovación puede tener éxito si todos los que deben participar en este proceso no están de acuerdo con el cambio, incluyendo el personal supervisor de primera línea. Un plan de incentivos bien manejado puede ayudar enormemente en este aspecto.

d) Necesidades de innovación tecnológica no identificadas ni comunicadas: muchas veces en la construcción las necesidades de innovación no son identificadas adecuadamente ni comunicadas apropiadamente. También, debido a la falta de una buena comunicación en terreno, muchas ideas u oportunidades de innovación se pierden al no ser conocidas. Nuevamente una forma de mejorar esta situación es a través de contar con una organización orientada hacia la innovación tecnológica y que provee los canales necesarios para comunicar las ideas innovadoras. El hecho de que en la construcción existen muchos y diversos participantes es otra barrera a la innovación. Personas diferentes piensan y actúan en forma diferente cuando enfrentan una cierta situación. Además, una innovación tecnológica bien pensada puede fracasar debido a las restricciones tecnológicas de participantes externos (vendedores, proveedores de equipos, etc.)

3.4 Implementación de innovaciones tecnológicas en la construcción.

En la construcción, al igual que en la industria manufacturera, el proceso de implementación de las innovaciones tecnológicas es uno de los pasos más importantes. Los principales aspectos que deben ser considerados son:

a) El proceso de implementación debe ser planificado y programado cuidadosamente. Una forma recomendada de abordar el problema es a través del uso de las interrogantes ¿Qué?, ¿Cómo?, ¿Cuándo?, ¿Dónde? y ¿Quién?

- b) Obtener los recursos necesarios antes de comenzar. Muchas veces ha sucedido que procesos de implementación bien planificados han fallado debido a la falta de recursos.
- c) Los usuarios finales de la innovación deben ser integrados durante el análisis y la planificación, para obtener un compromiso por parte de ellos hacia la innovación tecnológica.
- d) La actitud del equipo implementador debe ser positiva. Nunca deben usar un estilo agresivo o tratar de imponer las cosas por la fuerza. Hay que recordar que es muy fácil hacer fracasar lo planificado. Por esta razón, es mejor usar incentivos para convencer.
- e) Siempre se debe comenzar con una innovación simple y pequeña para asegurar el éxito inicial, especialmente durante la etapa de demostración. Solucionar las dificultades antes de que sucedan frente a la gente que se desea convencer.
- f) No olvidarse del elemento humano, en especial aquellas personas que pueden tener temores de carácter personal o sentimientos negativos en relación al cambio.
- g) Mantener el apoyo hasta que la innovación haya sido plenamente aceptada y haya pasado a la categoría de rutina.

IV. TENDENCIAS DE LA INNOVACION TECNOLOGICA EN LA CONSTRUCCION

4.1 Generalidades.

Hoy en día existen varias tendencias en la industria de la construcción y en las instituciones académicas en relación a la innovación tecnológica. La clasificación que se entrega a continuación fue derivada a partir del concepto básico que la construcción es fundamentalmente un proceso productivo.

4.2 Innovaciones relativas a la administración del proceso de construcción.

La administración es sin duda alguna uno de los campos más importantes de innovación tecnológica en la construcción. En los años recientes una gran cantidad de trabajo se ha realizado con el propósito de comprender y modelar el proceso de administración de esta compleja actividad, e identificar y resolver sus principales problemas. Todavía queda mucho más por hacer. Las principales necesidades de innovación tecnológica se encuentran en áreas tales como: (a) estructuras organizacionales de empresas y proyectos de construcción, (b) comunicación en terreno y entre los distintos participantes en un proyecto, (c) sistemas de información y de apoyo a la gestión, (d) planificación y estimación y control de costos, (e) administración de la interacción entre los participantes de un proyecto y (f) integración de las

ayudas y herramientas computacionales para la toma de decisiones y para otras funciones de la administración.

4.3 Innovaciones relativas a la tecnología de construcción

Esta es otra área de un gran potencial de innovación. La elección del método de construcción que se va a usar en un proyecto es una decisión crítica que puede tener importantes consecuencias. La integración de la experiencia constructiva en la etapa de diseño y planificación de un proyecto es una de las áreas más recientes y de futuras innovaciones. Este tópico se conoce con el nombre de constructibilidad. Otros campos de desarrollo son la organización y la secuencia del proceso de construcción, y los sistemas utilizados con este propósito. Métodos más eficientes de adquisiciones y compras y el creciente uso de componentes prefabricados y prearmados son tópicos que son objeto de estudio y análisis permanente. El uso de nuevas técnicas computacionales en estas áreas es también una fuente importante de cambio en la tecnología de construcción.

4.4 Innovaciones en herramientas, materiales y métodos

Asociadas al desarrollo e introducción de nuevos materiales y productos de construcción, herramientas y equipos, y también, nuevos sistemas y métodos de construcción. Esta categoría de innovaciones tecnológicas ha sido siempre una práctica general en la industria de la construcción. El factor más importante que promueve este desarrollo sigue siendo la necesidad de reducir los costos y lograr una mejor utilización de los recursos. Los informes del Business Roundtable Report (9,10) proponen áreas técnicas específicas de la construcción que tendrían un mayor potencial de desarrollo tecnológico: construcción de tuberías, instalación de equipo mecánico, trabajo eléctrico, estructuras, calefacción, ventilación y aire acondicionado, instalación de equipos especiales e instrumentación.

4.5 Innovaciones relativas a la integración de sistemas computacionales en la construcción

El creciente desarrollo y disponibilidad de nuevos sistemas computacionales, cada vez más baratos y con mayor capacidad, está influenciando significativamente todo tipo de actividad del ser humano hoy en día, y lo seguirá haciendo en mayor medida en el futuro. Con la integración de sistemas computacionales es posible avizorar muchas innovaciones en la construcción. Algunas de las herramientas que ofrecen posibilidades de desarrollo tecnológico en la construcción y que están disponibles hoy en día son:

- Diseño ayudado por computador en 2 y 3 dimensiones (CAD)
- Manufactura ayudada por computador (CAM)
- Comunicación ayudada por computador (CAC)
- Sistemas automatizados y robots

- Sistemas expertos basados en el conocimiento (KBES)
- Sistemas de información administrativos (MIS)
- Sistemas de apoyo a la gestión (DSS)

Estos sistemas computacionales pondrán a disposición de la industria de la construcción una amplia variedad de aplicaciones y usos, los cuales resultarán en importantes innovaciones tecnológicas en un futuro cercano.

V. CONCLUSIONES

El desarrollo y avance tecnológico presenta un gran potencial como un medio que la industria de la construcción puede usar para enfrentar los desafíos de la creciente complejidad de los proyectos actuales, el aumento de la competencia en el mercado de la construcción y la demanda por procesos de construcción más económicamente eficientes. La innovación tecnológica ofrece una ventaja competitiva a cualquier empresa que la incorpora en su gestión de empresa.

Para sacar ventaja de las oportunidades que ofrece la innovación tecnológica es necesario entenderla, evaluar su potencial económico y apoyar su desarrollo. La dirección superior juega el rol más importante en asegurar que la innovación tecnológica sea un éxito. La evaluación de este esfuerzo debe ser hecha en el largo plazo y no mirar hacia el beneficio inmediato pero inestable.

La industria de la construcción presenta buenas oportunidades de innovación, dada la gran complejidad de los procesos de construcción. Sin embargo, para aprovechar dichas oportunidades es necesario superar varios problemas importantes: una pobre transferencia actual de conocimientos, actitudes negativas de la administración superior, resistencia al cambio y falta de comunicaciones.

Varias tendencias existen hoy en día en el ambiente de la construcción. Se espera un desarrollo continuo y creciente el que ofrecerá un gran número de avances tecnológicos. La construcción debe beneficiarse de estos avances a través de una mayor integración entre los investigadores y los potenciales usuarios. Se deben realizar esfuerzos de investigación para buscar mejores formas de llevar a cabo esta integración, para facilitar la comunicación y la transferencia de conocimientos entre ambas partes y para hacer el proceso de implementación de los avances tecnológicos más efectivo.

REFERENCIAS

1. Foster, Richard, "INNOVATION The Attacker's Advantage", Summit Books, New York, 1986.
2. Frohman, Alan L., "Technology as a Competitive Weapon", Harvard Business Review, January-February 1982, p. 97-104.
3. Leonard-Barton, Dorothy and William A. Kraus, "Implementing New Technology", Harvard Business Review, November-December 1985, P 102-110.
4. Quinn, James B., "Managing Innovation: Controlled Chaos", Harvard Business Review, May-June 1985, P- 73-84.
5. Slade, Bernard N. and Raj Mohindra, "Winning the Productivity Race", Chapter 5, Lexington Books, MA, 1985, P- 27-37.
6. Bakens, Ir W., "Construction Technology 2000", Proceedings of the 10th Triennial Congress of the International Council for Building Research, Studies and Documentation, Washington, D.C., USA, CIB.86, Vol 2, p.538-546.
7. Ruberg, Kalev and Dan M. Sander, "Information and Knowledge for Building: A Role for Emerging Technology", Proceedings of the 10th Triennial Congress of the International Council for Building Research, Studies and Documentation, Washington, D.C., USA, CIB.86, Vol.2, p. 498-505.
8. Lansley, Peter R., "Bridging the Gap between Construction Management Research and Practice", Proceedings of the 10th Triennial Congress of the International Council for Building Research. Studies and Documentation, Washington, D.C., USA, CIB.86, Vol. 9, p. 3531-38.
9. "Technological Progress in the Construction Industry", Construction Industry Cost Effectiveness Report B-2; The Business Roundtable, New York, July 1982.
10. "Construction Technology Needs and Priorities", Construction Industry Cost Effectiveness Report B-3, The Business Roundtable, New York, August 1982.

BIBLIOGRAFIA

11. Bonasso, Sam, "Can We Become More Creative?", Civil Engineering, ASCE, January 1983, p. 70-72.
12. Drucker, Peter F., "The Discipline of Innovation", Harvard Business Review, May-June 1985, p.67-72.
13. Seamans, Robert C., "Management, Innovation and Technology", in New Dimensions of Project Management, Edited by Albert J. Kelley, Lexington Books, MA, 1982, p. 61-66.

14. Tatum, C.B., "Demands and Means for Construction Innovation", in Construction Innovation: Demands, Successes and Lessons, Proceedings of a Session Sponsored by the Construction Division, ASCE, Seattle, Washington, April 8, 1986, p. 31-43.
15. Tatum, C.B., "Potential Mechanisms for Construction Innovation", Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 112, N°2, June 1986, p. 178-191.