

Factores determinantes y propuestas para la gestión de la innovación en las empresas constructoras

Determinant issues and proposals for the management of innovation in construction companies

Christian L. Correa*, Víctor Yepes**, Eugenio Pellicer**

* Universidad Católica del Maule, CHILE

** Universidad Politécnica de Valencia, ESPAÑA
clcorrea@ucm.cl

Fecha de recepción: 23/ 01/ 2007
Fecha de aceptación: 15/ 03/ 2007
PAG. 05 - 14

Resumen

El sector de la construcción representa una parte muy importante de la economía en los países desarrollados y en vías de desarrollo. No obstante, la inversión en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en el sector de la construcción es inferior a la de otros sectores económicos. El presente artículo plantea enfocar la gestión de la I+D+i en la construcción como otro proceso empresarial, contemplando también la posibilidad de sistematizar la I+D+i utilizando la serie de normas UNE 166000. La revisión bibliográfica realizada se concreta en un diagrama de afinidad que muestra las principales ideas relativas a la innovación en el sector de la construcción. Teniendo en cuenta todo lo anterior, se plantea un modelo de competitividad general focalizado en la innovación que se particulariza en una propuesta de modelo de gestión de I+D+i para empresas constructoras. El modelo expone la necesidad de facilitar los flujos de información dentro de la organización, de forma que el conocimiento generado por la incorporación de la innovación en las obras permita un aumento sustancial de su competitividad. El establecimiento de un proceso sistemático de innovación supone la necesidad de crear estructuras organizacionales distintas a las actualmente existentes en las empresas constructoras.

Palabras Clave: Calidad, conocimiento, construcción, gestión, innovación

Abstract

Construction industry stands for a very important part of the economy in developed and developing countries. Nevertheless, investment in research, development and innovation (R&D&i) in the construction industry is less than in other economic sectors. This paper addresses R&D&i management in construction as another business process, taking into account the possibility of systematizing R&D&i activities using the set of standards UNE 166000. The literature review delivers an affinity diagram that shows the main ideas regarding innovation in the construction industry. Taking into account these previous concepts, a general model of competitiveness focused in innovation is proposed; finally, a model of R&D&i management for construction companies is also displayed. This model states the need to ease the information flow inside the organization, thus the knowledge generated by innovation in construction sites allows a substantial raise in the business competitiveness. The implementation of a systematic innovation process in construction companies presumes the need to build new organizational hierarchies that differ from the current ones.

Keywords: Quality, knowledge, construction, management, innovation

1. Introducción

La innovación constituye un concepto abierto que abarca aspectos tan heterogéneos como las mejoras en los procesos, en los productos o en los servicios. Consiste, básicamente, en incorporar ideas no triviales (Schmookler, 1952) capaces de generar cambios encaminados a resolver necesidades en una empresa con la finalidad de aumentar su competitividad y mejorar su posicionamiento en el mercado (Park et al., 2004). La

incorporación de la innovación en las empresas constructoras supone ventajas competitivas en un mercado cada vez más exigente y globalizado que requiere la construcción de infraestructuras capaces de satisfacer de forma creciente a todas las partes interesadas, incluyendo al entorno ambiental y a las generaciones futuras. La aplicación de la innovación en el sector de la construcción, sin embargo, no es una tarea simple, a

pesar de la importancia de este sector en el desarrollo de cualquier país. Las empresas que trabajan en la construcción, tienen por objeto proyectos “únicos” para los cuales deben adaptar en cada ocasión sus procesos y recursos.

El desarrollo espontáneo de la innovación tampoco permite a estas empresas afianzar su competitividad en los mercados. Molina (1995) señala que la innovación debe entenderse como: “Un proceso, que en ningún caso es involuntario, sino por el contrario, sistemático e intencionado, donde juega un papel importante el grado de conexión que la empresa tenga con el entorno, no requiriendo ser compleja para tener éxito, pero sí orientada hacia una aplicación concreta y ambicionando situar a la empresa en una posición privilegiada”. La innovación deja de ser un acto puntual, de aplicación de ideas felices, para convertirse en un proceso susceptible de ser gestionado, medido y controlado sistemáticamente (Yepes et al., 2006). Por consiguiente, la normalización de los procesos de innovación constituye un punto de partida de gran interés para las empresas.

Sin embargo, el esfuerzo económico en innovación es bajo para el conjunto del sector de la construcción (Shenhar y Dvir, 1996; Villar-Mir, 2001; Jones y Saad, 2003; Blayse y Manley, 2004), a pesar de que las grandes empresas cuentan con departamentos técnicos dedicados total o parcialmente a investigación, desarrollo e innovación (I+D+i). La mayoría de las empresas constructoras no consideran atractivas las inversiones en I+D+i porque no han entendido su papel como factor clave de competitividad. Los logros obtenidos, aunque sean objeto de patente, pueden ser fácilmente copiados o mejorados. La presión de los plazos y la feroz competencia impide plantearse la innovación de un modo reflexionado y programado, tan común en otro tipo de industrias. Todos estos factores inhiben la inversión por parte de las constructoras en proyectos de I+D+i cuya aplicación final, en numerosas ocasiones, no depende exclusivamente de ellas, sino de otros agentes: administraciones públicas, promotores privados, empresas consultoras, subcontratistas, suministradores, etc.

La gran paradoja se produce porque las empresas constructoras son las primeras en aportar soluciones novedosas en obras cuya complejidad técnica requiere esfuerzos especiales. Así, los departamentos técnicos son los que, frecuentemente, proponen las innovaciones a los problemas concretos que la ejecución de las obras va demandando. En ocasiones son el resultado de la adopción y adaptación de ideas de otras industrias o de

empresas de suministro de materiales. Estas soluciones a problemas concretos se incorporan a la experiencia y al buen hacer de la empresa, que plantea la innovación como una tarea artesanal, lejos de los beneficios que supondría la incorporación de las actividades de I+D+i como procesos de gestión habituales en la organización.

Como es bien sabido, las empresas constructoras localizan sus centros de trabajo en lugares diversos, con continuos desplazamientos del personal y de la maquinaria. Cada obra es un prototipo único, cuya configuración evoluciona con el tiempo. Además, el clima y el trabajo a la intemperie son, entre otros, algunos de los factores diferenciales que impiden trasladar directamente las experiencias obtenidas en otros sectores. Algunos autores (Winch, 1998; Seaden et al., 2003; Dikmen et al., 2005) han propuesto modelos que pretenden explicar la relación de cada uno de estos factores con la gestión de la innovación en la empresa constructora. Sexton y Barret (2003) se centran en los conceptos clave del proceso innovador, mientras que Yepes et al. (2006) abordan la integración de este proceso con otros como la gestión de la calidad o del conocimiento. Sin embargo, consideramos que ninguno de estos modelos por sí mismo es suficiente para apoyar la creación de sistemas de I+D+i.

Diversos informes sobre innovación de ámbito internacional (European Commission, 2005; World Economic Forum, 2005; OECD, 2006) y local (COTEC, 2006) delatan las principales debilidades del sistema de I+D+i español. Con el fin de enderezar esta mala situación, incrementar la competitividad empresarial y reducir la dependencia tecnológica exterior, el gobierno español ha impulsado una serie de medidas encaminadas a fomentar la I+D+i, como son los incentivos fiscales a las empresas a través de la Ley de Impuesto de Sociedades (Ministerio de Economía y Hacienda, 2005) o el programa Ingenio 2010 (Ministerio de la Presidencia, 2005). Independientemente de estas dos medidas generales, una de las disposiciones que más van a afectar a las empresas constructoras españolas a corto plazo, es la adopción de criterios de valoración de méritos en I+D+i para la adjudicación de los contratos de obras públicas. En efecto, el Ministerio de Fomento (2006) ha publicado un nuevo pliego de cláusulas administrativas que incorpora en la evaluación de las ofertas técnicas una quinta variable sobre innovación tecnológica que puede llegar a suponer entre el 10% y el 25% de la puntuación total, según la importancia de la obra. Esta cláusula señala que: “Se valorarán en particular la utilización en obra de tecnologías que hayan sido desarrolladas en el marco de proyectos

de I+D+i que supongan una mejora de la calidad y valor técnico de la obra, y cuya justificación pueda ser debidamente documentada. Dicha justificación podrá realizarse mediante la acreditación, según la serie de normas UNE 166000” (Ministerio de Fomento, 2006). La familia de normas UNE 166000, recientemente reconocidas oficialmente en España y extraoficialmente en México, Brasil, Italia y Portugal, suponen una herramienta básica para la sistematización de la gestión de la I+D+i, en general, y para la certificación de proyectos específicos de I+D+i, en particular (AENOR, 2006a; AENOR, 2006b).

Si bien los esfuerzos por parte del gobierno español han sido meritorios, los indicadores expuestos en dichos informes revelan que el camino por recorrer está lleno de dificultades. Por ejemplo, el gasto interno en I+D+i en España ascendió a 10.197 millones de euros en el año 2005 (COTEC, 2006), lo que supone el 1,13% del PIB y un incremento del 14% respecto al año 2004. No obstante, este porcentaje se encuentra todavía lejos del objetivo marcado por la Unión Europea de gasto mínimo en I+D+i del 3% del PIB para 2010 (CICYT, 2003).

Teniendo en cuenta el escenario dibujado, el presente artículo tiene por objeto plantear un modelo de gestión de la innovación aplicable a empresas constructoras. Para ello llevamos a cabo, en primer lugar, una profunda revisión bibliográfica sobre la I+D+i en el sector de la construcción. A continuación resumimos las principales ideas encontradas en los 34 artículos más relevantes, en un diagrama de afinidad donde los agrupamos en seis categorías. El siguiente paso nos conduce al análisis de la I+D+i como un proceso, comprobando si es posible la normalización y la certificación de la gestión de las actividades de I+D+i y profundizando en sus aspectos más relevantes. Partiendo del diagrama de afinidad elaborado y considerando la innovación como un proceso, proponemos un modelo de competitividad general focalizado en la innovación

que, finalmente, particularizamos en un modelo de gestión de I+D+i para empresas constructoras. Este modelo teórico está actualmente en fase de implementación práctica, por lo que su validación todavía no es factible.

2. Factores determinantes en la gestión de la I+D+i

Para identificar los aspectos más relevantes que posibilitan la gestión de la innovación en las empresas constructoras, se han empleado dos técnicas utilizadas para la resolución de problemas en el ámbito de la gestión de la calidad: la matriz de valoración y el diagrama de afinidad. La primera permite establecer la relevancia de los artículos científicos en relación con nuestro estudio. El segundo facilita el reconocimiento de las variables que permiten explicar el problema, agrupando las ideas recogidas por similitud.

La búsqueda bibliográfica realizada se centró fundamentalmente en revistas internacionales con revisión externa, atendiendo a las siguientes palabras clave en inglés: “innovation”, “knowledge”, “technology” y “construction”; también se tuvieron en cuenta algunas comunicaciones relevantes de congresos internacionales. Tras una búsqueda exhaustiva, se localizaron 76 artículos directamente relacionados con las palabras clave y que, además, cumplían los requisitos anteriormente descritos. Antes de extraer la información relevante de cada uno de los artículos, se evaluaron atendiendo a dos criterios básicos: el número de veces que el artículo fue citado por otros autores y la valoración cualitativa realizada por los autores (véase la Tabla 1). Se consideraron como relevantes un total de 34 referencias, las cuales habían sido citadas al menos una vez y obtenido una calificación de 3 sobre 5 según los autores, o en su defecto, obtuvieron una calificación mínima de 4 sobre 5 sin necesidad de ser citados por un tercero; de este modo, se trató de evitar la exclusión de trabajos recientemente publicados.

Tabla 1. Matriz de valoración

Número de citas	Valoración				
	1	2	3	4	5
0	General	Básico	Bueno	Muy Bueno	Importante
1	Básico	Bueno	Muy Bueno		Muy Importante
2	Bueno	Muy bueno	Importante		
3	Importante	Muy Importante			
4 o más	Muy Importante	→			↓ Fundamental

Tras determinar las fuentes relevantes, se procedió a categorizar, mediante un diagrama de afinidad, las ideas fundamentales relacionadas con la innovación como proceso. Estas ideas, extraídas de los artículos seleccionados, fueron agrupadas en seis categorías generales:

1. Concepto de innovación: la bibliografía estudiada revela los diferentes significados que toma el término innovación en el sector de la construcción. Estas acepciones definen la innovación en función de un resultado, producto o proceso nuevo para un actor específico del proceso constructivo, más que un proceso continuo que conduce a un producto específico o a la adopción de una línea negocio (Manseau y Shields, 2005).
2. Capacidades organizacionales: se refiere a los rasgos de la organización que soportan la estrategia innovadora. Están relacionadas con la estructura organizacional (Tatum, 1986), el tipo de liderazgo (Nam y Tatum, 1997), la cultura (Park et al., 2004) y los recursos (Keegan y Turner, 2002; Dikmen et al., 2005).
3. Entorno de negocios: incluye todos los factores externos que influyen en la elaboración de la estrategia de innovación y en el comportamiento innovador de la empresa (Seaden et al., 2003; Sexton y Barret, 2003; Pries y Janszen, 1995; Eaton, 2001). Entre los factores que pueden impulsar o frenar la innovación se encuentran: los clientes (Blayse y Manley, 2004; Mitropoulos y Tatum, 2000); la estructura de la producción (Blayse y Manley, 2004); las relaciones entre los agentes intervinientes (Dubois y Gadde, 2002; Miozzo y Dewick, 2002); los procedimientos de licitación (Kumaraswamy y Dulaimi, 2001); y las normas y regulaciones (Tatum, 1987; Gann et al., 1998).
4. Estrategia: abarca las ideas relevantes para la elaboración, implementación y evaluación de la estrategia de innovación adoptada por la empresa. Para Blayse y Manley (2004) la estrategia de innovación debe: (a) reconocer la importancia del cliente en el proceso; (b) desarrollar fuertes vínculos con los proveedores; (c) integrar las diferentes fases y actores del proceso constructivo; (d) mejorar los flujos de información; (e) transmitir el conocimiento de un proyecto a otro; y (f) incentivar el uso de normas basadas en los resultados y que no sean prescriptivas.
5. Sistemas de gestión complementarios: la bibliografía estudiada señala la existencia de un vínculo entre la innovación y la calidad (Keogh y Bower, 1997; Kanji,

1996). Por otra parte, Sexton et al. (2006) afirman que la vigilancia tecnológica permite a las empresas conocer tecnologías que de otra manera no serían accesibles. Para Hardie et al. (2005), la gestión del conocimiento es un sistema clave, al utilizar el conocimiento para innovar. Por otro lado, es necesario que los miembros de la organización incorporen la innovación dentro de las prácticas de la empresa. En este sentido el aprendizaje organizativo permite modificar el comportamiento de la organización para reflejar los nuevos conocimientos y su entendimiento (Garvin, 1993). Bajo este contexto, los sistemas de gestión de la innovación deben integrar cuatro disciplinas de gestión: la calidad, la tecnología, el conocimiento y el aprendizaje organizacional (véase la figura 1).

6. Gestión de la innovación o de sistemas de I+D+i: la gestión de la I+D+i comprende todas las actividades necesarias para la eficiente implementación de una idea que incremente la competitividad de la empresa. La gestión de la innovación en la construcción puede llevarse a cabo en cuatro niveles: (a) empresa (Winch, 1998; Gann y Salter, 2000), (b) proyectos (Tatum, 1989; Gann y Salter, 2000), (c) proceso constructivo (Kangari y Miyatake, 1997), y (d) dentro del sistema de I+D+i nacional (Gann, 1997).

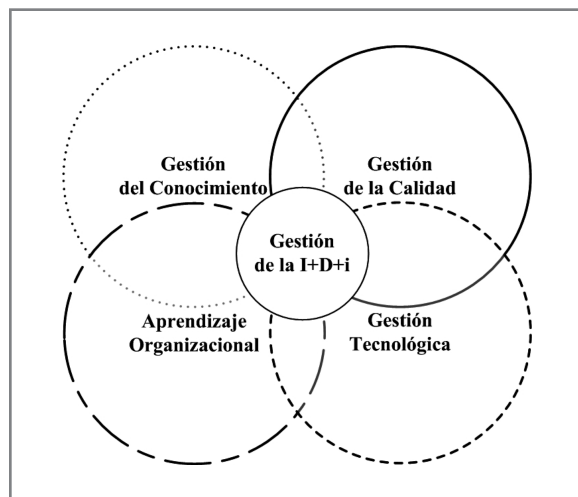


Figura 1. Disciplinas necesarias para la gestión de la I+D+i

De cada uno de los artículos analizados se extrajeron varias ideas específicas (al menos dos por artículo), que se exponen en la Tabla 2. A partir de ellas se obtuvo el peso porcentual de las seis categorías generales propuestas previamente; para ello no se tuvo en cuenta su relevancia relativa, que se utilizó únicamente para aceptar o rechazar el artículo.

Tabla 2. Categorías generales e ideas específicas detectadas en el diagrama de afinidad

Categoría general	Peso (%)	Ideas principales
Concepto de innovación	22	Definición
		Tipos de innovación
		Procesos de innovación
Capacidades organizacionales	25	Recursos humanos
		Recursos materiales
		Estructura
		Cultura
Entorno de negocio	15	Mercado
		Modelos sectoriales
		Agentes
Estrategia	14	Orientación
		Estrategia de innovación
		Estrategia de negocio
		Liderazgo
Sistemas de gestión complementarios	14	Gestión del conocimiento
		Gestión de la calidad
		Vigilancia tecnológica
Gestión de la I+D+i	10	Cartera de proyectos
		Proyecto de I+D+i
		Implementación
		Redes de innovación

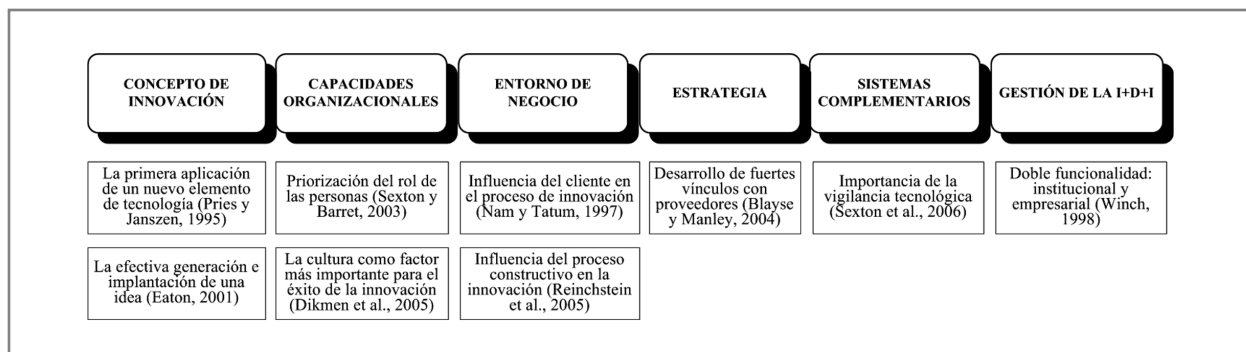


Figura 2. Diagrama de afinidad simplificado para los artículos e ideas más destacados

La Figura 2 resume, a modo de ejemplo, algunos de los principales artículos seleccionados tras la revisión bibliográfica, reflejados como parte del diagrama de afinidad. El diagrama completo puede consultarse en Correa (2006).

A partir de todas las ideas obtenidas del diagrama de afinidad, se plantea un sistema de innovación basado en la competitividad empresarial que requiere la elaboración de una estrategia apropiada a las condiciones del ambiente, tanto interno como externo, y a las propias características de la empresa. Son elementos claves para el éxito de esta estrategia, la selección de un adecuado enfoque innovador, el liderazgo de la dirección y el establecimiento de políticas y objetivos claros y entendidos por todos.

El ejercicio de agrupación realizado ha respaldado la hipótesis de que una gestión apropiada del proceso de innovación necesita de otros sistemas de

gestión, en especial de aquellos que contribuyen al uso eficiente del conocimiento, la mejora continua de procesos empresariales y, sobre todo, una vinculación permanente con el entorno. La información analizada también permite establecer con claridad la función de cada uno de los sistemas de gestión, incluyendo el de innovación. La gestión de la innovación requiere el uso de herramientas que permitan la administración de la cartera de proyectos de I+D+i, la implementación de los mismos, las redes de innovación, etc. En la revisión bibliográfica realizada no se discute sobre la idoneidad de que las empresas constructoras gestionen la innovación; sin embargo, sí que se pone en duda la capacidad de las empresas de gestionar las obras eficientemente.

Como síntesis de las ideas anteriores, se podría indicar que la implantación efectiva de una idea o tecnología novedosa precisa de una implicación de las personas dentro de una cultura empresarial favorable que

incentive la creatividad y se adapte al cambio. El cliente y los proveedores influyen decisivamente en propiciar este proceso, que puede acelerarse mediante una apropiada vigilancia tecnológica de las últimas novedades. Para que la gestión de la innovación sea posible en la empresa, debería contarse con un adecuado apoyo de las instituciones públicas. En las empresas constructoras, además, la innovación se ve influenciada directamente por la gestión del proceso constructivo.

3. El proceso de gestión de la innovación y su normalización

La normalización de algo tan creativo como la innovación puede parecer contradictorio cuando se realiza un análisis superficial del problema. En efecto, la normalización pretende estabilizar los procesos y los productos fijando las condiciones, las restricciones, el comportamiento o los resultados esperados. Por otro lado, la innovación se basa en la creatividad de las personas para mejorar radicalmente dichos procesos o productos. Sin embargo, ambos conceptos no se oponen, sino que se complementan (Kondo, 2000). Las normas, de hecho, proveen un marco de referencia estable para que sea posible el desarrollo de las innovaciones (NSSF, 2006). Pero, ¿sería posible normalizar la innovación?, y ¿qué sería necesario para que ello tuviese lugar?

La clave consiste en considerar a la innovación como un proceso de gestión dentro de la empresa. Efectivamente, si cualquier proceso puede normalizarse y la innovación se considera como un proceso, éste se puede normalizar. Una posible norma de la gestión del proceso de innovación debe contener el marco de referencia, criterios y herramientas para la identificación, elaboración y sistematización de cada una de las actividades involucradas. En estas condiciones, cada organización puede controlar y mejorar los diferentes aspectos de la innovación e integrarlos con el conjunto de procesos de la empresa.

Una empresa que incorpore una gestión normalizada de la innovación espera los siguientes beneficios:

1. Mejora de las actividades de la organización.
2. Incremento de la competitividad de la empresa a medio y largo plazo.
3. Mayor integración de los procesos de gestión empresarial con su estrategia.
4. Eficiente explotación del conocimiento de la organización.

5. Sistematización de la incorporación de nuevos conocimientos en procesos y productos.
6. Satisfacción de las expectativas futuras de los clientes.

Existen dos familias de normas centradas en la normalización del proceso de innovación: las británicas BS 7000-1 y las españolas UNE 166000. Las primeras (“Diseño de sistemas de innovación: guía para la gestión de la innovación”) asesoran sobre: “El desarrollo de productos innovadores y competitivos que satisfaga las necesidades futuras de los usuarios” (BSI, 1999). Tres rasgos definen esta serie de normas: su objeto es el diseño de productos; proporcionan una estructura para la gestión (no sistemática) de la innovación; y se apoyan en las normas ISO 9001 de gestión de la calidad.

Las normas UNE 166000 “Gestión de la I+D+i” han sido elaboradas por AENOR con el apoyo del Ministerio de Educación y Ciencia de España (AENOR, 2006a; AENOR 2006b). Estas normas consideran la innovación como un proceso que puede ser sistematizado siguiendo un modelo similar a la gestión de la calidad o del medio ambiente. Sus objetivos son: homogeneizar criterios en dichas actividades; fomentar la transferencia de tecnología; y proporcionar instrumentos que permitan a la administración pública valorar proyectos de I+D+i. También, persiguen dotar a las empresas certificadas por la norma ISO 9001 de una herramienta activa centrada en la mejora continua de sus procesos por medio de las actividades de I+D+i.

La innovación en el sector de la construcción puede ser normalizada siempre y cuando se trate de un proceso. Al respecto, diversas investigaciones (Tatum, 1987; Laborde y Sanvido, 1994; Winch, 1998; Slaughter, 2000; Sexton y Barret, 2003) han servido para identificar las etapas en el proceso de innovación dentro del sector de la construcción (véase la figura 3):

1. Identificación de la necesidad y oportunidad de innovación: analizando los métodos constructivos durante la planificación es posible identificar posibles alternativas o ideas innovadoras que permitan alcanzar los objetivos asociados con el proyecto y la organización; esta etapa está muy influenciada por el alcance, la complejidad y la dificultad del proyecto, la demanda del mercado, la competencia, las oportunidades de negocio, la legislación, los accesos a nuevas tecnologías, etc.
2. Selección de proyectos de innovación en obra: la decisión sobre los proyectos de innovación depende de los objetivos, los beneficios o las ventajas competitivas esperadas por la organización, el traspaso

de las novedades a otros proyectos, etc. Para Winch (1998) la evaluación de las alternativas de innovación debe considerar todos los objetivos del proyecto y de la empresa.

3. Desarrollo del proyecto de innovación en la obra: la incorporación de un avance tecnológico u organizativo requiere del compromiso de toda la organización, del equipo que desarrolla la innovación y del equipo de obra. La empresa debe asignar los recursos humanos y materiales necesarios para llevar a cabo el proyecto de innovación. Esta etapa es clave, pues en ella se debe ajustar lo planificado con la realidad de la obra.
4. Evaluación: el equipo y la organización deben evaluar el cumplimiento de los objetivos del proyecto de innovación. Debe considerarse cada una de las etapas del proceso de innovación y todos los aspectos relacionados.
5. Transferencia a futuros proyectos: la explotación de los resultados obtenidos requiere del traspaso exitoso a otras obras. En otras palabras, para que el proceso de innovación culmine, éste debe ser aprendido, codificado y aplicado a futuros proyectos.

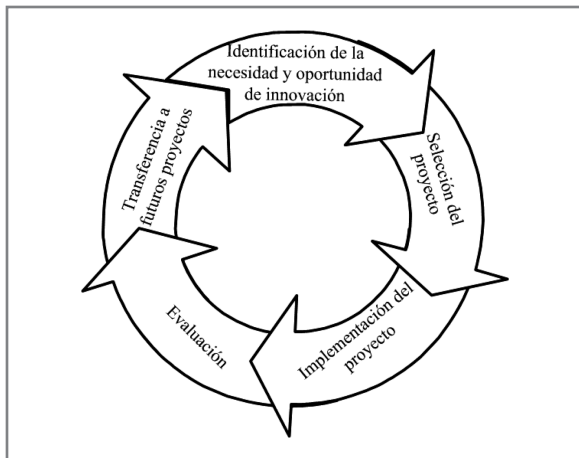


Figura 3. Mejora continua en el proceso de innovación

4. Modelos de I+D+i para empresas constructoras

A la vista del planteamiento anteriormente expuesto, se propone un modelo de competitividad focalizado en la innovación (CFi), que parte de las ideas planteadas en los trabajos de Sexton y Barret (2003) y de Yepes et al. (2006). Basado en el modelo CFi se plantea un modelo de gestión de I+D+i para empresas constructoras (GIDi) cimentado en el enfoque de procesos

expuestos en las normas ISO 9001 y UNE 166002. La idea fundamental que sustentan ambos modelos es la siguiente: un proceso de innovación exitoso requiere del apoyo de una adecuada estrategia de innovación y de la existencia de un sistema eficiente de I+D+i apoyado por sistemas complementarios de gestión. Ambos, estrategia y sistema, deben elaborarse en función del concepto de innovación adoptado, de las capacidades organizacionales que lo sustentan, las características propias del proceso constructivo y del entorno de negocio. En consecuencia, se requieren sistemas de I+D+i con una vinculación permanente de la empresa con las partes interesadas del proceso de innovación, que incrementen continuamente las capacidades organizacionales y lo integren en el resto de procesos operativos de la empresa.

Tal y como puede apreciarse en la Figura 4, el modelo CFi plantea que el proceso innovador requiere la participación de la gestión del conocimiento y de la vigilancia tecnológica. La primera permite utilizar la información y el conocimiento provenientes de la organización para la resolución de problemas o para la generación de soluciones novedosas. La segunda permite a la empresa seguir la evolución de la tecnología y su aplicación por los competidores. Claramente los resultados del proceso innovador dependerán de la estrategia elaborada en función de las capacidades organizacionales de la empresa y del entorno de negocio. La gestión de la I+D+i debe, por lo tanto, conseguir soluciones efectivas que incrementen la competitividad de la empresa. Para ello, se debe conocer detalladamente los requerimientos del cliente, el entorno de negocio y las capacidades organizacionales de la empresa.

La gestión del conocimiento permite a las empresas sistematizar la resolución de problemas (Love et al., 2003; Maqsood y Walter, 2007). La innovación surge, en numerosas ocasiones, cuando la organización se enfrenta a estos problemas, algunos generados fuera de las actividades habituales de la empresa y otras en la interfase entre sistemas tecnológicos, prácticas profesionales o comerciales. En resumen, la gestión del conocimiento supone una base sólida para innovar en la empresa.

La vigilancia tecnológica permite descubrir soluciones que otros ya han encontrado a problemas concretos (Davidson, 2001; Sexton et al., 2006). La posibilidad de incorporar tecnología existente en el mercado debe valorarse siempre, antes de iniciar cualquier proyecto de I+D+i. Además, esta vigilancia puede aportar información oportuna al departamento encargado de generar nuevas ideas o soluciones. La estrategia de

innovación debe ser capaz de motivar la generación de nuevas ideas en los empleados, dotar a la empresa de los recursos necesarios, soportar el modelo de gestión de I+D+i y, en especial, proveer la información, políticas y objetivos que orienten el proceso innovador dentro de la organización.

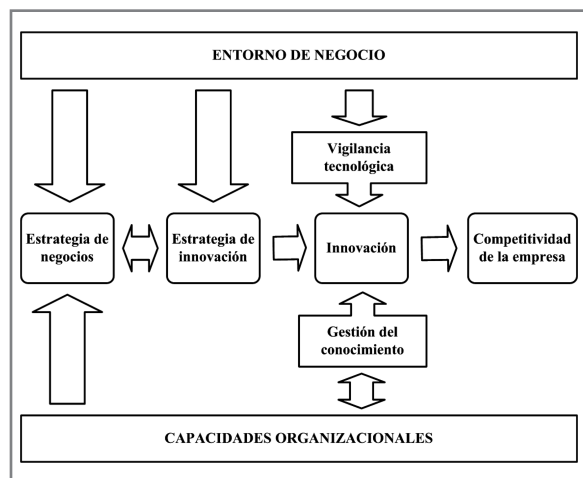


Figura 4. Modelo de competitividad focalizado en la innovación (CFi)

El modelo anterior se complementa con el modelo de gestión de la I+D+i para empresas constructoras (GIDi), tal y como puede observarse en la Figura 5. Las partes interesadas de la empresa (empleados, clientes, proveedores, entorno, etc.) plantean necesidades que debe cubrir la organización, siendo su satisfacción la

principal fuente generadora de innovación. El modelo GIDi comienza con la detección y análisis de las diferencias en los requerimientos y especificaciones de los proyectos, en estudio o implantación. Una vez determinadas las oportunidades de mejora, la dirección debe seleccionar las prioritarias. El departamento o la unidad responsable de la I+D+i gestiona los recursos asignados e implementa las innovaciones en los proyectos de la empresa. Finalmente, cada uno de los proyectos de innovación incorporado en una obra debe evaluarse y mejorarse, y posteriormente gestionar el conocimiento aprendido. Los resultados del proceso y los nuevos requerimientos de las partes interesadas alimentan y reinician el ciclo continuo de innovación.

La sistematización puede constituir una barrera de entrada a los productos y procesos novedosos. Sin embargo, la creciente adopción de sistemas de gestión de la calidad, basados en la ISO 9001, en las empresas constructoras favorece la adopción de procesos de gestión de la innovación. Otro obstáculo adicional en las empresas que trabajan por proyectos es la transmisión del conocimiento de los profesionales a la empresa y de ésta a los profesionales; esto supone una barrera para la implementación de la innovación. A pesar del esfuerzo realizado por numerosos autores (a modo de ejemplo: Gann y Salter, 2000; Schindler y Eppler, 2003; Drejer y Vinding, 2004) analizando este problema y proponiendo medidas prácticas al mismo, todavía no se dispone de una solución satisfactoria; en cualquier caso, la magnitud de la tarea sobrepasa los límites del presente trabajo.

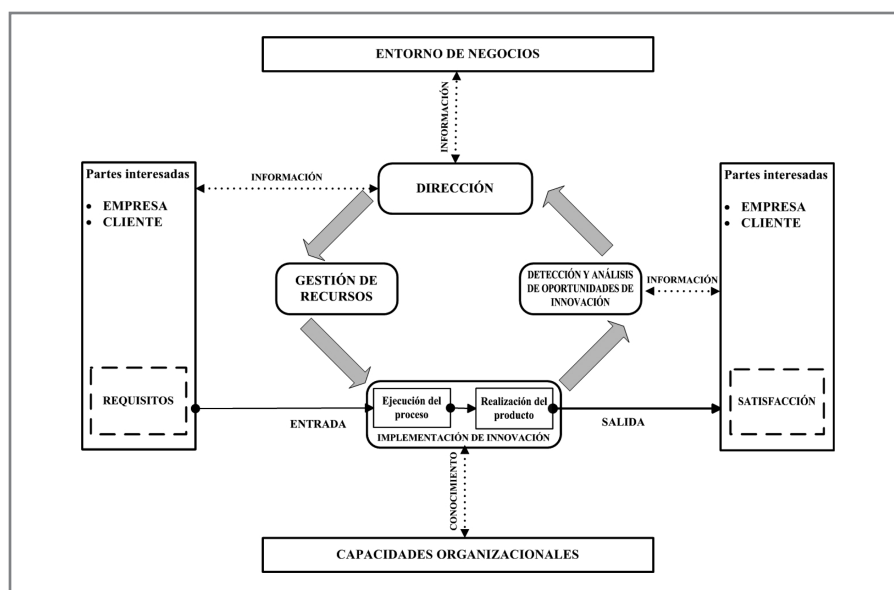


Figura 5. Modelo de gestión de I+D+i para las empresas constructoras (GIDi)

5. Conclusiones

La innovación en la empresa constructora puede dejar de ser un acto espontáneo que aparece en la resolución de un problema concreto, para convertirse en un proceso de gestión susceptible de ser sistematizado y homogeneizado. La normalización de la I+D+i, por tanto, permite acelerar la identificación de las actividades involucradas en la creación de nuevos procesos, productos y servicios en la empresa constructora, y por ende, mejorar su competitividad en los mercados. La sistematización de la innovación no solamente facilita la incorporación de nuevas ideas, sino que también incrementa la capacidad para adquirir, desarrollar y utilizar un nuevo conocimiento.

Un sistema de I+D+i mejora continuamente las capacidades técnicas de la organización y la habilidad en la resolución de problemas, identifica y asimila el conocimiento interior-exterior y, finalmente, permite generar proyectos de I+D+i. El artículo plantea la necesidad de facilitar los flujos de información dentro de la organización, de forma que el conocimiento generado por la incorporación de los proyectos de innovación en las obras permita un aumento sustancial de su competitividad. El establecimiento de un proceso sistemático de innovación plantea la necesidad de crear estructuras organizacionales distintas a las actualmente existentes en las empresas involucradas en el proceso constructivo.

El proceso innovador requiere de un esfuerzo superior a la simple mejora de la calidad, si bien ambas gestiones pueden integrarse perfectamente. Además, una gestión de la innovación debe alejarse de estructuras burocráticas e independientes de la realidad de las empresas constructoras; al contrario, conviene cimentarla en una organización participativa en la creación e implantación de soluciones novedosas.

Finalmente, la I+D+i es un proceso que puede ser normalizado en cualquier sector económico, en general, y en el de la construcción, en particular. Por lo tanto, se requieren futuras investigaciones para adaptar y profundizar en la implantación y la evaluación de sistemas de I+D+i en el sector de la construcción, de acuerdo con la UNE 166002 o a otras disposiciones normativas que puedan desarrollarse en el futuro. Sería aconsejable y necesario que se dispusiera de una normativa homogénea con la serie ISO 9000 que permitiera la aplicación de la normalización y certificación de la I+D+i internacionalmente. La serie de normas UNE 166000 puede ser un primer paso para alcanzar este ambicioso objetivo.

6. Agradecimientos

La investigación descrita en el presente artículo fue financiada por la Universidad Católica del Maule (proyecto MECESUP-UCM0205) y por la empresa

constructora española LUBASA (contrato UPV-20050921). Los autores también quieren agradecer a AENOR el apoyo mostrado en todo momento.

7. Referencias

- AENOR (2006a), "UNE 166001:2006. Gestión de la I+D+i: Requisitos de un proyecto de I+D+i". Ed. AENOR, Madrid.
- AENOR (2006b), "UNE 166002:2006. Gestión de la I+D+i: Requisitos del sistema de gestión de la I+D+i". Ed. AENOR, Madrid.
- Blayse A.M. y Manley K. (2004), "Key influences on construction innovation". *Construction Innovation*, 4(3), pp. 143-154.
- BSI (1999), "BS 7000-1, Design management systems: guide to managing innovation". British Standards Institute, Londres.
- CICYT (2003), "Plan nacional de investigación científica, desarrollo e innovación tecnológica 2004-2007". Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid.
- Correa C.L. (2006), "La gestión de la innovación como estrategia competitiva en las empresas constructoras: aplicación de las normas UNE 166000". Universidad Politécnica de Valencia, documento 1940/106 (tesina para la obtención de la suficiencia investigadora), Valencia.
- COTEC (2006), "Tecnología e innovación en España". COTEC, Madrid.
- Davidson C.H. (2001), "Technology watch in construction industry: Why and how?". *Building Research and Information*, 29(3), pp. 233-241.
- Dikmen I., Birgonul M.T. y Artuk S.U. (2005), "Integrated framework to investigate value innovations". *Journal of Management in Engineering*, 21(2), pp. 81-89.
- Drejer I., Vinding A.L. (2004), "Organisation, 'anchoring' of knowledge, and innovative activity in the construction industry". DRUID Summer Conference 2004 on Industrial Dynamics, Innovation and Development, 14-16 de junio, Elsinore.
- Dubois A. y Gadde L. (2002), "The construction industry as a loosely coupled system: implications for productivity and innovations". *Construction Management and Economics*, 20(7), pp 621-632.
- Eaton D. (2001), "A temporal typology for innovation within the construction industry". *Construction Innovation*, 1(3), pp. 165-179.
- European Commission (2005), "European trend chart on innovation - innovation strengths and weaknesses". European Commission, Bruselas.
- Gann D.M. y Salter A.J. (2000), "Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and system". *Research Policy*, 29(7-8), pp. 955-972.
- Gann D.M. (1997), "Should governments fund construction research?". *Building Research and Information*, 25(5), pp. 257-267.
- Gann D.M., Wang, Y. y Hawkins R. (1998), "Do regulations encourage innovation? The case of energy efficiency in housing". *Building Research and Information*, 26(4), pp. 280- 296.
- Garvin D.A. (1993), "Building a learning organization". *Harvard Business Review*, 71(4), pp. 78-91.

- Hardie M., Miller G., Manley K. y McFallan S. (2005), "Experience with the management of technological innovations within the Australian construction industry". *Proceedings of Technology Management: A Unifying Discipline for Melting the Boundaries*, pp. 244- 250.
- Jones M. y Saad M. (2003), "Managing of innovation in construction". Thomas Telford, Londres.
- Kangari R. y Miyatake Y. (1997), "Developing and managing innovative construction technologies in Japan". *Journal of Construction Engineering and Management*, 123(1), pp. 72-78.
- Kanji G.K. (1996), "Can total quality management help innovation?". *Total Quality Management*, 7(1), pp. 3-9.
- Keegan A. y Turner R. (2002), "The management of innovation in project-based firms". *Long Range Planning*, 35(4), pp. 367-388.
- Keogh W. y Bower D.J. (1997), "Total quality management and innovation: a pilot study of innovative companies in the oil and gas industry". *Total Quality Management*, 8(2-3), pp. 196-201.
- Kondo Y. (2000), "Innovation versus standardization". *The TQM Magazine*, 12 (1), pp. 6-10.
- Kumaraswamy M. y Dulaimi M. (2001), "Empowering innovative improvement through creative construction procurement". *Engineering, Construction and Architectural Management*, 8(5-6), pp. 325-335.
- Laborde M. y Sanvido V. (1994), "Introducing new process technologies into construction companies". *Journal of Construction Engineering and Management*, 120(3), pp. 488-508.
- Love P.D., Deum-Fotwe F. y Irani Z. (2003), "Management of knowledge in project environments". *International Journal of Project Management*, 21(3), pp. 155-166.
- Manseau A. y Shields R. (2005), "Building tomorrow: innovation in construction and engineering". Ashgate Publishing, Londres.
- Maqsood T. y Walker H.T. (2007), "Facilitating knowledge pull to deliver innovation through knowledge management". *Engineering, Construction and Architectural Management*, 14(1), pp. 94-109.
- Ministerio de Economía y Hacienda (2005), "Ley de impuesto de sociedades". Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- Ministerio de Fomento (2006), "Pliego de cláusulas administrativas particulares para la contratación de obras por concurso". <http://www.fomento.es/> (acceso el 4 de Septiembre de 2006).
- Ministerio de la Presidencia (2005), "Convergencia y empleo. Programa nacional de reformas de España". Ministerio de la Presidencia, Madrid.
- Miozzo M. y Dewick, P. (2002), "Building competitive advantage: innovation and corporate governance in European construction". *Research Policy*, 31(6), pp. 989-1008.
- Mitropoulos P. y Tatum C.B. (2000), "Forces driving adaptation of new technologies". *Journal of Construction Engineering and Management*, 126(5), pp. 340-348.
- Molina H. (1995), "La innovación tecnológica y sus implicaciones estratégicas y empresariales: un enfoque descriptivo". Instituto de Cultura Juan Gil-Albert, Alicante.
- Nam C.H. y Tatum C.B. (1997), "Leaders and champions for construction innovation". *Construction Management and Economics*, 15(3), pp. 259-270.
- NSSF (2006), "National standardisation strategic framework: standards and innovation". <http://www.nssf.info/pdfs.html> (acceso el 25 de Mayo de 2006).
- OECD (2006), "Science, technology and industry: scoreboard 2005". OECD Publishing, Paris.
- Park M., y Nepal M.P., y Dulaimi M.F. (2004), "Dynamic modeling for construction innovation". *Journal of Management in Engineering*, 20(4), pp. 171-177.
- Pries F. y Janszen F. (1995), "Innovation in the construction industry: the dominant role of the environment". *Construction Management and Economics*, 13 (1), pp. 43-51.
- Reichstein T., Salter A.J. y Gann D.M. (2005), "Last among equals: a comparison of innovation in construction, services and manufacturing in the UK". *Construction Management and Economics*, 23, pp. 631-644.
- Schindler M. y Eppler M.J. (2003), "Harvesting project knowledge: a review of project learning methods and success factors". *International Journal of Project Management*, 21, pp. 219-228.
- Schmookler J. (1952), "The changing efficiency of American economy, 1869-1938". *Review of Economic and Statistics*, 34, pp. 214.
- Seaden G., Goulla M., Douxtriaux J. y Nash J. (2003), "Strategic decisions and innovation in construction firms". *Construction Management and Economics*, 21(6), pp. 603-612.
- Sexton M. y Barret P. (2003), "A literatura synthesis of innovation in small construction firms: insights, ambiguities and questions". *Construction Management and Economics*, 21(6), pp. 613-622.
- Sexton M., Barret P. y Aouad G. (2006), "Motivating small construction companies to adopt new technology". *Building Research and Information*, 34(1), pp. 11-22.
- Shenhar A.J. y Dvir D. (1996), "Toward a typological theory of project management". *Research Policy*, 25, pp. 607-632.
- Slaughter E.S. (2000), "Implementation of construction innovations". *Building Research and Information*, 28 (1), pp. 2-17.
- Tatum C.B. (1986), "Potencial mechanisms for construction innovation". *Journal of Construction Engineering Management*, 112 (2), pp. 178-191.
- Tatum C.B. (1987), "Innovation on the construction project: a process view". *Project Management Journal*, 13 (5), pp. 57-67.
- Tatum C.B. (1989), "Organizing to increase innovation in construction firms". *Journal of Construction Engineering and Management*, 115 (4), pp. 602-617.
- Villar-Mir J. (2001), "I+D+i en el sector de la construcción". *Revista de Obras Publicas*, 3409, pp. 7-29.
- Winch G. (1998), "Zephyrs of creative destruction: understanding the management of innovation in construction". *Building Research and Information*, 26(4), pp. 268-279.
- World Economic Forum (2005), "The global competitiveness report 2005-2006". Macmillan, Ginebra.
- Yepes V., Pellicer E. y Correa C. (2006), "Standardizing the innovation in the Spanish construction industry". X International Congress on Project Engineering, 13-15 de septiembre, Valencia.