

Modelo para la gestión de la innovación tecnológica en el sector inmobiliario

Management model for technological innovation in real estate

Barrio Daniel*¹, García Salvador*, Juan Pablo Solís *

* Tecnológico de Monterrey ITESM. MÉXICO

Fecha de recepción: 01/ 07/ 2011
Fecha de aceptación: 01/ 09/ 2011
PAG. 353 - 368

Resumen

En la actualidad, en México no se ha implementado algún modelo para la gestión de la innovación tecnológica, la cual se refiere a la creación o modificación de un producto o proceso de manera práctica que sea útil para obtener beneficios económicos al introducirla al mercado, en el sector inmobiliario. Esto ha ocasionado que los esfuerzos en dicha área sean individuales y poco repetibles, sin embargo, se ha reconocido en dicho sector la necesidad de implementar procesos para el desarrollo de innovación tecnológica con el fin de lograr una diferenciación ante la creciente competencia. Debemos entender la gestión de la innovación tecnológica como el proceso orientado a organizar los recursos con la finalidad de crear conocimiento, procesos y productos. En el presente artículo se pretende atacar esta necesidad implementando un Modelo para la Gestión de la Innovación Tecnológica (MGIT) aplicado al sector inmobiliario, tomando en cuenta las tendencias de evolución en las tecnologías de la construcción y las características distintivas de este sector productivo, con la finalidad de facilitar los lineamientos a seguir para lograr un proceso de innovación tecnológica que disminuya tiempo y costo. El MGIT se valida con un caso de aplicación para la creación de un sistema nuevo de fachadas para edificios de vivienda residencial.

Palabras Clave: Modelo gestión, innovación tecnológica, tendencias

Abstract

There has not been implemented, in Mexico, a model for the management of technological innovation, which refers to the creation or modification of a product or process in a practical way that is useful to generate economic benefits by introducing the innovation to the market. This has led to isolated and irregular efforts in this area; however, the real estate sector has recognized the need to implement such management of technological innovation in order to achieve differentiation. Management of technological innovation must be understood as the process to organize resources in order to create knowledge, processes and products. This article is an effort to implement a Model for the Management of Technological Innovation (MGIT) applied to the housing sector. MGIT takes account of the trends of development in building technologies and the features of this productive sector. The purpose of this effort is to reduce time and cost on the process of seeking for technological innovation. The MGIT is validated with a case of application for the creation of a new system of building facades for residential housing.

Keywords: Management model, technological innovation, tendencies

1. Introducción

La construcción de viviendas ha sido, desde principios de nuestra existencia, una de las actividades fundamentales de la sociedad debido a la necesidad intrínseca de buscar refugio para combatir las adversidades del clima. A lo largo de los años, el sector inmobiliario ha ido evolucionando con el fin de satisfacer mejor las necesidades de las personas. Con los últimos años, los proyectos de construcción inmobiliarios han sido desarrollados basados en tecnologías tradicionales, fabricación in-situ de casi todas las partes del edificio.

1. Introduction

Housing construction has been, since the beginning of our existence, one of the fundamental activities of the society due to the intrinsic need to seek refuge to fight climate adversities. Over the years, the real estate industry has evolved to better meet the needs of people. In recent years, real estate construction projects have been developed based on traditional technologies, in-situ production of almost all parts of the building.

¹ Autor de correspondencia / Corresponding author:
E-mail: dbarriom@gmail.com



Estas tecnologías tradicionales son poco eficientes con respecto al tiempo y esfuerzo que consumen en su implementación.

El presente artículo parte de la necesidad de innovar en el sector de construcción inmobiliaria para presentar un Modelo de Gestión de la Innovación Tecnológica en dicho sector (MGIT). A manera de información preliminar, se abordan los temas de concepto y técnicas de innovación, otros modelos aplicados a diversos sectores productivos y las tendencias del sector de la construcción.

En este trabajo se presenta un Modelo que permita gestionar en forma eficiente y eficaz el proceso de innovación tecnológica en el sector inmobiliario. El modelo debe de estar alineado con las tendencias de innovación en la construcción y debe de tomar en cuenta las características específicas de dicho sector para la correcta aplicación de las diferentes herramientas existentes que permitan controlar y dar seguimiento al proceso. De igual manera, se presenta un caso de aplicación para la creación de un nuevo sistema de fachadas en edificios de vivienda residencial para el mercado mexicano.

2. Preliminares

2.1 Conceptos y técnicas de innovación

Definición y Tipos

Según la Real Academia Española la Innovación es la "Creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado". Melissa Schilling (2008) va más allá de esta definición al afirmar que no solo los productos son propensos a la innovación, sino que también lo son los procesos. Entonces una definición más clara es la creación o modificación de un producto o proceso de manera práctica que sea útil para obtener beneficios económicos al introducirla al mercado.

Para lograr innovación, se deben de seguir una serie de etapas que inician con la generación de nuevas ideas. Dichas ideas son producto de la creatividad tanto individual como organizacional. La creatividad organizacional proviene principalmente de los esfuerzos de Investigación y Desarrollo (I+D). El concepto de investigación y desarrollo puede definirse como la gama de actividades que abarcan desde la obtención del conocimiento hasta la generación de implementaciones comerciales (Schilling, 2008).

Dependiendo de la magnitud y aplicación de la innovación existen diversos tipos:

These traditional technologies are inefficient with regard to time and effort-consuming for its implementation.

This article is based on the need for innovation in the housebuilding sector in order to present a Management Model for Technological Innovation in this sector (MGIT). As a preliminary information, are seen concept and innovative techniques, other models applied to various productive sectors and trends in the construction sector.

This paper presents a Model to manage efficiently and effectively the process of technological innovation in real estate. The model must be aligned with innovation trends in construction and must take into account the specific characteristics of this sector for the correct application of the various tools available to control and monitor the process. Similarly, it is presented a case of application for the creation of a new system of building facades of residential housing for Mexican market.

2. Preliminary

2.1 Concepts and innovation techniques

Definition and Types

According to the Royal Spanish Academy, Innovation is to "Create or modify a product, and to introduce it into a market". Melissa Schilling (2008) goes beyond this definition by stating that the products are not only prone to innovation, but so are the processes. Then a clearer definition is the creation or modification of a product or process in a practical way that is useful for economic benefit upon introducing it to the market.

To achieve innovation, one must follow a series of stages that begin with the generation of new ideas. These ideas are the product of both individual and organizational creativity. Creativity comes mainly from the organizational efforts on Research and Development (I+D, in Spanish). The concept of research and development can be defined as the range of activities which go from knowledge acquisition to the generation of commercial implementations (Schilling, 2008).

Depending on the scope and application of innovation there are several types:

- Productos vs. Procesos
- Radical vs Incremental
- Arquitectónica vs de Componente

Los tipos de innovación no se independientes unas de otras ya que es común que se compartan dimensiones.

Técnicas y herramientas de Innovación

Dentro de las técnicas para la gestión de la innovación, es posible encontrar una amplia gama de herramientas. La técnica óptima depende del área de aplicación en donde se desee utilizar. A continuación se explican tan solo las técnicas que tienen un mayor potencial en la posible aplicación de proyectos de innovación tecnológica en el sector inmobiliario de México.

- Products vs. Processes
- Radical vs Incremental
- Architectonic vs of Component

The types of innovation are not independent of each other as it results common to share dimensions.

Innovation tools and techniques

Among the techniques for managing innovation, it is possible to find a wide range of tools. The optimal technique depends on the application area that one wants to use. The following explains only the techniques that have a greater potential in the possible application of technological innovation projects in real estate in Mexico.

Tabla 1. Técnicas y herramientas de Innovación
Table 1. Innovative techniques and tools

Herramienta/Tools	Descripción/Description
Técnicas de Creatividad Creativity techniques	Principio básico de la innovación. La creatividad debe de ser flexible, original y fluida. Basic principle of innovation. Creativity shall be flexible, original and fluid
Brainstorming	Se basa en 1) generación de gran cantidad de ideas y 2) diferir el juicio de las mismas hasta el final de la actividad. It is based on 1) the generation of great amount of ideas and 2) to defer the ideas judgment until the end of the activity
Pensamiento Multidireccional Multidirectional Thinking	Direcciona el pensamiento de un modo no tradicional para obtener resultados mucho más importantes de lo que el pensamiento orientado al patrón del pensamiento habitual pudiera. It leads thinking under no-traditional way in order to obtain results more relevant than from usual thinking patterns
6 sombreros Pensamiento 6 huts-thinking	Fomenta el pensamiento lateral. Cada sombrero representa un estilo diferente de pensamiento y es representado en forma gráfica con un color. It encourages lateral thinking. Each hut represents a different style of thinking and it is graphically represented with a color
TRIZ	Metodología altamente estructurada para resolver problemas basados en ciencia y tecnología que requieren un alto grado de creatividad e inventiva, los cuales pueden ser de cualquier área tecnológica. Highly structured methodology used to solve problems based on science and technology that demands high levels of creativity and inventiveness
Despliegue Función de Calidad (QFD) Quality Function Deployment	Proceso sistemático que ayuda a planear, comprender y especificar claramente los requerimientos y necesidades del cliente, y a integrar dichas necesidades en los productos. Systematic process that contributes to plan, understand and clearly specify demands and requirements from the client and to integrate such needs to products

Como ya se ha mencionado en repetidas ocasiones, la innovación tecnológica es clave para lograr una ventaja competitiva en un entorno tan cambiante como el actual. En la actualidad un amplio rango de industrias, más de la tercera parte de sus ventas provienen de productos desarrollados dentro de los últimos cinco años (Schilling, 2008).

As mentioned repeatedly, technological innovation is key to achieve a competitive advantage in a present. rapidly changing environment. Today in a wide range of industries, more than a third of their sales come from products developed within the last five years (Schilling, 2008).

2.2 Otros modelos para gestión de la innovación tecnológica

La innovación tiene un paradigma dentro de su misma existencia, si bien de manera popular se describe a la innovación como un proceso libre que no cuenta con restricciones de reglas y planes específicos con la finalidad de fomentar la creatividad, existe numerosos estudios que muestran como las empresas, en la frenética carrera por innovar, se precipitan en el desarrollo de nuevos productos sin contar con estrategias y planes de operación bien desarrollados lo cual trae como consecuencia que los proyectos rebasen las capacidades de recursos de las empresas resultando en el fracaso del proyecto. Por estas razones, existe la necesidad de modelos para la gestión de la innovación tecnológica (Schilling, 2008).

Algunos de los modelos existen en la literatura para otras sectores productivos son: "La Gestión de la Innovación en 8 pasos" (Asociación de la Industria Navarra, 2008); el modelo de BCG de 5 pilares (Galindo, 2008); y el de empresas de Tecnologías de la Información (Scantlebury & Lawton, 2007). Los dos primeros modelos son completamente genéricos e incluyen desde la etapa estratégica hasta la protección del conocimiento. El tercer modelo es específico para las empresas en el sector de tecnologías de la información y se centra en las etapas operativas dejando de fuera la parte de estrategias y de protección del conocimiento.

2.3 Tendencias de innovación en la construcción Nuevos Materiales de Construcción

Según García (2008) los nuevos materiales de construcción siguen la tendencia de ser ligeros, fácilmente transportables, simplicidad en su montaje e instalación, excelente comportamiento ante la corrosión, moldeables en grandes piezas, auto-limpiables con agua de lluvia, no presentar interferencia con ondas electromagnéticas, altamente resistentes al fuego y sirvan de excelente aislamiento térmico.

Existe una relación directa entre los nuevos materiales y la productividad en la construcción, Goodrum, Zhai y Yasin (2009) estudiaron el impacto que tienen las diferentes cualidades y características de los nuevos materiales en la productividad global de más de 100 construcciones entre los años 1997 y 2004. Se encontró que las actividades que sufren cambios significativos en la tecnología de los materiales, también sufren mejoras de largo alcance tanto en la productividad de la mano de obra como en la productividad total de las construcciones. Otro resultado fue que a menor peso de los materiales, mayor índice de productividad detectado.

2.2 Other models for management of technological innovation

Innovation is a paradigm in its very existence, althow popular innovation is described as a free process that does not have rules and restrictions of specific plans in order to promote creativity, there are numerous studies that show how companies in the frantic race to innovate, rush in new product development strategies without having well-developed operational plans, which results in projects that exceed the resource capabilities of enterprises and in project failure. For these reasons, there is a need for models for the management of technological innovation (Schilling, 2008).

Some of the models which exist in literature for other productive sectors are: "Innovation Management in 8 steps" (Asociación de la Industria Navarra, 2008); 5 pilars BCG model (Galindo, 2008); and the one of companies and Information Technology (Scantlebury & Lawton, 2007). The first two models are completely generic and include everything from strategic step to knowledge protection. The third model is specific to businesses in the sector of information technology and focuses on the operational stages leaving out part of strategies and knowledge protection.

2.3 Trends in construction innovation New Building Materials

According to García (2008) new building materials follow the trend of light weight, easily transportable, simplicity of assembly and installation, excellent behavior against corrosion, molded in large part, self-cleaning with rainwater, no interference with electromagnetic waves present, highly resistant to fire and they serve as excellent thermal insulation.

There is a direct relationship between the new materials and construction productivity, Goodrum, Zhai y Yasin (2009) studied the impact of different qualities and characteristics of new materials in the overall productivity of more than 100 buildings between 1997 and 2004. It was found that activities undergo significant changes in the technology of materials, also have far-reaching improvements in the productivity of both labor and total factor productivity in construction. Another result was that the lower the weight of materials, greater productivity index detected.



Nuevas Tecnologías de Construcción: Prefabricación

Prefabricación es el sistema constructivo basado en el diseño y producción de componentes y subsistemas elaborados en serie en una fábrica fuera de su ubicación final y que en su posición definitiva, tras una fase de montaje simple, precisa y no laboriosa, conforman el todo o una parte de un edificio o construcción (Gómez Jáuregui, 2009). En la actualidad el sector de la construcción está migrando de sistemas tradicionales al uso de la prefabricación para controlar la alta variabilidad de los procesos en la construcción tradicional. Debido al paso del tiempo, las técnicas de producción fueron evolucionando del uso de grandes elementos prefabricados de concreto (sistemas cerrados) a la producción seriada o de catálogos de componentes de edificios. Una buena medida para conocer el grado de prefabricación utilizado en un proyecto es el valorar la cantidad de residuos y desperdicios generados durante la construcción del proyecto; cuanto mayor cantidad de escombros, menor índice de prefabricación presenta el proyecto

Domótica y Robótica

El término domótica, proviene de una mezcla de las palabras doméstico e informático, es la disciplina que estudia el desarrollo de infraestructuras inteligentes, así como de tecnologías de la información, en edificios. Se dice que son infraestructuras inteligentes ya que son capaces de procesar datos (Quinteiro, Lamas, & Sandoval, 2005). La domótica está completamente orientada a la etapa de servicio de una edificación.

Hasta hace unos años, una vivienda era dotada de las mínimas instalaciones, sin embargo, actualmente se están utilizando instalaciones más sofisticadas con el objetivo de aumentar el confort, la seguridad, el ahorro de energía, comunicaciones y flexibilidad. Las principales áreas de aplicación de la Domótica son el confort, la seguridad y la gestión de la energía.

La robótica difiere de la domótica por su campo de aplicación. Mientras la domótica se centra en la automatización de los inmuebles para beneficio y comodidad del usuario final, la robótica se refiere al uso de máquinas automatizadas para realizar actividades de construcción de un inmueble. Un robot es una "máquina automatizada que realiza secuencias de operación complejas y que puede controlar su desempeño, son auto-regulables y se corrigen automáticamente en su funcionamiento" (I.A.A.R.C., 2010).

New Construction Technology: Prefabrication

Prefabricated construction system is based on the design and production of components and subsystems manufactured in series in a factory outside of its final location and that in its final position, after a simple installation phase, accurate and laborious, form all or part of a building or construction (Gómez Jáuregui, 2009). Currently the construction industry is migrating from traditional systems to the use of prefabrication to control the high variability of the traditional construction process. Due to the passage of time, production techniques evolved from the use of large precast concrete (closed systems) to the mass production of building components catalogs. A good measure to determine the degree of prefabrication used in a project is to assess the amount of waste as well as waste generated during the construction of the project; to more waste, lower prefabrication rate.

Domotics and Robotics

The term domotics come from a mixture of domestic and computer words, it is the discipline that studies the development of intelligent infrastructure and information technology in buildings. Infrastructure is said to be intelligent because it is capable of processing data (Quinteiro, Lamas, & Sandoval, 2005). Domotics is fully oriented to the stage of service of a building.

Until recently, housing was provided with the minimum facilities, however, currently are being used more sophisticated facilities in order to increase comfort, safety, energy conservation, communication and flexibility. The main application areas of Domotics are comfort, security and energy management.

Robotics differs from domotics by its field of application. While the domotics focuses on the automation of property for the benefit and convenience of the user, robotics is the use of automated machines for construction activities of a property. A robot is a "machine that performs automated and complex operational sequences that can monitor its performance, are self-regulated and automatically correct its operation" (I.A.A.R.C., 2010).

Sistemas de Calidad y Lean Construction

Otra de las tendencias en el sector de la construcción se refiere a nuevos sistemas de administración de los proyectos. Estos incluyen esfuerzos desde el área de diseño del proyecto, ejecución y post-venta del mismo. Luna y González (2007) hicieron un análisis para clasificar y categorizar a los distintos modelos de calidad de acuerdo a la complejidad y nivel de aplicación en la industria de la construcción.

Ampliando el tema de Construcción Esbelta, esta filosofía fue adaptada a la construcción por Koskela en el año 2000 al identificar que la construcción puede ser visualizada como un flujo de procesos de administración. Sin embargo, este flujo difiere del sector manufacturero por la naturaleza impredecible de los proyectos de construcción (Bertelsen, 2004).

Lean Construction es una nueva filosofía orientada hacia la administración de la producción en construcción, cuyo objetivo fundamental es la eliminación de las actividades que no agregan valor. Esta filosofía ha causado una revolución en la manera que se llevan a cabo los proyectos de construcción, ya que incluye desde el diseño, la procuración de materiales, hasta los procesos de construcción y el producto terminado. La construcción sin pérdidas se extiende del objetivo principal de minimizar los desperdicios, hasta dictar técnicas específicas para llevar a cabo un proyecto (Lean Construction Institute, 2008).

3. Modelo para la gestión de la innovación tecnológica sector inmobiliario (MGIT)

El presente modelo para la gestión de la innovación presenta un sistema útil y ordenado para la búsqueda y creación de innovación en el sector inmobiliario. Es por esto que como todo sistema se deben contener una etapa de entrada de datos, etapa de procesamiento de los mismos y finalmente debe arrojar un resultado o salida.

El MGIT se divide en dos grandes etapas: 1) Identificación de Ideas y 2) Desarrollo del Proyecto. La primera etapa se refiere a la investigación de áreas de oportunidad y de soluciones existentes, mientras que la segunda etapa se basa en un ciclo que abarca desde la definición de parámetros hasta la implementación definitiva y protección del conocimiento. A continuación se describe cada etapa del MGIT.

Quality Systems and Lean Construction

Another trend in the construction industry refers to new systems of project management. These include efforts from project design, to implementation and post-sales. Luna y González (2007) tested to classify and categorize the various models of quality according to the complexity and level of application in the construction industry.

Extending the Lean Construction theme, this philosophy was adapted to the construction by Koskela in 2000 to identify that the construction can be viewed as a process flow management. However, this differs from the manufacturing flow by the unpredictable nature of construction projects (Bertelsen, 2004).

Lean Construction is a new philosophy oriented toward production management in construction, which main objective is to eliminate activities that add no value. This philosophy has caused a revolution in the way that the construction projects are carried out, since they include everything from design, to the procurement of materials, the construction process and the finished product. The construction extends lossless main objective of minimizing waste, to dictate specific techniques to carry out a project (Lean Construction Institute, 2008).

3. Model for technological innovation management at real estate sector (MGIT)

This model for the management of innovation provides a useful and orderly system for searching and creating innovation in real estate. As any system it must contain a data input stage, a processing stage and a result or output.

MGIT is divided in two big stages: 1) Identification of Ideas and 2) Development of the Project. The first stage concerns the investigation of areas of opportunity and existing solutions, while the second stage is based on a cycle that extends from the definition of parameters to final implementation and protection of knowledge. Here follows the description of each MGIT stage.

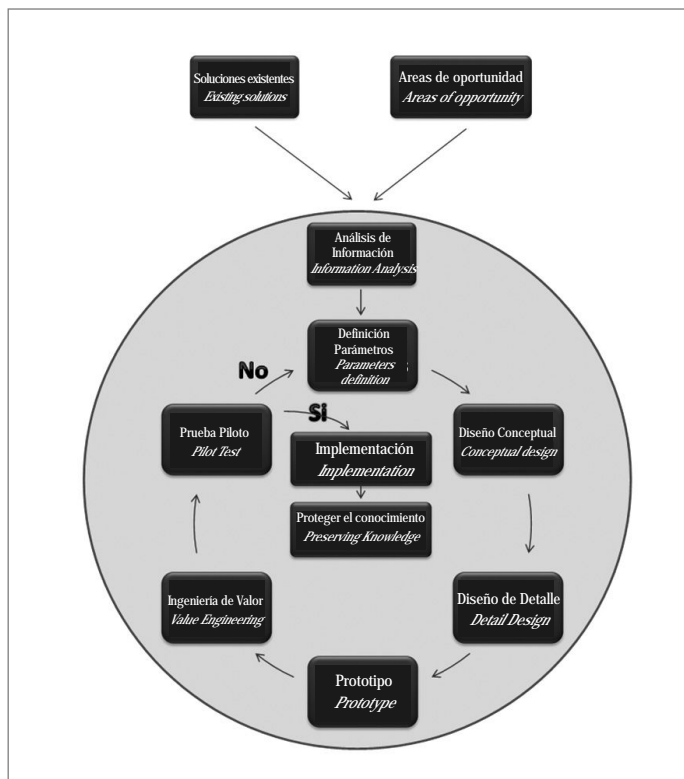


Figura 1. MGIT
Figure 1. MGIT

3.1 Parte 1.- Identificación de ideas

3.1.1 Áreas de Oportunidad

En este paso es necesario utilizar la creatividad como fuente de generación de ideas, es el origen de todo proceso innovador, es un punto clave en el que se fundamenta la estrategia de innovación de las organizaciones. Este paso consta de un proceso ordenado de generación de ideas. A continuación se describen brevemente:

- Conocer la situación actual. Se recomienda realizar un cuestionario a personal administrativo como operativo para conocer la situación actual de la empresa con respecto a los procesos y actividades constructivas, el uso de prefabricados, los sistemas de calidad y los problemas actuales.
- En base a la información anterior, se define un rumbo a seguir. Se debe elegir únicamente el rumbo principal y dejar pendiente la solución específica que va a ser propuesta.
- Profundizar en el tema elegido. Se realiza un segundo cuestionario orientado al problema y rumbo elegido en el punto anterior. Se busca encontrar problemas específicos, posibles soluciones y recomendaciones.
- Hacer uso de la metodología TRIZ para encontrar que parámetros y principios de inventiva son útiles para resolver el problema

3.1 Part 1.- Identification of ideas

3.1.1 Areas of Opportunity

At this step must be used creativity as a source of idea generation , it is the origin of all innovation process, it is a key point that sustains innovation strategies of the organizations. This step consists of an orderly process for generating ideas. A brief description:

- To know the current situation. A personal administrative and operational questionnaire is recommended in order to understand the current and construction activities, to the use of prefabricated, quality systems and current problems.
- Based on the above information, it is defined a way forward. It must be selected only the main course leaving pending the specific solutions that will be proposed.
- To deepen the theme chosen. A second questionnaire is performed, aimed towards the problem and course chosen in the previous section. It seeks to find specific problems, possible solutions and recommendations.
- Make use of the TRIZ methodology to find which parameters and inventive principles are useful in solving the problem.

La salida de este paso es una tabla como la siguiente:

The output of this step is a table like this:

Tabla 2. Áreas de oportunidad
Table 2. Areas of opportunity

Área de Oportunidad Areas of opportunity	Situación a Mejorar Situation to improve	Parámetros TRIZ(39) Parameters TRIZ(39)	Principios de Inventiva TRIZ(40) Inventive Principles TRIZ(40)
*Esta Tabla debe de incluir cuantas situaciones a mejorar hayan sido detectadas *This table shall include the number of detected situations to be improved			

3.1.2 Soluciones Existentes

En este paso se revisa el estado del arte de las soluciones existentes en el mercado para la solución del rumbo a seguir. Se recomienda utilizar un formato de propiedades técnicas para recabar la información de cada solución existente encontrada.

3.1.2 Existing Solutions

At this step we review the state of the art solutions in the market to resolve the way forward. We recommend using a form of technical properties to collect information for each existing solution be found.

3.2 Parte 2.- Desarrollo del Proyecto

3.2 Part 2.- Development of the project

3.2.1 Análisis de la Información Recabada

3.2.1 Analysis of Collected Information

El objetivo de este paso es encontrar las características importantes a considerar en el producto de innovación. La información obtenida en la etapa de Identificación de Ideas es analizada. A continuación se muestra una tabla en donde en la primer sección se enlistan las características necesarias detectadas en la investigación de Áreas de Oportunidad y Soluciones Existentes. En la zona de Matriz de Ponderación de la tabla se compara la jerarquía de cada característica contra las demás. Se debe de anotar la letra de Identificación de la característica más importante en cada casilla. En caso de ser de igual importancia se anotan ambas letras. En la columna TOTAL se suma la aparición de cada letra en la Matriz de Ponderación y finalmente se obtiene el % de participación de cada característica.

The objective of this step is to find important features to consider in product innovation. The information obtained in the step of ideas Identification is analyzed. Below there is a table where the first section list the necessary features detected in the research of Opportunity Areas and Existing Solutions. In the area of the Weighting Matrix table is compared the hierarchy of each property in front of the others. It should be noted the letter of identification of the most important feature in each box. If they are of equal importance both letters are written. The total column adds each letter in the Weighting Matrix to finally obtain the % share of each feature.



3.2.4 Diseño Detallado

Este punto es quizá el más laborioso del MGIT ya que se debe de detallar la solución de la sección anterior incluyendo diseño del producto y del proceso.

- **Diseño del Producto**
 - o **Diseño Estructural.-** Debe de realizarse tomando en cuenta la reglamentación vigente para el método de análisis y el tipo y magnitud de cargas a considerar (viento, sismo, etc.). Considerar también las cargas generadas en el proceso de instalación.
 - o **Planos de Construcción.-** Incluir todos aquellos dibujos y diagramas necesarios para la manufactura del producto. Incluir detalles de: montaje, juntas o uniones, plano de planta, corte y detalles.
 - o **Especificaciones técnicas.-** Deben describir cada elemento del producto en términos de dimensiones, materiales, cantidades y otras características técnicas. También se deben de incluir medidas de desempeño para evaluar la calidad del producto y de sus partes.
 - o **Análisis de Costo Directo.-** Obtener y presentar el costo de manufactura, transporte e instalación.
- **Diseño del Proceso**
 - o **Proceso de Manufactura.-** Describir de manera conceptual la secuencia de actividades en la etapa de manufactura. Incluir entradas y salidas de cada proceso.
 - o **Manual de Instalación.-** Debe incluir descripción de las mejores prácticas para el transporte, almacenaje, montaje y detallad final de juntas y piezas.

3.2.5 Prototipo

Ya que se tiene un diseño a detalle de la innovación se procede con el desarrollo de un prototipo. Existen dos tipos de prototipos: Virtual y Real. Cualquiera que sea el prototipo elegido, este debe ser capaz de mostrar propiedades y características para ser evaluadas entre las cuales se encuentra:

- Concepto, estilo y aspecto
- Volúmenes, masa y propiedades generales
- Dimensionamiento y modulación
- Condiciones de montaje, ergonomía
- Resistencia de los materiales
- Resistencia térmica
- Interacción de los diversos materiales utilizados

3.2.4 Detailed Design

This point is perhaps the most laborious of the MGIT as it should detail the solution of the previous section including product design and process.

- **Product Design**
 - o **Structural Design.-** Must be made taking into account the current regulations for the method of analysis and the type and magnitude of loads to be considered (wind, earthquake, etc.).. Consider also the loads generated in the installation process.
 - o **Construction Plans.-** Include all necessary drawings and diagrams for the manufacture of the product. Include details of: mounting, seals or joints, floor plan, cut and detail.
 - o **Technical specifications.-** Each element should describe the product in terms of dimensions, materials, quantities and other technical characteristics. It also should include performance measures to assess the quality of the product and its parts.
 - o **Direct Cost Analysis .-** Obtain and submit the cost of manufacturing, transportation and installation.
- **Process Design**
 - o **Manufacturing Process .-** Conceptually describe the sequence of activities in the manufacturing stage. Include inputs and outputs of each process.
 - o **Installation Manual .-** Must include description of best practices for transport, storage, assembly and final details of joints and parts.

3.2.5 Prototype

Since it has a detailed design innovation , one can proceed with the development of a prototype. There are two types of prototypes: Virtual and Real. Whatever the chosen prototype, it should be able to display properties and characteristics to be evaluated among which there are:

- Concept, stile and aspect
- Volume, mass and general properties
- Sizing and modulation
- Installation conditions, ergonomics
- Strength of materials
- Thermal resistance
- Interaction of the various materials used

3.2.6 Ingeniería de Valor

La ingeniería de valor presenta un método estructurado y ordenado para realizar evaluaciones de las distintas alternativas. Dicho estudio pretende ubicar, en una escala de valor, la propuesta de innovación con respecto a las soluciones ya existentes.

Los datos de entrada son las soluciones existentes encontradas en el paso 1.2. Posterior a eso se evalúan las características importantes para cada solución existente y para el producto de innovación. Finalmente, se plasma en una tabla de desempeño que muestra el índice de valor de cada propuesta (puntaje / Costo).

3.2.6 Value Engineering

Value engineering presents a structured and ordered method to perform evaluations of the different alternatives. This study aims to locate, on a scale of value, the proposed innovation over existing solutions.

The input data are existing solutions found in step 1.2. Following that, important characteristics are evaluated for each existing solution and for the innovation product. Finally, in a performance table it is shown the index value of each proposal (score / Cost).

Tabla 4. Tabla de Desempeño
Table 4. Performance Table

TABLA DE DESEMPEÑO / PERFORMANCE TABLE					
Alternativa Alternative	Total	% Mejora Improvements	Costo Total Total cost	Índice de Valor (P/C) Value index (P/C)	% Mejora Índice Valor Best Index value
Sistema Actual/Current System					
Alternativa 1/Alternative 1					
Alternativa 2/Alternative 2					
Alternativa 3/Alternative 3					

En este paso es donde se realiza la primera decisión de si el producto recién creado es lo suficientemente bueno para seguir adelante con el MGIT o es necesario realizar cambios en el diseño detallado del producto.

This step is when the first decision is made regarding whether the newly created product is good enough to go ahead with the MGIT or if changes are needed in the detailed design of the product.

3.2.7 Prueba Piloto

Una vez aprobada la propuesta para la innovación de la tecnología, esta se implementa en alguna área de la empresa para observar su desempeño y a la par hacer revisiones periódicas para determinar si realmente se están obteniendo los resultados esperados.

Durante la aplicación de la prueba piloto se debe de monitorear las características para comprobar que están dentro del rango de operación que se definió en las especificaciones técnicas. Dichas características deben de incluir entre otras: tiempo, costo, calidad, proceso, montaje y transporte.

La persona responsable del monitoreo de la prueba piloto deberá conocer las características importantes de la innovación para evaluarlas y aportar sus observaciones.

En caso de que la prueba piloto no presente los resultados esperados por la innovación, se debe de hacer una re-evaluación de la definición de parámetros.

3.2.7 Pilot Test

Once approved the proposal for technological innovation, it is implemented in some area of the enterprise to monitor its performance and check through periodic reviews and determine if one is really obtaining the expected results.

During the implementation of the pilot one should monitor the features to ensure that they are within the range of operation defined by technical specifications. These features should include among others: time, cost, quality, process, assembly and transport.

The person responsible for monitoring the pilot must know the important features of the innovation in order to evaluate them and provide comments.

If the pilot does not have the expected results for innovation, it must be done a re-evaluation of the definition of parameters.

Una recomendación para evaluar el Prototipo es utilizar la metodología de Análisis de Modo de Falla y Efecto (AMFE). Dicha metodología es de gran utilidad para encontrar las fallas, sus causas y sus efectos. De igual manera, facilita la priorización de cada una para enfocarse en las principales.

3.2.8 Implementación Definitiva

La implementación definitiva es el resultado del proceso de innovación tecnológica. En esta etapa ya se tiene un producto terminado y se han corregido los errores encontrados en la prueba piloto. Dichas correcciones deben de abarcar las observaciones y fallas detectadas en: Tiempo, costo, calidad, proceso, montaje y transporte.

Aun y cuando la metodología aquí propuesta es una herramienta útil para la generación sistemática de innovaciones tecnológicas, es altamente recomendable realizar revisiones periódicas del desempeño del sistema implementado. Esto con la finalidad de fomentar la filosofía de mejora continua.

3.2.9 Protección del Conocimiento

Para cada tipo de invención, se ha creado una forma específica de protección, otorgando diversos grados de derechos de exclusividad sobre el mismo. La mayor parte de las innovaciones tecnológicas caen dentro del rango de operación de la patente.

En este paso se busca proteger, mediante los organismos nacionales e internacionales, el derecho de exclusividad del conocimiento recién creado.

4. Aplicación del MGIT

4.1 Descripción

El caso práctico de aplicación consiste en desarrollar un sistema de fachada para edificios de vivienda residencial para el mercado mexicano. Se conforma un equipo de trabajo multidisciplinario de 5 personas con integrantes que tienen conocimiento en costos, estructuras y diseño. El proyecto se realiza de enero a mayo 2011.

Las premisas y restricciones son:

- Sistema prefabricado industrializado
- Considerar modulación y dimensión estandarizadas
- Considerar la componente peso (sistema ligero)
- Mono capa, bicapa o tri-capa
- Pasante vertical u horizontal
- Materiales convencionales, no convencionales o alternativos

A recommendation to evaluate the prototype is to use the analysis methodology of Failure Mode and Effects (FMEA). This methodology is useful to find the faults, their causes and effects. Similarly, it helps on the prioritization of each one to focus on the main ones.

3.2.8 Final implementation

The final implementation is the result of technological innovation. At this stage there is already a finished product and the errors found in the pilot have been corrected. Such corrections shall cover the observations and deficiencies detected with regard to: Time, cost, quality, process, assembly and transport.

Even if methodology proposed here is a useful tool for the systematic generation of technological innovations, it is highly advisable to carry out periodic reviews of the performance of the implemented system. This with the purpose of promoting philosophy of continuous improvement.

3.2.9 Knowledge Protection

For each type of invention it was created a specific form of protection, providing varying degrees of exclusivity rights on it. Most technological innovations are within the operating range of the patent.

This step seeks to protect through national and international agencies, the exclusive rights of newly created knowledge.

4. Application of MGIT

4.1 Description

The case study application consists of developing a facade for buildings of residential housing for the Mexican market. It is formed a multidisciplinary team of 5 persons with members who have knowledge in costs, structures and design. The project is carried out from January to May 2011.

Assumptions and restrictions are:

- Prefabricated industrialized system
- Consider modulation and standardized size
- Consider weight component (light system)
- Single layer, bilayer or tri-layer
- Vertical or horizontal Intern
- Conventional, non conventional or alternative materials

- Incorporar el concepto de sustentabilidad
- Costo directo \$1,000 dlls/m² (estimado)

A causa del tiempo limitado que se tiene para desarrollar el proyecto, este se llevara únicamente a la etapa de prototipo quedando pendiente la implementación de una prueba piloto y el aseguramiento del conocimiento recién creado.

4.2 Identificación de ideas

En la etapa de identificación de ideas se encontró como área de oportunidad el aumentar la productividad en la instalación minimizando el uso de equipo pesado, creando elementos de conexión simples y modificando el dimensionamiento y modulación. De igual manera se encontró la necesidad de aumentar el confort del cliente aumentando el aislamiento térmico y acústico. Las soluciones existentes encontradas fueron:

- Muros Tilt-up
- Slender Wall de la empresa Easi-Set
- ExoTec & Versilux Facade Panel de la empresa James Hardie

4.3 Desarrollo del proyecto

En la segunda etapa del MGIT se encontró que las características importantes fueron:

- Simplicidad de Conexiones
- Facilidad de Instalación
- Aislamiento Térmico
- Ligereza
- Sustentabilidad del producto

El producto que se obtuvo se le llamo PanelTec. El cual es un sistema con una modulación de 1.2 mts de ancho y 3.0 mts de altura. En su cara exterior se utilizó un producto a base de un 60% de plástico reciclado y un 40% de caolín. La estructura consta de perfiles de acero rolado en frío de 10 cms de espesor. El panel interior es un panel de yeso o panel cemento, según su área de aplicación. El interior de PanelTec consta con un relleno de espuma de poliuretano.

Al realizar la Ingeniería de Valor, se obtuvieron mejoras en el índice de valor con respecto las otras alternativas analizadas.

- Incorporation of sustainability concepts
- Direct cost \$ 1.000 dlls/m² (estimated)

Due to the limited time to develop the project, it will be done only for the prototype stage, remaining pending the implementation of a pilot and the assurance of newly created knowledge.

4.2 Identification of ideas

In the ideas identification stage it was found an area of opportunities able to improve productivity on installation minimizing the use of heavy equipment, creating simple connection elements and modifying sizing and modulation. Similarly, the need to increase customer's comfort was found, increasing thermal and acoustic insulation.

Existing solutions were found:

- Tilt-up walls
- Slender Wall from Easi-Set company
- ExoTec & Versilux Facade Panel from James Hardie company

4.3 Development of the project

In the second stage of MGIT it was found that the important features were:

- Simplicity of Connections
- Facility of installation
- Thermal Insulation
- Lightness
- Product Sustainability

The product obtained was called PanelTec. which is a modulation system with a 1.2 m wide and 3.0 meters high. On its outer side it was used a product based on 60% recycled plastic and 40% kaolin. The structure profiles consists on cold rolled steel 10 cm thick. The inside panel is a panel drywall or cement, depending on their area of application. PanelTec's interior consists of polyurethane foam padding.

When performing Value Engineering, improvements were obtained in the index value over other alternatives analyzed.



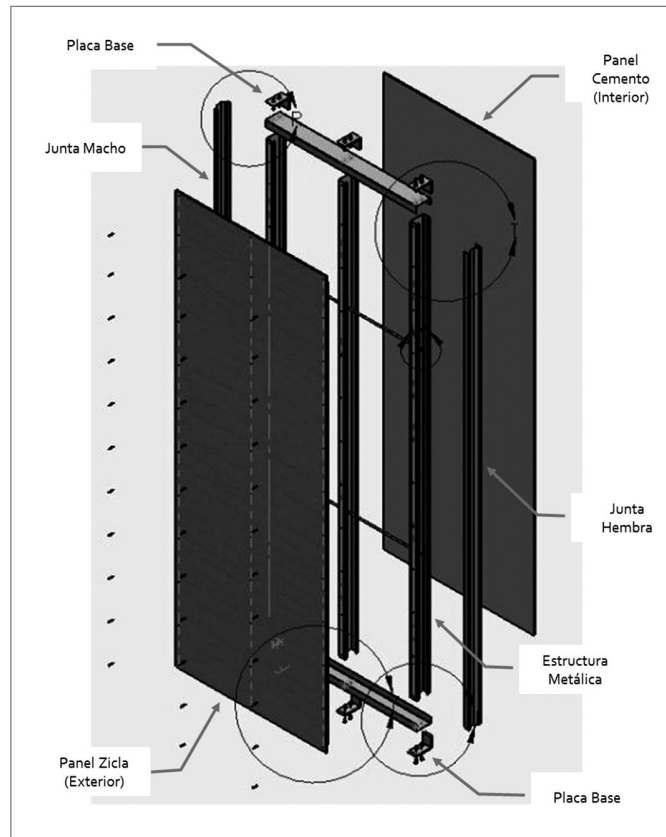


Figura 2. PanelTec
Figure 2. PanelTec

Tabla 5. Tabla de Desempeño PanelTec
Table 5. PanelTec Performance Table

TABLA DE DESEMPEÑO / PERFORMANCE TABLE					
Alternativa Alternative	Total	% Mejora Best	Costo Directo [DIIs/m ²] Direct Cost [DIIs/m ²]	Índice de Valor (P/C) Index value (P/C)	% Mejora Índice Valor Best Index value %
SlenderWall	328.8		\$270	1.22	
ExoTec & Versilux	277.0	-15.8%	\$250	1.11	-9.0%
Tilt-up	288.0	-12.4%	\$150	1.92	57.7%
PanelTec	397.0	20.7%	\$185	2.15	76.2%

5. Conclusiones

El caso de aplicación del MGIT fue la creación de un sistema de fachadas para edificios de vivienda residencial para el mercado mexicano.

El producto se decidió que fuera una innovación incremental, en la que se mejoren los aspectos que causan los principales problemas en los sistemas de fachadas actuales. Se optó por lo incremental debido a que las innovaciones radicales tienen un periodo de desarrollo más prolongado y el tiempo que se tenía no permitía este tipo de innovación.

El punto de mayor importancia, y en donde se presentaron los mayores esfuerzos fue el diseño conceptual. Es aquí en donde se debe de pensar de qué manera cumplir con los parámetros de la innovación. Para lograr esto se utilizaron diferentes técnicas como lo son Brainstorming y juntas de equipo para obtener las ideas de la especialidad de cada miembro del equipo de trabajo. Una vez acordado el diseño conceptual cada integrante trabajó en su especialidad con juntas semanales para mostrar avance y resolver problemas y dudas que fueron surgiendo conforme se avanzaba en el desarrollo del producto.

Las lecciones aprendidas durante la aplicación del MGIT fueron que el proceso ayuda a ordenar los esfuerzos y administrar la cantidad de recursos empleados para evitar gastar demasiado tiempo o esfuerzo en etapas tempranas. De igual manera se observó la importancia de tener un equipo multidisciplinario balanceado, es decir que se tenga algún miembro con conocimiento en cada área necesaria para el desarrollo del producto. En caso que el conocimiento o habilidad no se tenga, es necesario apoyarse en algún externo.

5. Conclusions

Application of MGIT case created a system for building facades of residential housing for the Mexican market.

It was decided that the product would be an incremental innovation, which would improve the issues that cause major problems in current facade systems. Incremental was chosen because radical innovations have a longer development period and the time did not allowed this type of innovation.

The point of greatest importance, and where major efforts were faced, was conceptual design. It is here where one should think about how to comply with innovation parameters. To achieve this different techniques were used such as Brainstorming and team meetings to get ideas of the specialty of each member of the team. Once agreed the conceptual design each member in his specialty work weekly to show progress and resolve problems and questions that arose as they advanced in product development.

The lessons learned during the implementation of MGIT were that the process helps to align efforts and manage resources used to avoid spending too much time or too much effort on early stages. Similarly, it was observed the importance of a multidisciplinary balanced team, ie it should have a member with knowledge in each required area for product development. If there is not the knowledge or ability, it is necessary to rely on somebody external.

6. Referencias / References

- Asociación de la Industria Navarra. (2008), *La gestión de la Innovación en 8 pasos*. Gobierno de Navarra. Navarra: ANAIN - Agencia Navarra de Innovación.
- Bertelsen S. (2004), *Lean Construction: Where are we and how to proceed?* *Lean Construction Journal*, 1(1), 46 - 69.
- Galindo R. (2008), *Innovación de Productos: Desarrollo, investigación y estrategias de mercado*. México: Trillas.
- García S. (2008), *Manual de Gestión de la Innovación Tecnológica en la Construcción*. Manual de Clase. Monterrey: ITESM Campus Monterrey.
- Gómez Jáuregui V. (2009), *Habidite: viviendas modulares industrializadas*. *Informes de la Construcción*, 61(513), 33-46.
- Goodrum P., Zhai D. y Yasi M. (2009), *Relationship between Changes in Material Technology and Construction Productivity*. *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(4), 278-287.
- I.A.A.R.C. (2010), *Quick Guide to Construction Automation and Robotics*. Recuperado el 12 de abril de 2010, de International Association for Automation and Robotics in Construction: <http://www.iaarc.org/frame/quick.htm>

- Lean Construction Institute (2008), *What is Lean Construction?* Recuperado el 09 de septiembre de 2010, de Lean Construction Institute: <http://www.leanconstruction.org/>
- Luna K. y González C. A. (2007), *Implementación de Sistemas de Calidad en la Industria de la Construcción: Hacia un modelo cualitativo de evaluación*. 3(1), 412 - 435.
- Quinteiro J., Lamas J., y Sandoval J. (2005), *Sistemas de Control para Viviendas y Edificios: Domótica*. Madrid: Thompson Paraninfo.
- Scantlebury S. y Lawton C. (2007), *Gaining a Seat at the Innovation Table*. Boston: The Boston Consulting Group.
- Schilling M. (2008), *Dirección Estratégica de la Innovación Tecnológica*. Madrid: Mc Graw- Hill.



Guía para los autores

1. Envío de artículos

Los artículos enviados a esta revista deberán ser originales y no haber sido publicados previamente ni estar en proceso de revisión por otra revista. Ellos pueden ser escritos en inglés o español y deberán ser enviados en versión electrónica en formato de procesador de texto. Los artículos se envían al Editor Dr. Mauricio López vía correo electrónico a ric@ing.puc.cl (preferido) o en CD vía correo postal a Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile, Vicuña Mackenna 4860, Casilla 306, Correo 22 6904411, Santiago Chile. Deberá incluirse en el envío la dirección postal y electrónica de todos los autores. Una vez que el artículo es recibido conforme a las guías de más abajo, éste será enviado a expertos en los temas específicos para su revisión. El Editor podrá requerir revisiones y correcciones antes de tomar una decisión final de aceptación o rechazo del artículo.

2. Formato de los artículos

El artículo deberá tener una extensión máxima de 5000 palabras, en papel tamaño carta y a espacio doble con un margen en el lado izquierdo de 3cm y de 2cm en los otros tres lados. La letra del texto debe ser Times New Roman 12. Los trabajos que no cumplan con el formato indicado, serán devueltos sin ser enviados al Comité Revisor.

2.1. Primera Página

Los artículos deberán tener una página de título con el nombre completo del o de los autores, su filiación y dirección completa para correspondencia, teléfono, fax y e-mail. El título y la filiación de los autores deben estar en castellano e inglés.

2.2. Resumen, abstract y palabras claves

El resumen no debe exceder las 250 palabras en su versión en español y debe resumir los aspectos claves del artículo y una síntesis de las aplicaciones y conclusiones más importantes que el artículo entrega. El abstract debe ser una traducción correcta del resumen al inglés. Se deben incluir cinco palabras claves tanto en español como en inglés.

2.3. Contenido del artículo

El artículo debe estar bien redactado y estructurado. La estructura del artículo debe incluir como mínimo las siguientes secciones: introducción, discusión y desarrollo, y conclusiones. La introducción debe establecer claramente el propósito del trabajo. La discusión y desarrollo deberá incluir los principales resultados y observaciones del trabajo, la metodología utilizada, etc. Las conclusiones deben ser relevantes para los lectores.

2.4. Referencias

Se usa el sistema Harvard para las referencias (www.ing.puc.cl/ric). Estas deben estar completas y correctas. En el texto, las referencias deben citarse como sigue: González (2001) o (Peralta y Molina, 1999). Para más de dos autores debe indicarse como (Martínez et al., 2000). Al final del artículo, las referencias deben agregarse en orden alfabético según el apellido del primer autor. Las referencias de un mismo autor de un mismo año deben diferenciarse usando 2000a, 2000b, etc. El estilo de las referencias debe seguir alguno de los esquemas siguientes:
Loforte, F. (2001) El sistema BOT: el caso portugués, *Revista Ingeniería de Construcción*, 16(2), 76-84.
Serpell, A. (2002) *Administración de Operaciones de Construcción*, Alfaomega, México.
Videla, C., Aguilar, C. (2001) Effects of Mix Design Parameters on Drying Shrinkage of Concrete, 2nd International Conference on Engineering Materials, Volumen II, 99 - 110, San José, California, USA, August.

2.5. Tablas y Fórmulas

Las tablas y fórmulas (ecuaciones) deberán ser numeradas secuencialmente en el mismo orden en que aparecen en el texto, con números arábigos y haciendo referencia a ellas como: tabla 1, tabla 2..., fórmula 1, fórmula 2.... etc., según corresponda. Estas deben ser introducidas dentro del texto en el mismo orden en que son referenciadas. En el caso de las tablas, el título debe colocarse en la parte superior y no deben duplicar los resultados presentados en gráficos. El sistema de unidades a emplear será el Sistema Internacional (SI).

2.6. Figuras

Las figuras pueden incluir gráficos, esquemas, diagramas y fotografías. Las figuras deben enviarse en una condición lista para su publicación, con calidad de impresión láser. Si son fotografías, deben ser de alta calidad. Deben numerarse en forma secuencial, en el mismo orden en que son referenciadas en el texto como: figura 1, figura 2, etc., y su título deberá colocarse en la parte inferior. Deberán ser incluidas dentro del texto según sean citadas y además, deben ser enviadas en hojas separadas y en CD, en el software original en que fueron creadas.

3. Impresiones

Cada autor recibirá dos ejemplares de la Revista donde se publicó su artículo, además de una copia de su publicación en formato pdf.

4. Opiniones expresadas en los artículos

Las opiniones vertidas en los artículos publicados en la Revista son de exclusividad responsabilidad del autor o autores de los mismos, y no reflejan necesariamente los puntos de vista del Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

5. Derechos de autor

El envío de un artículo a la Revista Ingeniería de Construcción implica que representa un trabajo original, no publicado previamente y no considerado para publicación en ninguna otra parte. Los autores deberán transferir el derecho de autor de sus artículos a la Editorial siempre y cuando el artículo sea aceptado para publicación, usando un formulario provisto por la Editorial. El derecho de autor cubre los derechos exclusivos para la reproducción y distribución del artículo, incluyendo re-impresiones, reproducciones fotográficas, microfilms, escaneo de documentos o cualquier reproducción de naturaleza similar así como traducciones. Permisos para usar figuras deben ser obtenidas por el autor en forma previa al envío del artículo.

Para mayor información sobre la Revista, visite nuestro sitio web: www.ricuc.cl