

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
Departamento de Ingeniería de la Construcción y
de Proyectos de Ingeniería Civil



DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE
GESTIÓN DE LA I+D+i PARA LAS EMPRESAS
CONSTRUCTORAS BASADO EN LA NORMA UNE 166002

TESIS DOCTORAL

Autor:
CHRISTIAN LUIS CORREA BECERRA

Dirigida por:
Dr. D. Eugenio Pellicer Armiñana
Dr. D. Víctor Yepes Piqueras

Valencia, Marzo de 2009

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
Departamento de Ingeniería de la Construcción y
de Proyectos de Ingeniería Civil

TESIS DOCTORAL

**“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN
DE LA I+D+i PARA LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS BASADO EN
LA NORMA UNE 166002”**

Presentada por: CHRISTIAN LUIS CORREA BECERRA

Para la obtención del

Grado de Doctor por la Universidad Politécnica de Valencia

Dirigida por: Dr. D. Eugenio Pellicer Armiñana

Dr. D. Víctor Yepes Piqueras

Valencia (España), 2009

A mi esposa e hijos

AGRADECIMIENTOS

La realización de una tesis doctoral es un trabajo arduo que no es posible sin la colaboración de muchas y muy diversas partes. A lo largo de todo su desarrollo he encontrado el apoyo y la colaboración de muchas personas a las que me gustaría expresar, desde estas páginas, mis más sinceros agradecimientos.

En el ámbito académico quiero dar las gracias a la dedicación prestada por mis directores de tesis, los doctores Eugenio Pellicer Armiñana y Víctor Yepes Piqueras. Gracias por la confianza depositada en mí y su continuo apoyo. Gracias por su compromiso, estímulos, y, en especial, por sus comentarios que han permitido orientar esta investigación en el camino correcto en los momentos de mayor incertidumbre.

Gracias también a mis compañeros del Grupo de Gestión del Proceso Proyecto-Construcción (ProCon) por el apoyo y ánimo que en todo momento he recibido de ellos.

También, mis agradecimientos a la dirección de la empresa, especialmente al Director del Departamento de I+D+i, por haber permitido y facilitado la realización del estudio, así como a todos con quienes trabajé en el diseño e implementación del sistema de I+D+i.

Por último no puedo olvidarme, de darles las gracias a mi esposa e hijos por su comprensión ante los momentos no dedicados; sin su soporte, comprensión y cariño no habría sido posible llegar hasta aquí.

RESUMEN DE LA TESIS

En los últimos años, el gobierno español ha impulsado diferentes iniciativas para aumentar la inversión en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) del tejido empresarial. Entre todas ellas destaca la nueva serie de normas UNE 166000 que busca sistematizar el proceso de gestión de la I+D+i dentro de la empresa. En concreto para el sector de la construcción, el Gobierno de España ha elaborado nuevas cláusulas administrativas para la contratación de obras y servicios. En ellas, se valora la implementación de innovaciones desarrolladas dentro de proyectos de I+D+i de la empresa, y que se encuentren debidamente justificadas según las normas UNE 166000. Esta variación en las condiciones del mercado de la construcción, introducido por su principal cliente, es un desafío enorme para un sector tradicionalmente poco innovador y para el cual no se tienen modelos claros del proceso de innovación. Así pues, se realizó una investigación para: en primer lugar, ayudar a la comprensión del problema de la innovación en el sector; en segundo lugar, resaltar aspectos claves de la gestión de la innovación en las empresas constructoras; y, finalmente, plantear recomendaciones para la implantación de sistemas de I+D+i en estas empresas. La estrategia utilizada para esta investigación es el estudio del caso, dado que cuando se inició la investigación el número de empresas certificadas por la norma UNE 166002 era insuficiente para llevar a cabo una estrategia de investigación cuantitativa.

Los resultados demuestran que la gestión de la I+D+i en las empresas constructoras españolas es un proceso que comienza con la detección de oportunidades para innovar desde los requerimientos y problemas de las partes interesadas (empleados, empresa, clientes, proveedores, entorno, etc.). La organización genera ideas innovadoras para aprovechar estas oportunidades. La dirección selecciona las mejores ideas para transformarlas en proyectos de I+D+i. La dirección organiza y provee los recursos necesarios para llevar a cabo con éxito estos proyectos. Sin embargo, es la unidad responsable de la I+D+i quien debe gestionar los recursos asignados a la innovación, administrar la cartera de proyectos de I+D+i e implantar exitosamente las innovaciones. Los resultados de los proyectos de innovación se aplican a las obras y a la empresa. Las innovaciones realizadas son evaluadas, mejoradas, aprendidas y transferidas a futuros proyectos. Así, los resultados del proceso de implantación y los nuevos requerimientos o problemas alimentan y reinician este ciclo continuo de innovación.

Las empresas constructoras españolas innovan principalmente en sus procesos internos. Además, la adopción de un sistema de gestión de la I+D+i obedece a la necesidad de mejorar su puntuación en las licitaciones públicas. La existencia de un sistema de gestión de la I+D+i obliga a las empresas constructoras a conocer mejor sus procesos internos y su entorno de negocio para detectar oportunidades de innovación, así como potenciar la gestión del conocimiento dentro de ella. Los resultados en I+D+i dependen de la participación activa de los jefes de obras y la colaboración con socios tecnológicos, como consultores, subcontratistas y proveedores especializados. Los principales beneficios conseguidos por el sistema de I+D+i son: aumento de la capacidad técnica de la empresa, mejora de la imagen pública y ventaja competitiva en las licitaciones públicas.

Palabras claves:

Conocimiento – Construcción – Estudio del Caso – Gestión – I+D+i – Innovación

RESUM DE LA TESI

En els últims anys, el govern espanyol ha impulsat diferents iniciatives per a augmentar la inversió en investigació, desenvolupament i innovació (I+D+i) del teixit empresarial. Entre totes elles destaca la nova sèrie de normes UNE 166000 que busca sistematitzar el procés de gestió de la I+D+i dins de l'empresa. En concret per al sector de la construcció, el Govern d'Espanya ha elaborat noves clàusules administratives per a la contractació d'obres i servicis. En elles, es valora la implementació d'innovacions desenvolupades dins de projectes d'I+D+i de l'empresa, i que es troben degudament justificades segons les normes UNE 166000. Esta variació en les condicions del mercat de la construcció, introduït pel seu principal client, és un desafiament molt gran per a un sector tradicionalment poc innovador i, per al qual no es tenen models clars del procés d'innovació. Així, es va realitzar una investigació per a: en primer lloc, ajudar a la comprensió del problema de l'innovació en el sector; en segon lloc, destacar aspectes claus de la gestió de l'innovació en les empreses constructores; i, finalment, plantejar recomanacions per a l'implementació de sistemes d'I+D+i en les empreses. L'estratègia utilitzada per a esta investigació és l'estudi del cas, donat que quan s'inicia l'investigació les empreses certificades per la norma UNE 166002 era poques per a dur a terme una investigació quantitativa.

Els resultats demostren que la gestió de la I+D+i en les empreses constructores espanyoles és un procés que comença amb la detecció d'oportunitats per a innovar des dels requeriments i problemes de les parts interessades (empleats, empresa, clients, proveïdors, entorn, etc.). L'organització genera idees innovadores per a aprofitar estes oportunitats. Les millors idees són seleccionades per la direcció per a transformar-se en projectes d'I+D+i. La direcció organitza i proveïx els recursos necessaris per a dur a terme amb èxit estos projectes. No obstant això, és la unitat responsable de la I+D+i qui ha de gestionar els recursos assignats a la innovació, administrar la cartera de projectes d'I+D+i i implementar exitosament les innovacions. Els resultats dels projectes d'innovació són aplicats a les obres i a l'empresa. Les innovacions implementades són avaluades, millorades, apreses i transferides a futurs projectes. Així, els resultats del procés d'implantació i els nous requeriments o problemes alimenten i reinicien este cicle continu d'innovació.

Les empreses constructores espanyoles innoven principalment en els seus processos interns. Així, l'adopció d'un sistema de gestió de la I+D+i obeeix a la necessitat de millorar la seua puntuació en les licitacions públiques. L'existència d'un sistema de gestió de la I+D+i obliga a les empreses constructores a conèixer millor els seus processos interns i el seu entorn de negoci per a detectar oportunitats d'innovació, així com potenciar la gestió del coneixement dins d'ella. Els resultats en I+D+i depén de la participació activa dels caps d'obres i la col·laboració amb socis tecnològics, com a consultors, subcontractistes i proveïdors especialitzats. Els principals beneficis aconseguits pel sistema d'I+D+i són: augment de la capacitat tècnica de l'empresa, millora de la imatge pública i increment competitiu en les licitacions públiques.

Paraules clau:

Coneixement – Construcció – Estudi del Cas – Gestió – I+D+i – Innovació

SUMMARY OF THE THESIS

In recent years, the Spanish Government impelled different initiatives to increase the investment in research, development and innovation (R&D&i) of the economy. Among these initiatives, the new series of standards UNE 166000 aims to systematize the management process of the R&D&i within the company. Specifically, for the construction sector, the Spanish Government elaborated new administrative clauses for the contracting of construction works and services. The implementation of innovation inside R&D&i projects of the company should be properly justified according to the standards UNE 166000. This variation in the construction market's conditions, introduced by its main client, is an enormous challenge for a traditionally little innovative sector, which doesn't have clear innovation process models. Therefore, an investigation was carried out: firstly, to help in the understanding of the problem of the innovation in the sector; secondly, to remark key aspects for the management of the innovation in the construction companies; and, finally, to outline recommendations for the implementation of R&D&i systems in these companies. The strategy used for the investigation is the case study; when the investigation started, the number of companies certified by the standard UNE 166002 was insufficient to carry out a quantitative investigation.

The results demonstrate that the management of R&D&i in the Spanish construction companies is a process that begins with the detection of opportunities to innovate from the requirements and problems of the interested stakeholders (employees, company, clients, suppliers, environment, etc.). The organization generates innovative ideas to take advantage of these opportunities. The best ideas are selected by the company managerial staff to become R&D&i projects. The managerial staff organizes and provides the necessary resources to carry out these projects successfully. However, it is the unit responsible for R&D&i who should negotiate the resources assigned to the innovation, administrate the budget of the R&D&i projects and implement the innovations successfully. The results of the innovation projects are applied in the construction works of the company. The implemented innovations are evaluated, improved, learned and transferred to future projects. This way, the results of the implementation process and the new requirements or problems feedback and restart this continuous cycle of innovation.

The Spanish construction companies innovate mainly in their internal processes. Therefore, the adoption of a R&D&i management system obeys to the necessity of improving its score in the public bids. The existence of a R&D&i management system forces the construction companies to know its internal processes and business environment to detect innovation opportunities, as well as to develop its own knowledge management. The results in R&D&i depend on the active participation of the construction site manager and the collaboration with technological partners, such as consultants, subcontractors and specialized suppliers. The benefits obtained by the R&D&i system are: the enhancement of the companies' technical capacity; the improvement of the companies' public image; and the increase of their competitiveness in public bids.

Keywords:

Knowledge – Construction – Case Study – Innovation – Management – R&D&i

ÍNDICE

PARTE I: INTRODUCCIÓN

0.	<i>Resumen ejecutivo</i>	1
1.	<i>Introducción</i>	11
1.1.	Antecedentes	11
1.2.	Enunciado del problema	12
1.3.	Planteamiento de la investigación	14
1.4.	Contenido	14
1.5.	Metodología de la investigación	16
1.6.	Fuentes bibliográficas	17

PARTE II: ESTADO DEL ARTE

2.	<i>Marco teórico de la innovación en las empresas</i>	21
2.1.	Introducción	21
2.2.	Gestión empresarial	23
2.3.	Competitividad	24
2.4.	Calidad y su gestión en la empresa	26
2.5.	Innovación y su gestión en la empresa	31
2.6.	Conocimiento y su gestión en la empresa	42
2.7.	Normalización	54
2.8.	Gestión del cambio organizativo	67
3.	<i>Contexto del sector de la construcción español</i>	83
3.1.	Introducción	83
3.2.	El sector de la construcción español y sus empresas	84
3.3.	La innovación en el sector de la construcción español	92
3.4.	Análisis de la I+D+i: encuesta de la construcción	102
4.	<i>Estado de la cuestión de la innovación en la construcción</i>	109
4.1.	Introducción	109
4.2.	Análisis de estado de la cuestión	110
4.3.	El concepto de innovación	118
4.4.	La gestión de la innovación en el sector de la construcción	123
4.5.	Factores determinantes en el desempeño de la I+D+i	133
4.6.	Modelos de I+D+i para empresas constructoras	140

PARTE III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

5.	<i>Metodología: estudio del caso</i>	147
5.1.	Introducción	147
5.2.	¿Que es un estudio del caso?	148
5.3.	Justificación de la elección de la empresa	148
5.4.	El proceso de investigación	150
5.5.	Calidad metodológica y científica del estudio de caso	161

PARTE IV: ANÁLISIS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

6.	<i>Unidad de análisis</i>	165
6.1	Introducción	165
6.2	La empresa	169
6.3	Análisis de la I+D+i en la empresa	178
6.4	Propuestas de líneas de actuación	182
6.5	Diseño e implementación del sistema de gestión de I+D+i	184
6.6	Salidas del sistema de I+D+i	205
6.7	Encuestas de validación del sistema de I+D+i	208
6.8	Listado de fuentes de información	213
7.	<i>Análisis de los datos, resultados y discusión</i>	217
7.1	Introducción	217
7.2	Análisis de los datos de la empresa	218
7.3	Resultados del análisis: proposiciones	230
7.4	Discusión de los resultados del caso del estudio	242
7.5	Validación e interpretación de los resultados	254
7.5	Apéndice: diagramas de argumentación	282
8.	<i>Conclusiones</i>	305
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	321
	BIBLIOGRAFÍA	329
	ANEXOS	341
A.1	Resumen de fichas de registro	341
A.2	Tabla resumen del proceso de agrupación	351
A.3	Tabla de registro	359
A.4	Cuestionarios de validación interna	393
A.5	Cuestionarios de validación externa	405
	LISTA DE FIGURAS	421
	LISTA DE TABLAS	427

RESUMEN EJECUTIVO

RESUMEN EJECUTIVO

La creciente competencia entre las empresas constructoras españolas unido al hecho de la caída de la demanda por la entrada en un periodo de recesión económica obliga a estas empresas a luchar por recursos cada vez más escasos y a ofrecer productos y servicios de mayor valor añadido a sus clientes. En este contexto, la dirección debe plantearse nuevas estrategias que incrementen la supervivencia de su empresa. A estas circunstancias se añade el reciente pliego de cláusulas administrativas para la contratación de obras del Ministerio de Fomento que valora específicamente la aplicación de la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i). En sus cláusulas se señala que: “se valorarán en particular la utilización en obra de tecnologías que hayan sido desarrolladas en el marco de proyecto 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”. Aportar proyectos de I+D+i certificados aumenta la puntuación en licitaciones públicas y, en consecuencia, las posibilidades de obtener nuevos contratos. De ahí el gran interés por conseguir un sistema de gestión de la I+D+i que genere proyectos certificables. Además, esta demanda es previsible que aumente en la medida que nuevos países introduzcan normas similares, como por ejemplo está ocurriendo en Portugal.

La normalización de la gestión de la innovación evidencia la ausencia del conocimiento necesario para guiar a los responsables de las constructoras en la creación de sistemas de gestión de la I+D+i certificables, eficientes y eficaces. La eficiencia en la elaboración de proyectos innovadores eleva las opciones en la adjudicación de contratos públicos y su eficacia mejora los resultados de la empresa en aras a su supervivencia.

La norma UNE 166002 fija los requisitos mínimos para la gestión de la I+D+i en cualquier empresa que quiera certificarse. Se basa en los principios metodológicos de la normas ISO 9001. Así pues, utiliza el ciclo “Planificar-Hacer-Verificar-Actuar” para estructurar el proceso de gestión de la innovación; obliga a formular políticas y objetivos de I+D+i; y exige la existencia de una unidad responsable y la elaboración de procedimientos específicos. Pero, ¿son estos requerimientos suficientes para desarrollar proyectos que contribuyan cumplir los objetivos de innovación de las empresas constructoras?.

Entre las dificultades que presenta el sector y sus empresas para innovar y sistematizar la I+D+i se encuentran: la heterogeneidad y fragmentación; la intervención de numerosas profesiones en sus procesos; el carácter único de los proyectos de construcción; la existencia de una fuerte dependencia con los ciclos económicos; y el uso de una mano de obra intensiva, de baja capacitación y con gran movilidad. Más aun, todas ellas crean un entorno distinto al de otros sectores económicos.

Por tanto, esta investigación se centra en la gestión de la I+D+i para responder a los interrogantes planteados. Se trata de esclarecer en qué medida los sistemas de I+D+i en las empresas constructoras deben considerar el proceso de innovación del sector, los requerimientos de la norma UNE 166002 y la idiosincrasia de la empresa. Asimismo, su implantación a largo plazo en los procesos internos requiere técnicas aportadas por la teoría del cambio. Este planteamiento permite establecer los objetivos principales de la tesis:

1. Identificar aquellos aspectos clave que definen un sistema de gestión de la innovación en las empresas constructoras, en especial de tamaño medio/grande (veáse el epígrafe 8.4, pp. 313-317).

2. Elaborar un modelo general de sistema para cualquier constructora que desee incorporar la gestión de la I+D+i en sus procesos (veáse la Figura 8.3. “Validación del modelo GIDI modificado”, p. 316).
3. Recomendar acciones que aumenten la probabilidad de éxito en la implantación del sistema de I+D+i en las prácticas habituales de la organización (veáse el epígrafe 7.4.3, p. 252).

La literatura es clara cuando afirma que la elección de la metodología empleada en la investigación depende del tipo hipótesis a contrastar, del control que se tenga sobre los sucesos a estudiar y del momento de ocurrencia de estos. El empleo de técnicas estadísticas no es apropiado en este caso dado que exigen que el número de individuos sea, al menos, el doble que las variables que interesa medir. De hecho, sólo había una constructora certificada al inicio de esta investigación, cuatro a 31 de diciembre de 2006, y ocho a 31 de diciembre de 2007. Fue necesario, por lo tanto, considerar otras estrategias de investigación. El estudio del caso aparece como la más adecuada para responder a los objetivos de este trabajo; es idónea para tratar una situación en la cual hay muchas más variables de interés que datos. Las preguntas fundamentales que se quieren esclarecer con esta metodología son las siguientes (veáse la Tabla 8.1, pp. 313-314):

1. ¿Porqué las empresas constructoras innovan?
2. ¿Qué aspectos son los más relevantes para la confección de un sistema de I+D+i?
3. ¿Cómo implantar un sistema de I+D+i en las empresas constructoras?

Para realizar el estudio del caso se buscó una constructora representativa de las empresas de tamaño intermedio-grande. La empresa seleccionada permitió que el estudio se llevara a cabo facilitando los datos necesarios y participando en la definición del sistema. La investigación contempló un período de 3 años: desde el 1 de Noviembre de 2005 hasta el 31 de Octubre de 2008.

Para sistematizar el proceso de la I+D+i en la constructora seleccionada para el caso se resume el marco teórico existente en un modelo explicativo de la gestión de la innovación que luego se utiliza para generar, implantar y certificar el sistema asociado. De esta manera, se determina si el modelo propuesto es suficiente para explicar las interrogantes planteados en la tesis, se elaboran proposiciones sobre la gestión de la I+D+i en las constructoras españolas y se identifican acciones para facilitar su implantación. Para ello, el proceso de investigación se desarrolló en tres etapas:

1. Elaboración del marco teórico del sistema: un estudio del estado del arte fundamentó la construcción del marco conceptual que permitiera plantear los principales aspectos de la gestión de la I+D+i en las empresas constructoras, ayudar en el diseño e implantación del sistema de gestión, facilitar el proceso de recolección y análisis de los datos del caso, y finalmente, generar las proposiciones explicativas del sistema.
2. Implantación del sistema: puesta en práctica del marco conceptual elaborado y su introducción en los procesos de la empresa. Durante este periodo, se recogieron los datos necesarios procedentes de diversas fuentes: observación participativa, documentación de la empresa y encuestas con personas claves dentro y fuera de la organización. De esta manera fue posible determinar múltiples evidencias de los hechos explicativos del fenómeno.
3. Elaboración de las proposiciones y su validación: se buscaron, evidencias decisivas que permitiesen confirmar las proposiciones planteadas desde el marco conceptual o, en su caso, construir nuevas. Para ello se trabajó con el programa ATLAS.ti, basado en el

análisis cualitativo de datos textuales. Finalmente, las proposiciones se validaron externamente a través de una encuesta a:

- a. Ocho directivos de la empresa constructora objeto de estudio.
- b. Nueve expertos de reconocido prestigio en el sector de la construcción español.
- c. Siete constructoras del total de ocho certificadas por la UNE 166002 a fecha de diciembre de 2007; la encuesta se completó con una entrevista dirigida de dos horas de duración aproximada.

El modelo elaborado (véase Figura 4.12, p. 143) para sistematizar la innovación a partir de la información recogida señala que las constructoras deberían captar ideas novedosas provenientes de diferentes fuentes de la organización. Las ideas se transforman en proyectos de I+D+i certificados o resultados de I+D+i a través del proceso de innovación establecido en el sistema. Este proceso debe vigilar y vincular a la constructora con su entorno, además de utilizar y potenciar sus capacidades organizativas. De este modo, los resultados de la I+D+i tienen un impacto positivo en la empresa, en general, y en las obras, en particular. También, se sugiere que el sistema debe elaborarse considerando las capacidades organizativas y el entorno de la constructora. Finalmente, los resultados son representados en el modelo (véase Figura 7.16, p. 277) para confirmar los aspectos claves de la gestión de la I+D+i detectados en la investigación.

Además, este modelo exige: una estrategia en innovación que guíe la I+D+i, una organización motivada, cualificada y liderada por la dirección, así como el apoyo de otros sistemas de gestión complementarios: calidad, conocimiento, vigilancia tecnológica y aprendizaje organizativo. También requiere la integración del sistema con los procesos de la empresa.

Veinte son las proposiciones que emergen fruto del análisis de los datos provenientes del proceso de diseño e implantación del sistema de I+D+i. Su validez es valorada externamente según tres niveles: Fuerte, Aceptable y Débil. Los resultados obtenidos son los que se reflejan a continuación (véase la Tabla 7.27, pp. 276 y 278):

- Fuerte:
 1. La principal fuente de innovación para las empresas constructoras proviene de los problemas técnicos que aparecen en la ejecución de una obra.
 2. Las empresas constructoras, cuando innovan, lo hacen fundamentalmente en los procesos.
 3. La participación de socios tecnológicos, como consultores, subcontratistas y proveedores facilita la innovación de las empresas constructoras.
 4. La adopción de un sistema de I+D+i mejora la capacidad técnica de una empresa constructora.
- Aceptable:
 5. Las empresas constructoras innovan, entre otras razones, para afrontar a los requerimientos de clientes cada vez más exigentes.
 6. La dirección impulsa proyectos de I+D+i para mejorar la competitividad de la empresa constructora.
 7. La implantación de un sistema de gestión de la I+D+i en las empresas obedece a la necesidad de generar una diferenciación positiva que valoren los clientes.
 8. La implantación de un sistema de gestión de la I+D+i mejora la gestión del conocimiento de una empresa constructora.
 9. Las empresas constructoras que adoptan un sistema de I+D+i conocen mejor su entorno externo.

10. El control de los procesos internos de una empresa constructora (producción y gestión fundamentalmente) constituye una fuente de información básica para la generación de ideas innovadoras.
 11. La existencia de un sistema de calidad certificado según la norma ISO 9001 facilita la implantación de un sistema de gestión de la I+D+i en las empresas constructoras.
 12. La existencia de un sistema de gestión de la I+D+i estimula la contratación de empresas especializadas que aporten valor al proceso innovador.
 13. La implicación activa del jefe de obra en el proceso innovador tiene un impacto significativo en los resultados de la I+D+i de una empresa constructora.
 14. La innovación en la construcción requiere de la participación de equipos multidisciplinares.
 15. La adopción de un sistema de I+D+i incrementa la competitividad de la empresa constructora.
 16. La certificación de un proyecto de innovación mejora los resultados de una obra.
 17. La innovación en la construcción se frena cuando los directivos de las empresas constructoras no la perciben como una estrategia competitiva.
 18. La priorización de los procesos productivos en las empresas constructoras dificultan la detección de oportunidades para la innovación.
- Débil:
 19. La adopción de un sistema de gestión de la I+D+i en una empresa constructora permite innovar siguiendo una estrategia previamente definida.
 - No existen evidencias en las entrevistas para validar:
 20. La teoría de gestión del cambio es válida para implantar un sistema de gestión de la I+D+i en una empresa constructora.

La interpretación de los resultados obtenidos de esta investigación plantea lo siguiente (véase el epígrafe 7.5, pp. 278-281):

- Los sistemas formales de I+D+i nacen como respuesta a los nuevas bases administrativas del Ministerio de Fomento. De este modo, responden a los requerimientos de su principal cliente.
- Las bases administrativas del Ministerio de Fomento, al evaluar el vínculo entre las innovaciones desarrolladas y los requerimientos técnicos de la obra licitada, alientan a las constructoras a priorizar la innovación en sus procesos productivos, especialmente, en las obras.
- Para innovar en sus procesos, las constructoras utilizan principalmente sus capacidades internas. La resolución de los problemas de las obras requiere la participación activa de los jefes de obra, que son piezas fundamentales a la hora de aportar ideas en I+D+i y en la implantación y evaluación de la innovación en la obra.
- La sistematización de la innovación permite a las constructoras identificar aquellas actividades de I+D+i de las que carecen de la experiencia, recursos o capacidad técnica necesarias. Así pues, se facilita la contratación o agrupación con socios tecnológicos que superan las deficiencias técnicas necesarias para innovar.
- La ejecución de los proyectos de I+D+i requiere la participación de equipos multidisciplinares formados por especialistas de la empresa, socios tecnológicos (consultores, subcontratistas y proveedores) y centros de investigación.
- Como consecuencia de la innovación, las constructoras mejoran su capacidad técnica. Además, se incrementa su valoración en licitaciones públicas y mejora su imagen externa.
- Las entrevistas sugieren que las constructoras no aplican, de momento, los principios del cambio organizativo en la implantación de sus sistemas, aunque realizan algunas fases del

proceso de cambio. Esta circunstancia limita la integración del sistema en los procesos habituales donde intervienen los empleados y el desarrollo de una cultura innovadora.

La gestión de la I+D+i en las constructoras es un proceso cíclico que comienza con la detección de oportunidades para innovar de los procesos productivos: en las obras y en la empresa. En el primer caso, los jefes de obras son la principal fuente de ideas para innovar y, en el segundo caso es la dirección, donde las mejores ideas son seleccionadas para transformarse en proyectos de I+D+i. La dirección organiza y provee los recursos necesarios para llevar a cabo con éxito estos proyectos. Sin embargo, es la unidad responsable de la I+D+i quien debe gestionar los recursos y administrar la cartera de proyectos. Los resultados de la innovación se aplican en las obras o en la empresa. Los clientes juegan un rol fundamental a nivel de obra, pues son los responsables de aceptar o rechazar la innovación. Las novedades desarrolladas son evaluadas, mejoradas, aprendidas y transferidas a futuros proyectos. Así, los resultados del proceso de implantación, los problemas en obra o en la empresa retroalimentan y reinician este ciclo.

Los requisitos de la norma UNE 166002 son insuficientes para asegurar que los productos del sistema de I+D+i tengan un impacto positivo en los resultados de las constructoras, dado que son incompletos en lo concerniente a la gestión del conocimiento. Resulta necesario integrar conceptos provenientes de la gestión de la calidad, del conocimiento, el aprendizaje organizativo y vigilancia tecnológica en un sistema coherente con la organización. Además, se requiere estudiar otros sistemas de I+D+i en las constructoras para confirmar la generalidad del modelo planteado en el estado del arte.

De los resultados se concluye que (véase el epígrafe 8.4, pp. 315-317):

1. La sistematización de la gestión del conocimiento y de la vigilancia tecnológica deben abordarse con la implantación de la I+D+i.
2. La innovación no se considera una herramienta de competitividad por los directivos. Se centran en innovar principalmente en procesos productivos. Por tanto, no contemplan todas las opciones para innovar (productos, procesos, organizativas y de mercadotecnia) y, en consecuencia, no aprovechan todo el potencial de la I+D+i.
3. La falta de conocimiento sobre de I+D+i en el sector obliga a comprometerse en la formación de todos los actores del proceso proyecto-construcción, especialmente los clientes y los organismos certificadores.

A la vista de los resultados obtenidos en este trabajo, se recomiendan especialmente dos líneas de investigación futuras (véase el epígrafe 8.6, p. 317):

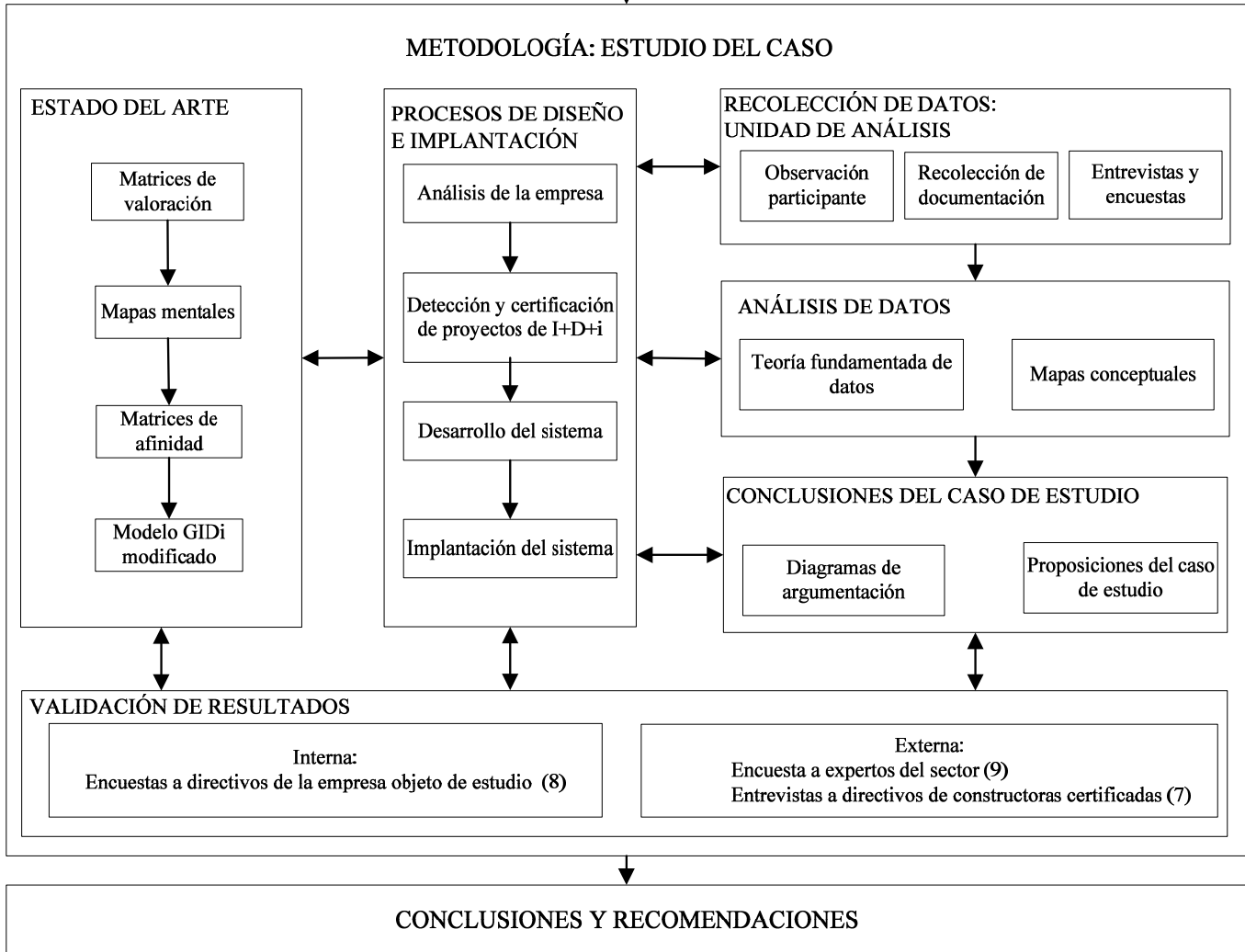
- La generalización del modelo propuesto mediante el análisis de múltiples casos de estudio.
- La gestión del conocimiento y su rol dentro del proceso innovador de la empresa.

Finalmente y en una apretada síntesis, conviene destacar el hecho de que este trabajo contribuye a entender la I+D+i en las empresas constructoras. Para ello, plantea un modelo de gestión de la I+D+i y un conjunto de proposiciones explicativas. Estas aportaciones se basan en resultados empíricos obtenidos de la aplicación del modelo a una constructora empleando la metodología del caso de estudio que han sido validados externamente mediante encuestas y entrevistas.

Como colofón del resumen ejecutivo, y para una mayor comprensión del trabajo realizado, se incluye en la página siguiente un esquema del proceso de investigación seguido en la tesis.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:
“La ausencia del conocimiento necesario para guiar a los responsables de las constructoras en la creación de sistemas de gestión de la I+D+i”

OBJETIVOS DE LA TESIS:
1. Identificar aquellos aspectos clave que definen un sistema de gestión de la innovación en las empresas constructoras, en especial de tamaño medio/grande
2. Elaborar un modelo general de sistema para cualquier constructora que desee incorporar la gestión de la I+D+i en sus procesos
3. Recomendar acciones para aumentar la probabilidad de éxito en la implantación del sistema de I+D+i en las prácticas habituales de la organización



REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN DE LA TESIS

INTRODUCCIÓN

1	INTRODUCCIÓN	11
1.1	ANTECEDENTES.....	11
1.2	ENUNCIADO DEL PROBLEMA	12
1.3	PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.3.1	Objeto.....	14
1.3.2	Objetivos.....	14
1.3.3	Alcance.....	14
1.4	CONTENIDO	15
1.5	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.6	FUENTES BIBLIOGRAFICAS	17

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La innovación es un concepto muy abierto, pudiéndose interpretar en general como la introducción de mejoras en procesos, productos o servicios. Normalmente, el concepto de innovación se utiliza para referirse a procesos de cambio tecnológico. En cualquier caso, la innovación puede considerarse como: “un proceso, que en ningún caso es involuntario sino por el contrario, sistemático e intencionado. Aquí juega un papel importante el grado de conexión de la empresa 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”¹. Por esto, resulta más oportuno definir la innovación como el proceso de adopción de un cambio no trivial, generado por el reconocimiento de una necesidad o problema interno o externo a la empresa, que desemboca en la creación o desarrollo de nuevos productos o procesos y que significan un aumento de su competitividad. En consecuencia, la innovación incluye “la explotación con éxito de las nuevas ideas (Innovación = Invento + Explotación)”² y el concepto de cambio³.

Innovar requiere la participación activa del empresario y del agente investigador. El empresario aporta su visión y acción para transformar en un éxito comercial la mejora desarrollada por el investigador. La innovación como resultado de un proceso eminentemente empresarial permite hacer algo que antes no era posible o, al menos, no tan bien o tan eficientemente. De esta forma, la innovación transforma los procesos operativos, productos y servicios para mejorar la eficiencia operativa de la organización, y cambiar el modo en que la empresa se relaciona con sus socios, proveedores y clientes. Así, la innovación modifica sustancialmente las estructuras de cualquier sector industrial y constituye un elemento clave para la competitividad de las empresas.

Actualmente, la mayoría de las empresas ven en la estrategia de costes su principal herramienta de competitividad. Para ellas, la rentabilidad está supeditada a ofrecer bienes o servicios de mayor valor para los clientes con respecto a los ofrecidos por sus competidores; de este modo podrán incrementar sus precios u ofrecer bienes y servicios similares a los ofertados por la competencia, pero a precios inferiores. Sin embargo, el reconocimiento de un entorno turbulento ha llevado a las empresas a reformular la estrategia competitiva. Actualmente la clave está en ser diferente, concepto distinto al de eficacia operativa en que se fundamenta la estrategia de costes. Concentrarse en la mejora de la eficacia operativa cuando los competidores están reinventando la industria es muy arriesgado. Además, resulta difícil que las estrategias basadas en coste sean sostenibles en un mundo inmerso dentro de un creciente proceso de globalización, especialmente, cuando la normalización y estandarización de productos y servicios hace fácil la copia por parte de los competidores. De esta forma la innovación se transforma en un elemento importante de la competitividad empresarial.

¹ Molina H. (1995) “La innovación tecnológica y sus implicaciones estratégicas empresariales: un enfoque descriptivo”. Institut de Cultura Juan Gil-Albert, Valencia.

² Escorsa P., Valls J. (2003) “Tecnología e innovación en la empresa”. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

³ Muñoz-Seca B., Riverola J. (2003) “Del buen pensar y mejor hacer: mejora permanente y gestión del conocimiento”. Ed. McGraw-Hill, Madrid.

Porter⁴ es rotundo al afirmar que la competitividad de una nación depende de la capacidad de su industria para innovar y mejorar, y que las empresas consiguen ventajas competitivas mediante la innovación. También es explícito el Libro Verde de la Innovación, publicado por la Comisión Europea en diciembre de 1995, el cual señala⁵: “el crecimiento, el mantenimiento del empleo y la competitividad pasan inevitablemente por la innovación”. La innovación “es la fuerza motriz que impulsa a las empresas hacia objetivos ambiciosos a largo plazo y la que conduce a la renovación de las estructuras industriales y a la aparición de nuevos sectores de actividad económica”⁶. Así, “la innovación y los procesos innovadores actualmente es uno de los principales factores que determinan las ventajas comparativas de las economías industriales avanzadas”⁷.

La situación de la Unión Europea en materia de innovación es insatisfactoria en relación con su nivel científico. Se plantea la necesidad de elaborar un sistema de innovación rentable en las empresas y se menciona la paradoja europea, en la cual, “a pesar de la existencia de sectores donde los resultados científicos y tecnológicos son comparables, o superiores a los principales competidores – EEUU y Japón – los resultados industriales y comerciales son inferiores o están en declive”⁸. Aún más, España presenta un considerable retraso con la Unión Europea en materia de I+D+i tanto en inversión total sobre el PIB como a la participación empresarial en la financiación de esta inversión.

Por todo lo anterior, la supervivencia y el aumento de la competitividad de las empresas españolas justifica la innovación. En este contexto, el gobierno español ha impulsado el programa Ingenio 2010 buscando aumentar la inversión en Investigación + Desarrollo + innovación (I+D+i) del tejido empresarial. Recientemente, la serie de normas UNE 166000⁹ ha sido publicada para impulsar la innovación. Con estas normas, se pretende estandarizar las actividades de I+D+i con el objetivo de sistematizar y homogeneizar criterios en dichas actividades, fomentar la transferencia de tecnológica y obtener una herramienta que permita a la administración pública valorar proyectos de I+D+i. Se busca con esta norma una herramienta para que las empresas certificadas con la ISO 9001 cambien su actitud pasiva, cuyo único objetivo es la obtención de la certificación, hacia una actitud más activa y centrada en la mejora continua de sus procesos por medio de las actividades de I+D+i.

1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

El sector de la construcción es conocido como poco innovador¹⁰. La construcción española ocupa el quinto lugar en producción en la Unión Europea - muy cerca del Reino Unido, Francia o Italia - y sus grandes empresas han ganado excelentes contratos en Europa y América¹¹. Sin embargo, sus directivos no consideran la innovación como un elemento clave de competitividad y sobre todo, carecen de un movimiento innovador fuerte, como en

⁴ Porter M. (1990) “The competitive advantage of nations”. Free Press, Nueva York.

⁵ Comisión Europea (1995) “Libro verde de la innovación”. Comisión Europea, Bruselas.

⁶ Comisión Europea (1995) “Libro verde de la innovación”. Comisión Europea, Bruselas.

⁷ Molina H. (1995) “La innovación tecnológica y sus implicaciones estratégicas empresariales: un enfoque descriptivo”. Institut de Cultura Juan Gil-Albert, Valencia.

⁸ Comisión Europea (1995) “Libro verde de la innovación”. Comisión Europea, Bruselas.

⁹ AENOR (2006) “UNE 166000:2006 Gestión de la I+D+i: Terminología y definiciones de las actividades de I+D+i”. Ediciones AENOR, Madrid.

¹⁰ Yepes V., Pellicer E., Correa Ch. (2006) “Standardizing the innovation in the Spanish construction industry”. X Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, 13-15 de Septiembre, Valencia.

¹¹ SEOPAN (2007) “Construcción: informe anual 2006”. Ed ANCOP, Madrid.

Inglaterra en la década pasada (ver informes de Egan¹², Latham¹³ y el “Movimiento por la Innovación”¹⁴). De hecho, el sector español solo invierte en investigación y desarrollo (I+D) la décima parte de la media europea¹⁵. Las empresas constructoras solo dedican a I+D+i el 0,122%, sobre las ventas, esfuerzo muy inferior al medio del sector en Europa que está en torno al 1%¹⁶. Eso sin contar con que Europa está por detrás de Japón en donde las cinco mayores compañías dedican anualmente a la I+D+i aproximadamente el 1,3% de su facturación¹⁷.

Para mejorar esta situación el sector de la construcción español ha emprendido diversas iniciativas. Entre ellas destaca la Plataforma Española de la Construcción para la Innovación Tecnológica¹⁸, cuyo objetivo es la integración de los agentes involucrados en el proceso proyecto-construcción y la propagación de las iniciativas. Entre las ayudas por parte del Estado se encuentran las desgravaciones fiscales, que pueden llegar a suponer entre un 30% y un 70% del gasto correspondiente¹⁹ y el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2007-2011. Con todo, el nuevo pliego de cláusulas administrativas para la contratación de obras del Ministerio de Fomento, por el sistema de concurso, ha tenido un impacto mayor para incentivar a las empresas constructoras. Estas cláusulas incorporan en la evaluación de ofertas técnicas una quinta variable sobre tecnología e I+D+i “que puede llegar a suponer entre el 10% y el 25% de la puntuación total, según la importancia tecnológica 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 proyecto 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”.

Lo anterior, refleja claramente que la I+D+i constituye un factor prioritario para la administración pública, siendo determinante para la competitividad y la permanencia de las empresas constructoras en el mercado. Por tanto, las empresas tienen la necesidad de implementar, en el corto y medio plazo, sistemas de gestión que permitan desarrollar proyectos de I+D+i certificables. Asimismo, dicho sistema debe ser integrado con los sistemas de gestión existentes en la empresa, como por ejemplo el de calidad o el de medioambiente.

El desarrollo e implemento de un sistema de I+D+i en las empresas constructoras requiere vencer las dificultades impuestas por las características propias del sector. Se oponen al desarrollo de un proceso sistemático de innovación aspectos como la heterogeneidad y fragmentación del sector, la intervención de numerosas profesiones, el carácter único de la mayoría de los proyectos de construcción, la dependencia de los ciclos económicos y el uso

¹² Egan J. (1998) “Re-thinking construction”. Report of Construction Task Force on the Scope for Improving the Quality and Efficiency of UK Construction, DETR. Consultado el 30 de Mayo de 2006, en <http://www.constructingexcellence.org.uk/>.

¹³ Latham M. (1994) “Constructing the team”. Joint Review of Procurement and Contractual Arrangements in the UK Construction Industry: Final Report, HMSO, Londres.

¹⁴ <http://www.constructingexcellence.org.uk/>.

¹⁵ Villar-Mir J. (2001) “I+D+i en el sector de la construcción”. Revista de Obras Públicas, 3409, pp 7-29.

¹⁶ Villar-Mir J. (2001) “I+D+i en el sector de la construcción”. Revista de Obras Públicas, 3409, pp 7-29.

¹⁷ Villar-Mir J. (2001) “I+D+i en el sector de la construcción”. Revista de Obras Públicas, 3409, pp 7-29.

¹⁸ <http://www.construccion2030.org>.

¹⁹ García, A. (2005) “Fomento de la I+D+i”. Revista Rutas, 111, p. 3.

de mano de obra intensiva, de baja capacitación y con gran movilidad²⁰. Otra dificultad añadida es que la inversión en I+D no garantiza la innovación para la empresa²¹.

Todo ello justifica la investigación del proceso de innovación en el sector de la construcción para facilitar la creación y el desarrollo del sistemas de gestión de la I+D+i que lleven a cabo proyectos innovadores. Se pretende averiguar si la certificación de los proyectos y del sistema de gestión de la I+D+i incrementan la competitividad de las empresas.

Planteamos como hipótesis de trabajo que la innovación es una solución creativa a los problemas técnicos de las obras o necesidades de los clientes. Además, esta requiere un ciclo que permita la detección de las oportunidades de cambio, la generación de proyectos innovadores, el aprendizaje organizativo y la “memorización” de las soluciones para proyectos similares. Para ello, se integran conceptos provenientes de la gestión de la calidad, la gestión del conocimiento, el aprendizaje organizativo y la vigilancia tecnológica en un sistema coherente con la indiosincracia de la empresa constructora.

1.3 PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objeto

El objeto del trabajo es la gestión de la I+D+i en las empresas constructoras españolas.

1.3.2 Objetivos

Los principales objetivos perseguidos por este trabajo son los siguientes:

1. Analizar el estado del conocimiento de la gestión de la innovación aplicada al sector de la construcción.
2. Proponer el estudio de caso como una estrategia de investigación para la gestión de la innovación en el sector de la construcción.
3. Establecer los aspectos claves a contemplar en el diseño e implemento de un sistema de gestión de la innovación en las empresas constructoras.
4. Diseñar e implantar un sistema de gestión de la I+D+i certificable por la UNE 166002 en una empresa constructora.
5. Plantear proposiciones que orienten y faciliten el diseño e implantación de un sistema de I+D+i en las empresas constructoras.

1.3.3 Alcance

El alcance del trabajo se limita a aquellas empresas constructoras españolas que incorporen un sistema de gestión de la I+D+i en sus procesos de negocio.

²⁰ Villar-Mir J. (2001) “I+D+i en el sector de la construcción”. Revista de Obras Públicas, 3409, pp 7-29.

²¹ Dulaimi, M. (1995) “The challenge of innovation in construction”. Building Research and Information, 23 (2), pp. 106-109.

1.4 CONTENIDO

El presente trabajo se estructura en cuatro partes fundamentales: introducción, estado del arte, metodología y, finalmente, análisis, discusión y conclusiones. Todo ello se plasma en ocho capítulos:

1. Introducción.
2. Marco teórico de la innovación en las empresas.
3. Contexto del sector de la construcción español.
4. Estado de la cuestión de la innovación en la construcción.
5. Metodología: estudio del caso.
6. Unidad de análisis.
7. Análisis de los datos, resultados y discusión.
8. Conclusiones.

En la INTRODUCCION se incluyen seis epígrafes: antecedentes; enunciado del problema; planteamiento de la investigación (incluye el objeto, los objetivos y el alcance de la investigación); contenido resumido del trabajo; la metodología de investigación; y las fuentes bibliográficas.

El CAPITULO 2 contiene el marco teórico, que presenta un modelo preliminar que permite sintetizar y comprender la innovación y su rol como herramienta de competitividad de la empresa. El capítulo se divide en varios epígrafes que explican los principales aspectos del modelo planteado: gestión empresarial y disciplinas relacionadas con ella (gestión de la calidad, gestión del conocimiento y gestión de la innovación). También se exponen los principios de la teoría de gestión del cambio, dado que la implantación del sistema de I+D+i en la empresa implica modificar la estrategia de negocio, la integración del proceso de innovación con los existentes y un cambio de los procedimientos de trabajo.

El CAPITULO 3 profundiza en el sector de la construcción en España. Para ello, se analiza el proceso proyecto-construcción en general, y las empresas constructoras en particular, para descubrir la situación actual en I+D+i y precisar las características del proceso de innovación en el sector de la construcción español.

El CAPITULO 4 incluye el estado actual del conocimiento sobre el proceso de innovación en la construcción. Cada epígrafe se desarrolla a partir de los resultados obtenidos del análisis bibliográfico realizado con el uso de mapas mentales y matrices de afinidad. Así pues, se presenta los factores más determinantes en la gestión de la I+D+i de las empresas constructoras.

El CAPITULO 5 propone y justifica el estudio de caso como estrategia de investigación de la innovación en el sector de la construcción, principalmente porque en la actualidad el número de empresas certificadas por la norma UNE 166002 es insuficiente para llevar a cabo una estrategia de investigación cuantitativa. Así pues, se detalla el proceso de investigación realizado para recolectar, registrar, analizar los datos del caso de estudio y, posteriormente, extraer y validar las proposiciones.

El CAPITULO 6 muestra la unidad de análisis del caso de estudio. La unidad de análisis corresponde al área de construcción de una empresa de tamaño medio. Para mantener la confidencialidad, el nombre así como algunos datos cualitativos han sido alterados. Esta empresa fue asesorada por investigadores de la UPV para mejorar su rendimiento en I+D+i,

desarrollar un sistema de I+D+i e implantarlo, para finalmente certificarlo por la norma UNE 166002. Así pues, a lo largo de este capítulo: se describe la empresa; se expone su situación en I+D+i; se revelan las actuaciones propuestas a la alta dirección; se explica el sistema de I+D+i, así como el proceso de implantación seguido; y se comentan las salidas del sistema de I+D+i. Para terminar, se resumen los resultados de las encuestas internas realizadas durante todo el período de la investigación.

El CAPITULO 7 describe y ejemplifica el proceso utilizado para el análisis de los datos de la empresa. Este proceso considera las etapas de: recolección y registro de las fuentes de información de la empresa en una base documental; extracción y análisis de los datos según la teoría fundamentada de datos; construcción de las proposiciones de esta tesis con diagramas de argumentación; finalmente, la validación mediante encuestas y entrevistas externas que permitan generalizar los resultados.

El CAPITULO 8 expone las conclusiones capitulares y generales de esta tesis. Se resumen las proposiciones planteadas y su grado de validación. Finalmente, se incluyen las propuestas y las futuras líneas de investigación.

1.5 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.

La metodología utilizada para llevar a cabo esta investigación consta de seis etapas:

1. **Estudio del estado del arte:** Se pretende construir el marco conceptual necesario para: plantear el problema; generar las hipótesis o proposiciones que explican el fenómeno en estudio; guiar la investigación; y generar modelos explicativos preliminares del fenómeno. Para ello, se realizaron las siguientes actividades: a) recopilación de la documentación; b) registro y almacenamiento de la información; c) análisis, clasificación y selección de la información; d) codificación de la información relevante; e) elaboración de modelos de innovación.
2. **Recolección de datos:** La recogida de la información necesaria para el estudio de caso utiliza diversas fuentes. Entre ellas, las fundamentales corresponden a la observación participativa, la documentación de la empresa y las encuestas y entrevistas a personas claves dentro y fuera de la organización.
3. **Análisis de datos:** Se utiliza principalmente la técnica de análisis de datos denominada “pattern-matching”²². Esta técnica consiste en la búsqueda de evidencias decisivas en el estudio de caso que permitan confirmar las explicaciones o proposiciones planteadas al problema en estudio y que excluyan explicaciones alternativas. Para realizar esta tarea, se emplea el programa ATLAS.ti basado en el procedimiento de análisis de datos cualitativos denominado “teoría fundamentada de los datos”.
4. **Resultados del estudio del caso:** Las conclusiones finales del estudio son consecuencia de la validación interna y externa de las proposiciones del estudio. Ello se realiza en dos etapas: a) conclusiones del “caso único” (validación interna); y b) generalización de los resultados del caso de estudio (validez externa). Finalmente, se relaciona las proposiciones del estudio con una teoría o conjunto de ellas; además, se utilizan estas conclusiones para construir modelos explicativos.
5. **Conclusiones y recomendaciones:** Como resultado final de la investigación se presentan las conclusiones y recomendaciones originadas de los procesos previos. Se pretende que sirva de soporte para el desarrollo de sistemas de I+D+i en empresas constructoras enmarcados dentro de los requisitos fijados por la serie de normas UNE 166000.

²² Yin R. (2003) “Case study research: design and methods”. Sage Publications, Londres.

1.6 FUENTES BIBLIOGRAFICAS

Para esta investigación se utilizaron las siguientes fuentes bibliográficas:

1. Biblioteca General de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV).
2. Polibuscador: Es el portal de consulta de los recursos electrónicos de la Biblioteca de la UPV²³.
3. Base de Datos TESEO²⁴: Agrupa las tesis doctorales españolas.
4. Aplicación informática “Reference Manager”: Permite almacenar la información encontrada.
5. Bases de datos del ISBN²⁵: Información bibliográfica de libros editados en España.
6. COTEC: Fundación para la Innovación Tecnológica²⁶.
7. Base de Datos de la American Society of Civil Engineers²⁷.

Con el fin de obtener un completo estado del arte del proceso de innovación en el sector de la construcción, se comenzó con una búsqueda en Internet de artículos a través de la base de datos y revistas electrónicas utilizando las siguientes palabras claves: “Innovation”, “Knowledge” y “Construction”. Adicionalmente se buscaron libros en la base del ISBN y en la biblioteca general de la UPV sobre innovación, gestión del conocimiento y calidad.

La mayoría de los artículos científicos se obtuvieron del Polibuscador o directamente por el servicio de préstamo interbibliotecario de la Universidad Politécnica de Valencia. Para cada uno de los artículos se analizó la referencia de citas bibliográficas, lo cual significó el inicio de un ciclo de búsqueda iterativo. De la base de datos TESEO se obtuvieron tesis relacionadas directamente con el tema en estudio.

La bibliografía se clasifica en seis grupos:

1. **Libros:** Aquellos en los cuales se basa este trabajo, especialmente en su marco teórico, y que son de interés para ampliar información.
2. **Publicaciones periódicas:** Corresponde aquellos que se relacionan con el objeto de trabajo y están en la bibliografía. Para cada uno de estos artículos se completó una ficha bibliográfica, que se explica y adjunta en el epígrafe 4.2.
3. **Tesis y DEAs:** Son trabajos de investigación académica de diferentes universidades que aportaron información sobre el marco teórico y, en especial, sobre el procedimiento de investigación elegido para esta investigación.
4. **Normas:** Aquellas relacionadas principalmente con la innovación y temas afines como calidad y medioambiente. Las normas asociadas directamente a la innovación son: UNE 166000 “Gestión de la I+D+”; BS 7000-1:1999 “Design management system”; y prNP 4456 “Gestão da investigação, desenvolvimento e inovação (IDI)”.
5. **Informe:** Documentos relacionados con el rendimiento en I+D+i del sector de la construcción. Estos informes pertenecen principalmente a la fundación COTEC, SEOPAN, Comisión Europea, etc.
6. **Direcciones de internet:** Son las páginas “Web” consultadas y referenciadas a lo largo de esta tesis. Normalmente, de ellas se obtienen datos estadísticos y de interés general.

²³ <http://metalib.upv.es>.

²⁴ www.mcu.es/TESEO/.

²⁵ www.mcu.es/bases/spa/isbn/ISBN.html.

²⁶ www.cotec.es.

²⁷ www.pubs.asce.org/cedbsrch.html.

MARCO TEÓRICO
de la innovación en las empresas

2	MARCO TEÓRICO DE LA INNOVACIÓN EN LAS EMPRESAS	21
2.1	INTRODUCCIÓN	21
2.2	GESTIÓN EMPRESARIAL	23
2.3	COMPETITIVIDAD	24
2.4	CALIDAD Y SU GESTIÓN EN LA EMPRESA	26
2.4.1	Planes de mejora de la calidad	27
2.4.2	Sistemas de gestión de la calidad	29
2.5	INNOVACIÓN Y SU GESTIÓN EN LA EMPRESA	31
2.5.1	Fuerzas para innovar	32
2.5.2	Tipología de la innovación	33
2.5.3	El proceso de innovación	35
2.5.4	Innovación tecnológica en las empresas	40
2.5.5	Gestión de la innovación	41
2.6	CONOCIMIENTO Y SU GESTIÓN EN LA EMPRESA	42
2.6.1	Problemas y conocimiento	44
2.6.2	El ciclo de creación de conocimiento en las organizaciones	45
2.6.3	La gestión del conocimiento	48
2.6.4	El aprendizaje organizativo	51
2.7	NORMALIZACIÓN	54
2.7.1	Definición	55
2.7.2	Certificación	56
2.7.3	Normas de calidad e innovación	56
2.8	GESTIÓN DEL CAMBIO ORGANIZATIVO	67
2.8.1	El cambio organizativo	67
2.8.2	Los orígenes del cambio	70
2.8.3	Obstáculos para la implantación del cambio	74
2.8.4	El proceso de implantación del cambio	77
2.8.5	Modelo para la implantación del cambio	79

2 MARCO TEÓRICO DE LA INNOVACIÓN EN LAS EMPRESAS

2.1 INTRODUCCIÓN

El punto de partida de la investigación se basa en comprobar cómo la gestión de la calidad y de la innovación son elementos clave en la competitividad de las empresas (ver Figura 2.1). La competitividad de las empresas dependerá del trabajo conjunto de la calidad y la innovación, enmarcadas dentro de sus propios sistemas de gestión. La calidad y su mejora continua busca maximizar la competitividad de las empresas a través del perfeccionamiento de los productos, los servicios y las personas. La innovación incrementa la competitividad al producir un salto tecnológico en los procesos, productos y servicios mejorando radicalmente los resultados de la empresa. El conocimiento y su aprendizaje permiten vincular y aplicar los resultados de proceso de mejora continua e innovación al sistema general de gestión empresarial. De esta forma, la gestión del conocimiento y su sistema, incluyendo el aprendizaje, se transforma en el nexo entre la calidad, la innovación y la gestión empresarial con el objetivo último de incrementar la competitividad de la empresa.

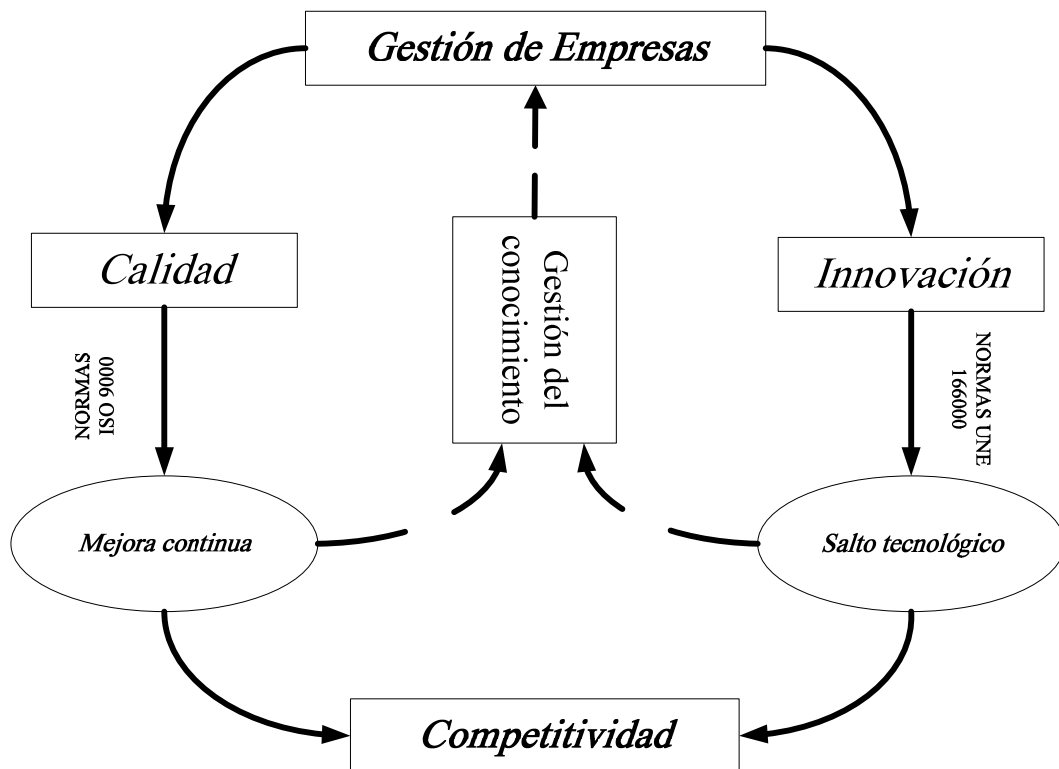


Figura 2.1. Modelo de competitividad en la empresas²⁸

La calidad se define por la norma ISO 9000:2000 como “el grado en que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”. Innovación, según la norma UNE 166000, es la “actividad cuyo resultado es la obtención de nuevos productos o procesos, o mejoras sustancialmente significativas a las existentes”. Conocimiento es la capacidad para resolver un determinado conjunto de problemas. El aprendizaje modifica el comportamiento

²⁸ Pellicer E., Yepes V., Correa Ch. (2008) “Enhancing R&D&I through standardization and certification: the case of Spanish construction industry”. Revista Ingeniería de Construcción, 23 (2), pp. 112-119.

de los individuos dentro de la organización para reflejar las nuevas y mejores prácticas. La normalización transforma en rutinas las actividades asociadas a cada uno de ellos. Finalmente, no debemos olvidar que la implantación de un sistema de gestión de la innovación requiere un cambio en la manera de hacer las cosas; este cambio debe ser gestionado por la dirección y, por lo tanto, debe hacer uso de las teorías y técnicas de la gestión del cambio organizativo para alcanzar el éxito, entendido como el uso habitual y permanente de este cambio por parte de los empleados.

Una clave para la incorporación de los procesos asociados a la calidad, la innovación y la gestión del conocimiento a los procesos empresariales existentes es la normalización de estos nuevos procesos. La normalización permite transformar en rutinas actividades que no lo eran. De esta manera, identificando las actividades y sus interacciones es posible construir sistemas de gestión integrados con los procesos de la empresa. Las normas UNE 166000 proporcionan herramientas para que las empresas normalizen, planifiquen, midan y mejoren el proceso de innovación, en general, y cada una de sus actividades, en particular.

Los cambios responden a un entorno cada vez más competitivo, en el cual, las empresas se preguntan cómo obtener mayores beneficios, cómo ser diferente y mejor; cómo asegurar una organización flexible y dinámica. La respuesta puede ser la creación de una estrategia organizativa novedosa. Sin embargo, es evidente que existe una clara relación entre la estrategia organizativa, sus procesos y los resultados obtenidos. Un elemento clave para la implantación de estrategias es que la organización sea dinámica, y que a la vez sea ágil para adaptar su gestión a las necesidades cambiantes.

La estrategia será posicionar a la organización para que alcance una ventaja competitiva sostenible. Esto significa considerar las opciones sobre cuáles son las industrias en las que queremos participar, cuáles son los productos y servicios que deseamos ofrecer y cómo asignar los recursos corporativos para lograr esa ventaja. Su meta fundamental es crear valor para los accionistas y las demás partes interesadas brindando valor al cliente. Para formular una estrategia sólida, hace falta tanto un análisis como una síntesis y, por lo tanto, es un acto racional y creativo a la vez. Las estrategias sólidas están arraigadas en la comprensión profunda de qué valoran los clientes actuales y potenciales, cómo se desarrollan los mercados, cómo opera la competencia y cómo habrán de cambiar esos elementos.

En conclusión, la gestión de la calidad, la gestión de la innovación y la gestión del conocimiento son las disciplinas que pueden contribuir a que las empresas cumplan con sus objetivos, mejoren su competitividad y, en consecuencia, deben contemplarse en una estrategia competitiva. La calidad permite aumentar la competitividad por medio de la mejora continua de las actividades, con el fin de minimizar los costes. La gestión de la innovación permite abordar lo que antes no era posible o al menos, no tan bien o eficientemente. La gestión del conocimiento permite a la organización determinar las mejores prácticas, documentarlas e introducirlas eficaz y eficientemente en sus procesos. La introducción de estos sistemas de gestión a los procesos generales de las empresas requiere de la normalización. La normalización permite identificar y rutinizar cada una de las actividades pertenecientes a estos sistemas. Es por ello que, reconocida la importancia de estos sistemas de gestión para la competitividad de las empresas, actualmente se están impulsando procesos de normalización para cada una de ellas.

2.2 *GESTIÓN EMPRESARIAL*

Las empresas son organizaciones de capital y trabajo destinadas, bajo la coordinación del empresario, a la producción o intermediación de bienes y servicios aptos para el mercado con el fin de obtener beneficios²⁹. Actualmente todas las empresas se deben enfrentar a una incuestionable e imparable tendencia hacia la globalización de la economía. Esto ha significado una competencia global, un aumento del número de competidores, el incremento de la presión sobre los mercados, la sofisticación de la demanda, etc. Es decir, un número mayor de empresas compiten por un número mayor de consumidores. Esta circunstancia ha forzado a las organizaciones a redefinir sus metas y objetivos tradicionales. En lugar de aspirar a producir más al menor coste, ahora se pretende mejorar lo existente o sustituirlo por algo completamente distinto y más atractivo por su utilidad o accesibilidad. Sin embargo, el objetivo último sigue siendo generar beneficios. Asimismo, la existencia de un entorno turbulento está afectando todas las relaciones de la empresa con el exterior; han visto como se intensifica la competencia y se hace necesario planificar más rápidamente y a más corto plazo.

Fayol³⁰ distingue seis tipos de operaciones empresariales. Entre ellas, la gestión o administración que debe “trazar el programa general de acción de la empresa, de constituir el cuerpo social, de coordinar los esfuerzos, de armonizar los actos”. La gestión pretende que las personas actúen como un equipo tras la conquista de las metas de la organización. Para alcanzar estos objetivos la empresa debe desarrollar cinco funciones administrativas:

1. **Prever:** escrutar el provenir y trazar el programa de acción. Está representado por la actividad de planificar, es decir, formular planes y programas.
2. **Organizar:** constituir el doble organismo, material y social, de la empresa.
3. **Dirigir:** hacer funcionar el cuerpo social de la empresa, las personas que constituye la organización.
4. **Coordinar:** vincular, unir y armonizar todos los actos y esfuerzos.
5. **Controlar:** velar porque todo suceda conforme a las reglas establecidas y a las órdenes dadas.

La gerencia constituye un elemento clave en la búsqueda de la eficiencia. Una buena dirección decide, coordina y controla los procesos productivos, lo que permite que las empresas actúen como un sistema encaminado a cumplir eficientemente los objetivos. Cada uno de los objetivos requiere la toma de decisiones a partir de la información y los recursos disponibles. Existen distintos tipos de decisiones empresariales: estratégicas, tácticas y operativas. Las primeras normalmente implican asignación de recursos importantes con impacto a largo plazo sobre el conjunto de la organización. Mediante este tipo de decisiones las empresas buscan la adaptación al entorno en las mejores condiciones posibles. La competitividad a largo plazo depende de la elaboración, por parte de la dirección, de estrategias competitivas y sostenibles. Las segundas se encuadran en otro nivel; su objetivo es movilizar recursos de la organización para desarrollar las decisiones estratégicas. Las decisiones operativas se caracterizan por ser rutinarias y repetitivas, lo que permiten su programación, y en caso de desviaciones o errores, que puedan corregirse rápidamente.

Las empresas deben formular e implantar estrategias en función de sus recursos y capacidades para alcanzar una posición de ventaja competitiva. La estrategia es el “arte de dirigir las operaciones empresariales”, y es una función de la alta dirección; las decisiones para lograr

²⁹ Pellicer E. (2007) “Gestión de empresas consultoras”. Master Universitario en Consultoría de Ingeniería Civil, Valencia.

³⁰ Fayol H. (1916) “Administration générale et industrielle”. Ed. Dunod, París.

los objetivos serán estrategias, y los mismos, las vías o caminos para conseguirlos³¹. En otras palabras, son los métodos según los cuales las empresas reaccionan con su entorno, despliegan sus principales recursos y dirigen sus esfuerzos hacia la consecución de sus objetivos. Para elaborar una estrategia la empresa debe conocer las oportunidades y las amenazas del entorno, valorando sus puntos fuertes y débiles. En la elaboración de su estrategia la empresa debe identificar las fuerzas y condiciones que determinan su éxito económico y su buen posicionamiento estratégico. Para ello, resulta útil el uso del modelo de las cinco fuerzas³²; y la teoría de recursos y capacidades de Porter³³.

2.3 COMPETITIVIDAD

El término competitividad es muy utilizado en los medios empresariales, políticos y socioeconómicos. Es la capacidad de una organización pública o privada, lucrativa o no, de mantener sistemáticamente ventajas comparativas que le permitan alcanzar, sostener y mejorar una determinada posición en el entorno. Sin embargo, este enfoque ha sido cuestionado y actualmente se define como la capacidad que tiene una empresa para producir bienes y servicios de calidad, que logren el éxito y aceptación del mercado. Ello se debe a la ampliación del marco de referencia de los agentes económicos que han pasado de una actitud autoprotectora a un planteamiento más abierto, expansivo y proactivo. La competitividad incide en la forma de plantear y desarrollar cualquier iniciativa de negocio, lo que está provocando una evolución en el modelo de empresa y empresario. La ventaja competitiva de una empresa descansa en su habilidad, recursos, conocimientos y atributos, etc., de los que dispone (los mismos de los que carecen sus competidores o que estos tienen en menor medida) que hace posible la obtención de unos rendimientos superiores a los de aquellos. Todo ello supone una continua orientación hacia el entorno y una actitud estratégica. Por otra parte, el concepto de competitividad sugiere la idea de "excelencia", o sea, de eficiencia y eficacia de la organización.

Una posición estratégica requiere que la empresa entregue a sus clientes bienes y servicios de valor, es decir, que satisfagan las necesidades y expectativas que no han sido cubiertas por otros. Dicho valor se traduce básicamente en el precio que están dispuestos a pagar por los bienes y servicios. El posicionamiento estratégico nace de tres estrategias genéricas:

1. **El liderazgo en coste:** Consiste en lograr un liderazgo en costes en un sector determinado mediante un conjunto de políticas orientadas a tal fin.
2. **Diferenciación:** Se refiere a la estrategia que se concentra en la consecución de algunas diferencias en cualquier aspecto importante y deseado por el comprador, lo que le brinda la posibilidad de elevar el precio y por ende, el margen de beneficio.
3. **La alta segmentación:** Especialización en un grupo de compradores en particular, ya sea en un segmento de la línea de productos o en un mercado geográfico.

El modelo de cinco fuerzas permite identificar los distintos factores externos que influyen en la competitividad. Estas son: la amenaza de entrada de nuevos competidores, el poder de negociación de los compradores, el poder de negociación de los proveedores, y la amenaza de productos sustitutos. La teoría de recursos y capacidades explica las razones por las que las

³¹ Fernandez M. (1991) "Introducción a la gestión: management". Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

³² Porter M. (1980) "Competitive strategy: techniques for analyzing industries and competitors". The Free Press, Nueva York.

³³ Porter M. (1980) "Competitive strategy: techniques for analyzing industries and competitors". The Free Press, Nueva York.

empresas de un mismo sector, sujetos a las mismas fuerzas externas, presentan una distinta competitividad y rentabilidad. Esta teoría clasifica los recursos, en dos amplias categorías: tangibles e intangibles. Los primeros comprenden los activos físicos que posee la empresa, y los segundos son aquellos activos no físicos que por su naturaleza, son difíciles de identificar y cuantificar. Aspectos como la marca, el saber hacer, las relaciones con los clientes y proveedores, y muchos otros recursos intangibles han tomado un papel protagonista para las empresas, debido a que proporcionan características diferenciadoras y permiten la consecución y sostenimiento de la competitividad.

Actualmente, la mayoría de las empresas ven en la rentabilidad su principal objetivo. La rentabilidad está supeditada a ofrecer productos de mayor valor a sus clientes con respecto a los ofrecidos por sus competidores, por lo cual podrá incrementar precios u ofrecer bienes y servicios similares a los de la competencia, pero a precios inferiores. El grado de rentabilidad depende de la relación entre el valor añadido y el coste total de las actividades necesarias para crearlo. Es aquí donde cobra importancia la Cadena de Valor de Porter³⁴ que analiza la secuencia de actividades y flujos de información que se debe dar en una empresa y sus proveedores para diseñar, producir, comercializar, distribuir y apoyar sus productos.

Cada vez más empresas empiezan a valorar como elementos importantes de su competitividad aspectos como calidad, reingeniería, aprendizaje, innovación, etc. La mejora continua de la calidad la agranda la competitividad de una empresa. La gestión de la calidad sitúa al cliente como norte que guía la actividad empresarial. La orientación hacia los procesos, como flujo de las actividades que darán como resultado la satisfacción de los clientes, exige nuevas técnicas de trabajo que permitan la integración entre los agentes implicados.

Pero, el reconocimiento de un entorno turbulento para las empresas ha llevado a Porter³⁵ a reformular el concepto de estrategia como la elección deliberada de actividades diferentes de las que ofrecen los competidores, o bien, de formas distintas de llevar a cabo las mismas actividades. La clave de la estrategia está en ser diferente. Concentrarse en la mejora de la eficacia operativa cuando los competidores están reinventando la industria puede ser muy arriesgado. Además, resulta difícil que las estrategias basadas en coste sean sostenibles en un mundo globalizado, especialmente, cuando la normalización de productos y servicios hace más fácil la copia por parte de los competidores. De esta forma, la innovación se transforma en un elemento cútico de la competitividad empresarial.

La innovación como resultado de un proceso eminentemente empresarial permite hacer algo que antes no era posible. Transforma los procesos operativos, productos y servicios para mejorar la eficiencia operativa de la organización y cambia el modo en que la empresa se relaciona con su ecosistema de socios, proveedores y clientes. La innovación modifica sustancialmente las estructuras de cualquier sector industrial y se transforma en un elemento clave para la competitividad de las empresas.

Para llevar a cabo las actividades de mejora o reformulación de productos, servicios o procesos las empresas deben ser capaces de buscar, mantener, mejorar y transferir el “saber hacer” de las actividades y procesos. La expresión “saber hacer” contiene dos nociones esenciales. El “saber”, representado por la adquisición de conocimiento, y el “hacer”, que es el arte de poner en acción este conocimiento al servicio de un determinado objetivo. La

³⁴ Porter M. (1980) “Competitive strategy: techniques for analyzing industries and competitors”. The Free Press, Nueva York.

³⁵ Porter M. (1996) “What is strategy?”. Harvard Business Review, 74 (6), pp. 61-78.

gestión del conocimiento reconoce que el conocimiento es el elemento más valioso y se preocupa por su creación, su transferencia y utilización eficaz. Se redescubre que lo más importante de las empresas no son los recursos materiales, sino sus personas, dotadas de conocimientos, creatividad, iniciativa, etc. De la lógica centrada en las herramientas de producción, se ha pasado progresivamente a la valorización del saber hacer³⁶. En otras palabras, el conocimiento y su administración constituyen un factor competitivo esencial en el actual mundo empresarial.

En conclusión, la calidad orienta a la empresa hacia el cliente, las herramientas para la detección y evaluación de problemas, y la búsqueda de la mejora continua en cada proceso incluyendo el I+D+i. La innovación busca soluciones novedosas y distintas a las actuales. La gestión del conocimiento permite que las mejores soluciones a los problemas sean puestas en práctica y asimiladas por la organización. Finalmente la gestión del conocimiento y el aprendizaje organizativo permiten llevar a la práctica las mejoras realizadas, independiente de su grado de innovación.

2.4 CALIDAD Y SU GESTIÓN EN LA EMPRESA

La mejora continua busca maximizar la competitividad de la organización a través del perfeccionamiento de sus productos, servicios y personal. La mejora consiste en no aceptar el estado de calidad actual y elevarlo a niveles sin precedentes – más cerca de la perfección³⁷. Sin embargo, la mayoría de las empresas mantienen una estructura organizativa para la producción carente de una disposición que le permita desarrollar mejoras permanentes de la calidad. Por ello, la introducción de un sistema de gestión de calidad proporciona el marco de referencia para la mejora de la competitividad de la empresa. Un sistema de calidad permite “analizar los requisitos del cliente, definir procesos que contribuyen al logro de productos aceptables para el cliente y mantener procesos bajo control”³⁸. Desgraciadamente, el espíritu por la certificación de los sistemas de calidad ha significado, en algunos casos, la creación de una burocracia paralela a la organización real, que se encarga de la documentación y en consecuencia se pierde el objetivo de mejorar la gestión de sus actividades

Dependiendo del aspecto enfatizado, la calidad puede estar basada en la fabricación, el cumplimiento de las expectativas del cliente, el producto o su valor. Por ello, definiremos calidad según la norma ISO 9000:2000 como “el grado en que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”. Las características de la calidad pueden ser: inherentes, es decir, permanentes, existen en el producto o servicio; asignadas, no son intrínsecas al producto o servicio y por consiguiente no son características de la calidad; cuantitativas y cualitativas.

Los orígenes de la mejora continua se puede remontar a Aristóteles, a quien se le atribuye la frase³⁹: “Somos lo que hacemos de forma repetitiva. La excelencia, es entonces, no un acto, sino un hábito”. Este pensamiento encierra la filosofía principal de la calidad: crear el hábito de mejorar continuamente en cada acción que se emprende en la empresa. Recomendaciones sobre la estructura organizativa para la mejora sugieren la existencia de un comité superior de

³⁶ Back J. (2000) “Gestión del conocimiento”. Ed. AENOR, Madrid.

³⁷ Velasco J. (2005) “Gestión de la calidad: mejora continua y sistemas de gestión”. Ed. Pirámide, Madrid.

³⁸ AENOR (2000) “UNE-EN ISO 9000 Sistema de gestión de la calidad: fundamentos y vocabulario”. Ed. AENOR, Madrid.

³⁹ <http://humano.ya.com/elocuax/aristoteles/aristoteles13.htm>.

la calidad y equipos de trabajo que lleven a cabo los proyectos. En el mismo sentido, las características principales de las empresas inmersas en la filosofía de la calidad son⁴⁰:

1. Actividades con la participación de todos los departamentos y la implicación de todo el personal, encabezado por la alta dirección.
2. Amplia aceptación del principio “primero calidad” en la gestión.
3. Política definida de despliegue de objetivos y gestión.
4. Aplicación de auditorías de calidad.
5. Programas de aseguramiento de la calidad abarcando desde planificación y desarrollo hasta las ventas.
6. Actividades de círculos de calidad.
7. Formación y adiestramiento en calidad.
8. Desarrollo y aplicación de técnicas de calidad.

La gestión de la calidad implica la creación continua de valor para el cliente, la optimización de procesos productivos y el desarrollo del potencial humano. Por ello, deben ser entendidos como un conjunto de elementos mutuamente relacionados que interactúan para establecer los objetivos y políticas de la calidad de la organización, y dirigir y controlar ésta, garantizando la consecución de los objetivos formulados⁴¹. Son muchos los factores que pueden impulsar a una empresa a la adopción de un sistema de calidad: el beneficio económico, factores del entorno de la empresa y la evolución de la sociedad actual. Pero en general, se espera de la implantación de la calidad una mejora en la satisfacción del cliente y del personal, un impacto positivo en la sociedad y un incremento en los resultados del negocio.

2.4.1 Planes de mejora de la calidad

Antes de plantear la mejora permanente conviene hablar de los planes de mejora. Estos planes requieren una estructura adecuada que aborde la planificación, la implantación, la verificación y la estandarización de las acciones de mejora. Su elaboración se apoya en la idea del ciclo de la calidad de Walter A. Shewhart⁴² y que en los años 50 Deming introdujo en Japón y popularizó bajo su nombre. Este ciclo (ver Figura 2.2) puede asociarse al proceso productivo, en los siguientes términos:

1. **Se inicia con la planificación**, la fase de identificación de requisitos de productos o servicios y se definen sus características.
2. A continuación, **implantan las actuaciones** que posibilitan la obtención del producto o la prestación del servicio.
3. **Se verifica los resultados** con respecto al punto de partida; en definitiva, se contrastan las desviaciones que existen en relación con el diseño.
4. Por último, habrá que **actuar** cuando la no conformidad así lo aconseje iniciando un nuevo ciclo al que incorporará todo el conocimiento acumulado.

⁴⁰ Velasco J. (2005) “Gestión de la calidad: mejora continua y sistemas de gestión”. Ed. Pirámide, Madrid.

⁴¹ Benavides C., Quintana C. (2003) “Gestión del conocimiento y calidad total”. Ed. Díaz Santos, Madrid.

⁴² Benavides C., Quintana C. (2003) “Gestión del conocimiento y calidad total”. Ed. Díaz Santos, Madrid.

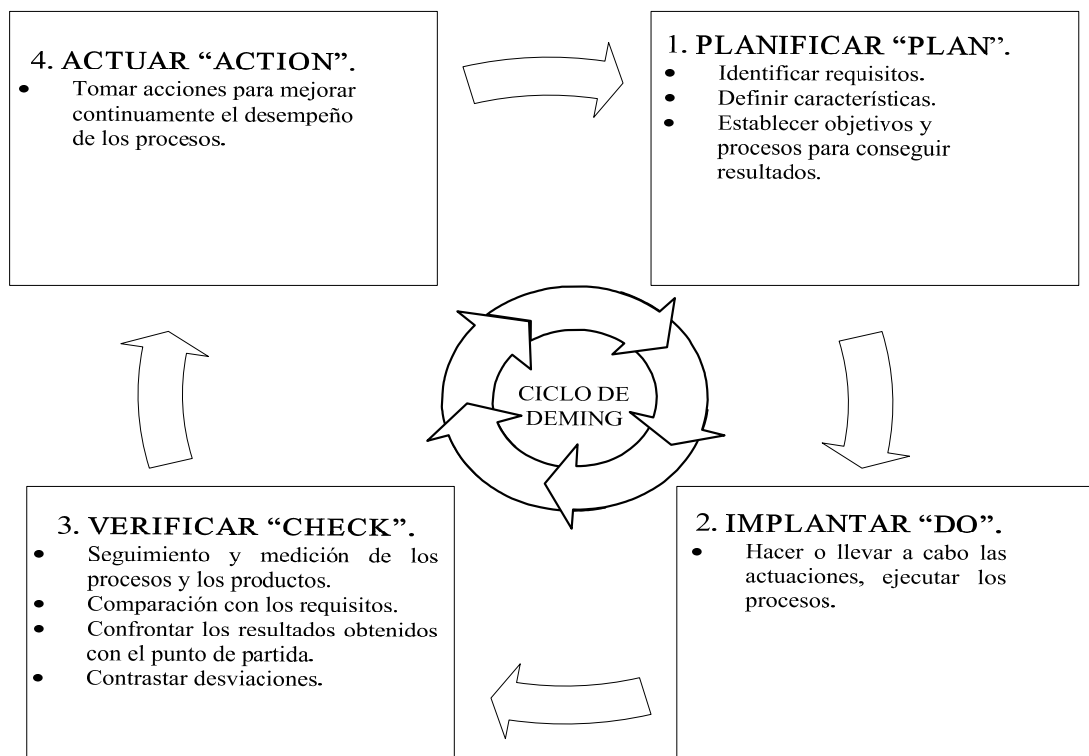


Figura 2.2. Ciclo de Shewart o Deming

Velasco⁴³ identifica una secuencia universal para la realización de un plan de mejora de la calidad; este es:

1. **Solicitar la participación de la dirección**, para contar con su visión de la organización, disponibilidad de recursos, y su capacidad para movilizar a la organización.
2. **Nominación de proyectos de calidad**: Identificar aspectos críticos de la organización, que por su impacto al cliente o por sus repercusiones internas aconsejen un tratamiento especial y una actuación de mejora prioritaria.
3. **Definición de indicadores y objetivos**: Establecer un sistema de seguimiento de los resultados que se vayan a obtener mediante las actuaciones de mejora, y fijar los objetivos cuantitativos para dichos resultados.
4. **Selección de proyectos de calidad**: De los proyectos propuestos, el comité de calidad evalúa y elige los proyectos a acometer. Es necesario seleccionar y definir en detalle los proyectos operativos que en cada una de las áreas prioritarias de actuación permitirán conseguir los objetivos fijados.
5. **Diagnóstico de causas**: Determinar el origen del problema. El procedimiento utilizado es el siguiente:
 - a. Lluvia de ideas de causas.
 - b. Representación de causas: tablas y diagrama de Ishikawa.
 - c. Selección de las teorías de causa.
6. **Soluciones**: Determinada la causa del problema se puede decidir la acción a seguir para determinar la mejor solución al problema planteado.
7. **Aplicación de solución**: Elegida la solución se procede a su implantación dentro del proceso y organización.
8. **Controlar resultados**: Es necesario controlar que las soluciones implantadas cumplen con los resultados esperados.
9. **Estandarizar**: Se debe asegurar que las soluciones mantengan su continuidad en el tiempo.

⁴³ Velasco J. (2005) "Gestión de la calidad: mejora continua y sistemas de gestión". Ed. Pirámide, Madrid.

10. **Reconocimiento:** Finalmente, se deben publicar los éxitos logrados en la mejora de la calidad.

Dentro de las principales herramientas para la determinación de problemas, causas, selección, descubrimiento de soluciones y estandarización se encuentran: diagrama de Pareto, lluvia de ideas, diagramas de causa-efecto, lista de chequeo, gráficos de control, histogramas, estratificación, diagramas de correlación, diseño de experimentos, etc.

2.4.2 Sistemas de gestión de la calidad

La gestión de la calidad se ha convertido en uno de los aspectos fundamentales dentro de la dirección de empresas. Tiene como objetivo mejorar continuamente el desarrollo de productos y servicios. Para lograrlo, éste se aplica a todas las actividades desarrolladas por la empresa.

La gestión de la calidad requiere un cambio de filosofía y del modo de funcionamiento de la empresa. Este cambio debe ser:

1. Afrontado por la dirección general y transmitido a toda la organización.
2. Una decisión estratégica de la organización y elemento clave del posicionamiento estratégico.
3. Capaz de generar ventajas competitivas destacables y duraderas.
4. Responsabilidad de todos los miembros de la organización.

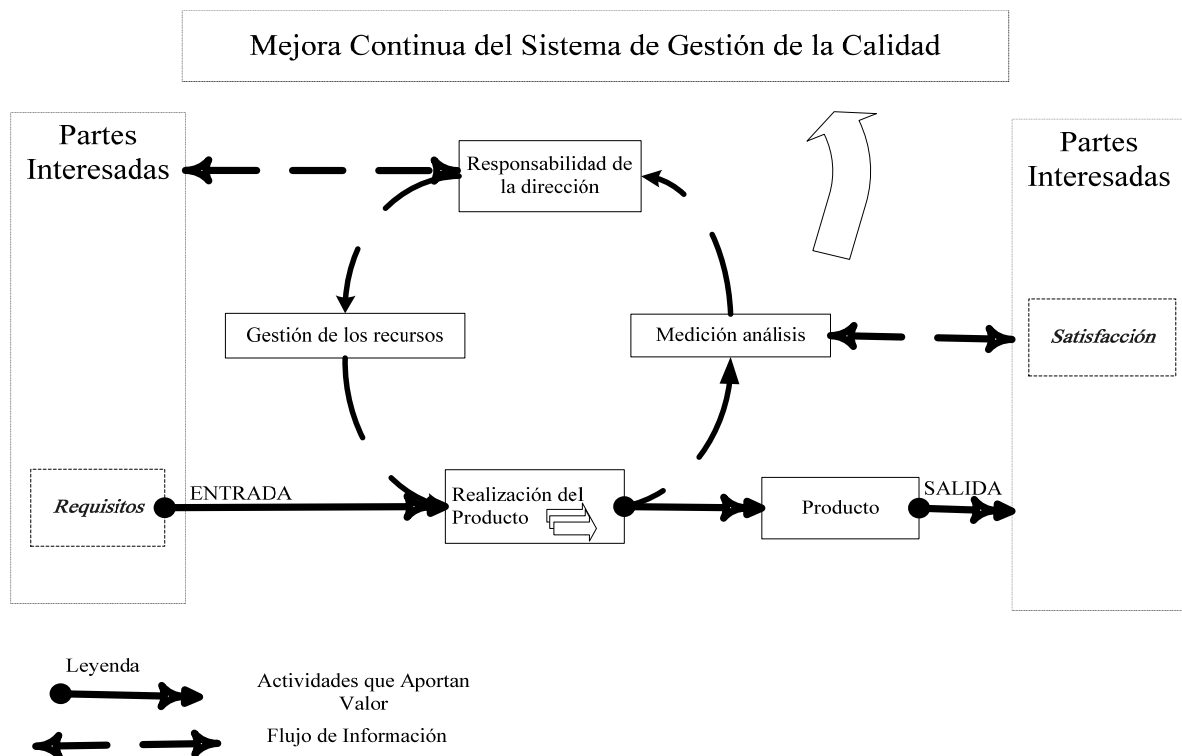


Figura 2.3. Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos⁴⁴

Los sistemas de gestión de la calidad se crean según el tipo de empresa, en función de sus necesidades y de sus relaciones, tanto con los clientes como los proveedores. Con ellos, se

⁴⁴ AENOR (2000) “UNE-EN ISO 9000 Sistemas de gestión de la calidad: fundamentos y vocabulario”. Ed. AENOR, Madrid.

trata de garantizar el cumplimiento de los requisitos especificados. Por lo tanto, pueden existir tantos sistemas de calidad como organizaciones y su éxito dependerá de cuatros pilares básicos: el control de procesos, el convencimiento de la dirección, la mejora continua y la formación.

En general los sistemas de gestión de calidad se basan en la idea de que la mejora continua, responde a un proceso iterativo circular (ver Figura 2.3). Más específicamente, la familia de normas ISO 9000 se basan en el principio de planificar, hacer, verificar y actuar (PHVA).

Los ocho principios de gestión de la calidad que pueden ser utilizados por la alta dirección con el fin de conducir a la organización hacia la mejora en el desempeño y que constituyen la base de la familia de normas ISO 9000, son:

1. Enfoque al cliente.
2. Liderazgo.
3. Participación del personal.
4. Enfoque basado en procesos.
5. Enfoque de sistema para la gestión.
6. Mejora continua.
7. Enfoque basado en hechos para la toma de decisión.
8. Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor.

Estas normas internacionales promueven un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implementa y mejora la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de los requisitos. La organización tiene que identificar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí. Una actividad que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar como proceso. Frecuentemente el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso. La aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacciones de estos procesos, así como su gestión, puede denominarse enfoque basado en procesos. Este tipo de enfoque enfatiza la importancia de⁴⁵:

1. La comprensión y cumplimiento de los requisitos.
2. La necesidad de considerar los procesos en términos de aporte de valor.
3. La obtención de resultados del desempeño y la eficacia del proceso.
4. La mejora continua de los procesos con base a mediciones objetivas.

En resumen, el sistema de gestión de la calidad, “puede identificarse con un método de trabajo por el medio del cual se asegura la conformidad de los productos con los requisitos especificados”⁴⁶ y que consta de dos partes:

1. **El soporte documental:** constituye la base para entender el sistema, comunicar sus procesos y requisitos dentro de la organización, describirselo a otras organizaciones y determinar la eficacia de la implantación.
2. **El soporte práctico:** conformada por la componente física (locales, maquinaria, etc.), componente humana y la estructura organizativa.

⁴⁵ Cianfrani A., Tsiakals J., Jack J. (2002) “ISO 9001:2000 comentada”. Ed. AENOR. Madrid.

⁴⁶ Benavides C., Quintana C. (2003) “Gestión del conocimiento y calidad total”. Ed. Díaz Santos, Madrid.

2.5 INNOVACIÓN Y SU GESTIÓN EN LA EMPRESA

En la actualidad, la intensificación e incremento de factores que cambian el entorno de la empresa y que afectan su éxito económico aumentan la necesidad de ideas creativas. Las empresas inmersas dentro de un ciclo continuo de cambio se ven obligadas a adaptar e implementar nuevos métodos de producción, gestión o distribución, donde el cambio es solución y fuente de problemas. Una primera aproximación al concepto de innovación es el cambio. Es por ello, que “la innovación y los procesos innovadores actualmente es uno de los principales factores que determinan las ventajas comparativas de las economías industriales avanzadas”⁴⁷. La supervivencia y el aumento de la competitividad de las empresas se encuentra en la incorporación de innovaciones. De hecho, según el Libro Verde de la Innovación⁴⁸ “el crecimiento, el mantenimiento del empleo y la competitividad pasan inevitablemente por la innovación”. Es decir, la innovación “es la fuerza motriz que impulsa a las empresas hacia objetivos ambiciosos a largo plazo y la que conduce a la renovación de las estructuras industriales y a la aparición de nuevos sectores de actividad económica”.

Para Edum-Fotwe et al.⁴⁹ la innovación pretende mejorar la competitividad de la empresa cambiando la organización, los procesos y los productos. En consecuencia, una innovación parte de una idea que persigue satisfacer una necesidad del mercado y, sin duda, debe ser comercialmente rentable. En particular, la innovación tecnológica incorpora tecnología nueva en sus procesos o productos que deben significar una mejora sustancial de los resultados. De esta forma, la gestión de la innovación permitirá a la organización producir continuamente transformaciones de sus procesos o productos para incrementar su éxito comercial.

El concepto de innovación se utiliza, en muchas ocasiones, en el análisis de los procesos de cambio tecnológicos. Frecuentemente, el proceso de cambio tecnológico se caracteriza por poseer tres fases: invención, innovación y difusión. La primera fase, es la producción del conocimiento; innovación es la primera aplicación productiva del conocimiento existente; y la difusión significa la extensa utilización de las nuevas tecnologías. Expertos en la materia señalan que innovación incluye “la explotación con éxito de las nuevas ideas (Innovación = Invento + Explotación)”⁵⁰ y el concepto de cambio en empresa⁵¹. Si los nuevos productos, procesos o servicios no son aceptados por el mercado, no existe innovación. Por lo que se considera oportuno definir innovación como el proceso de adopción de una idea de cambio no trivial, generado del reconocimiento de una necesidad-problema interno o externo de la empresa, que resulta en la creación o desarrollo de nuevos productos o procesos y que significan un aumento de la competitividad. Podríamos señalar, en concordancia con la definición planteada, que llevar a cabo el proceso innovador requiere la participación activa del empresario y del agente investigador. El primero aporta su visión y acción para transformar en un éxito comercial la mejora desarrollada por el segundo.

⁴⁷ Molina H. (1995) “La innovación tecnológica y sus implicaciones estratégicas empresariales: un enfoque descriptivo”. Institut de Cultura Juan Gil-Albert, Valencia.

⁴⁸ Comisión Europea (1995) “Libro verde de la innovación”. Comisión Europea, Bruselas.

⁴⁹ Edum-Fotwe F.T., Giba A.G.F., Benford-Miller M. (2004) “Reconciling construction innovation and standardisation on major projects”. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 11 (5), pp. 366-372.

⁵⁰ Escorsa P., Valls, J. (2003) “Tecnología e innovación en la empresa”. Ed. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

⁵¹ Muñoz-Seca B., Riverola J. (2003) “Del buen pensar y mejor hacer: mejora permanente y gestión del conocimiento”. Ed. McGraw-Hill, Madrid.

Explicado el significado y la trascendencia de la innovación para las empresas se deben explicar las razones para comprender:

1. Las fuerzas que impulsan a una empresa a innovar. Entre ellas se encuentran cambios en los requerimientos de los clientes, cambios drásticos en la participación de la demanda, etc. Conocer la razón para innovar es fundamental en la elaboración de una estrategia competitiva y sostenible.
2. Las diversas clasificaciones de innovación existentes. Dada la amplitud de la definición de la palabra innovación, es lógico esperar que existan diversas clasificaciones. Dentro de estas, la clasificación de las innovaciones en radicales e incrementales es la más habitual y simple.
3. El proceso de innovación y los modelos que lo describen. Proceso significa la secuencia de etapas técnicas, industriales y comerciales necesarias para la implantación con éxito comercial de los nuevos productos o procesos.
4. La realidad de la gestión de la innovación y su lugar dentro de los procesos empresariales.

Comprender los aspectos mencionados es el siguiente paso para el entendimiento de la innovación en el sector de la construcción. Por ello, en los siguientes sub-epígrafes se estudian los tipos de innovación, los motivos que fuerzan la innovación, el proceso de innovación y sus modelos, la innovación tecnológica y la gestión de la innovación.

2.5.1 Fuerzas para innovar

Las empresas están cambiando la manera en que hacen las cosas para sobrevivir o incrementar su rentabilidad. En el entorno existen motivos que impulsan al cambio. Como fuerzas externas se encuentran: la globalización, la liberación de mercado, la sofisticación de la demanda, la sofisticación de los competidores, etc. Dentro de las fuerzas internas, está la búsqueda por mejorar el desempeño de la empresa. Al respecto, para Pavón e Hidalgo⁵² estas fuerzas son:

1. El aumento radical de los grados de incertidumbre del entorno económico de las empresas.
2. El incremento radical de la velocidad de cambio tecnológico.
3. El protagonismo de la competitividad por los intangibles respecto de la competitividad por los precios.
4. La transnacionalización de la actividad empresarial de las medianas y pequeñas empresas.
5. Nueva conciencia del concepto de escasez.
6. Conciencia creciente de la fragilidad y vulnerabilidad del orden tecnológico.
7. La aparición de un nuevo orden socioeconómico en los denominados países de economía centralizada.

Andreu et al.⁵³ señalan que entre los factores externos que inducen el cambio a las empresas, el elemento más mencionado es la presión competitiva. Esta es resultado de un compendio de dificultades, entre las que destacan:

1. Subida o disminución en la demanda de los clientes.
2. Cambios drásticos en la participación de mercado.
3. Variación en los estándares de la calidad del producto o servicio.
4. Avances tecnológicos introducidos por la competencia.

⁵² Pavon J., Hidalgo A. (1997) "Gestión e innovación: un enfoque estratégico". Ed. Pirámide, Madrid.

⁵³ Andreu R., Ricart J. E., Valor J. (1997) "La organización en la era de la información". Instituto de Estudios Superiores de la Empresa, Ed. McGraw-Hill. Madrid.

Entre los factores internos causantes de los cambios, se encuentran:

1. El deseo de introducir cambios organizativos al percibir como incorrectos tanto la estructura actual como el sistema implícito de incentivos.
2. Implantar un objetivo interno de mayores estándares de calidad para competir en el futuro, o por presiones de “benchmarking”⁵⁴ interno en empresas con múltiples plantas productivas.

Para Druker⁵⁵ las oportunidades para innovar nacen del análisis sistemático de lo que él llama áreas de cambio y que podrían ofrecer oportunidades a cualquier empresa. Éstas son:

1. Lo inesperado: el éxito inesperado, el fracaso también inesperado, la sorpresa.
2. Lo incongruente: entre la realidad como es y lo que se supuso “debía ser”.
3. La innovación que se basa en la necesidad de un proceso.
4. El “desmoronamiento”: el cambio súbito en la estructura de la industria o del mercado que toma desprevenido.
5. Cambios de la población.
6. Cambios en la percepción, modalidad y significado.
7. Nuevos conocimientos, tantos científicos como no científicos.

En resumen, el entorno impone a las empresas la necesidad de innovar o al menos, mejorar continuamente. Al respecto, las fuentes de innovación mencionadas ponen en manifiesto la necesidad de un grado de conexión entre la empresa y su entorno; este vínculo permitirá la generación de ideas para la adaptación y el cambio.

2.5.2 Tipología de la innovación

Una primera clasificación de la innovación podría establecerse atendiendo a su **naturaleza**, el **grado** y su **nivel tecnológico**.

Castro y F. de Lucio⁵⁶ mencionan cinco tipos de innovación según su naturaleza:

1. Innovación de producto.
2. La utilización de una fuente de materias primas, que puede incluirse en la anterior.
3. Innovación de procesos.
4. Innovación de mercado
5. Innovación de la organización.

El “grado” de una innovación trata de aproximar la ruptura que ha supuesto dentro del mercado o del sector y así puede distinguirse entre innovaciones principales o radicales que suponen una rotura súbita respecto al estado anterior, e innovaciones incrementales, constituidas por mejoras de los procesos o productos ya conocidos⁵⁷. Las innovaciones radicales se caracterizan por producir mejoras espectaculares en los resultados, sin que la mejora en los costes sea la variable relevante; en cambio, la innovación incremental se concreta, sobre todo, en la reducción de los costes.

⁵⁴ Es el proceso sistemático y continuo para evaluar comparativamente los productos, servicios y procesos entre organizaciones con el fin de determinar las mejores prácticas de trabajo en el área de interés, con el propósito de transferir el conocimiento de ellas y su aplicación; es "copiar al mejor".

⁵⁵ Drucker P. F. (1986) “La innovación y el empresario innovador”. Edhasa, Barcelona.

⁵⁶ Castro E., Fernández de Lucio I. (2001) “Innovación y sistemas de innovación”. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

⁵⁷ Escorsa P., Valls J. (2003) “Tecnología e innovación en la empresa”. Ed. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

La evaluación de una innovación según su “nivel tecnológico” implica constatar el nivel de conocimientos – nuevos o no – aplicados al mismo fin. En este contexto, se distinguen cuatro niveles principales⁵⁸:

1. **El nivel científico:** considera los fundamentos científicos del dominio tecnológico o de la actividad analizada.
2. **El nivel de tecnologías genéricas:** son las tecnologías fundamentales necesarias en una actividad o producto determinado pero que no están ligadas exclusivamente a el, sino que contribuyen al desarrollo de diversos productos.
3. **El nivel de los conceptos tecnológicos de aplicación:** se refiere a los conocimientos específicos requeridos para el desarrollo de la innovación.
4. **El nivel de las adaptaciones de orden técnico:** se refiere a los conceptos tecnológicos utilizados en la modificación de las tecnologías existentes para el desarrollo de la innovación.

La distinción de las innovaciones en radicales e incrementales resulta insuficiente para explicar aquellas innovaciones que dan lugar a sectores enteros, como la informática, o totalmente radical, como la penicilina o el escáner, que no tiene la misma trascendencia económica. Una segunda clasificación es la dada por el concepto de transiliencia⁵⁹, que define la capacidad de una innovación para alterar – desde mejorar hasta destruir – los sistemas existentes de producción y marketing. Así, este concepto introduce cuatro clases de innovación dependiendo del nivel de transiliencia tecnológica o de mercado (arquitectónica, revolucionarias, nicho y regulares).

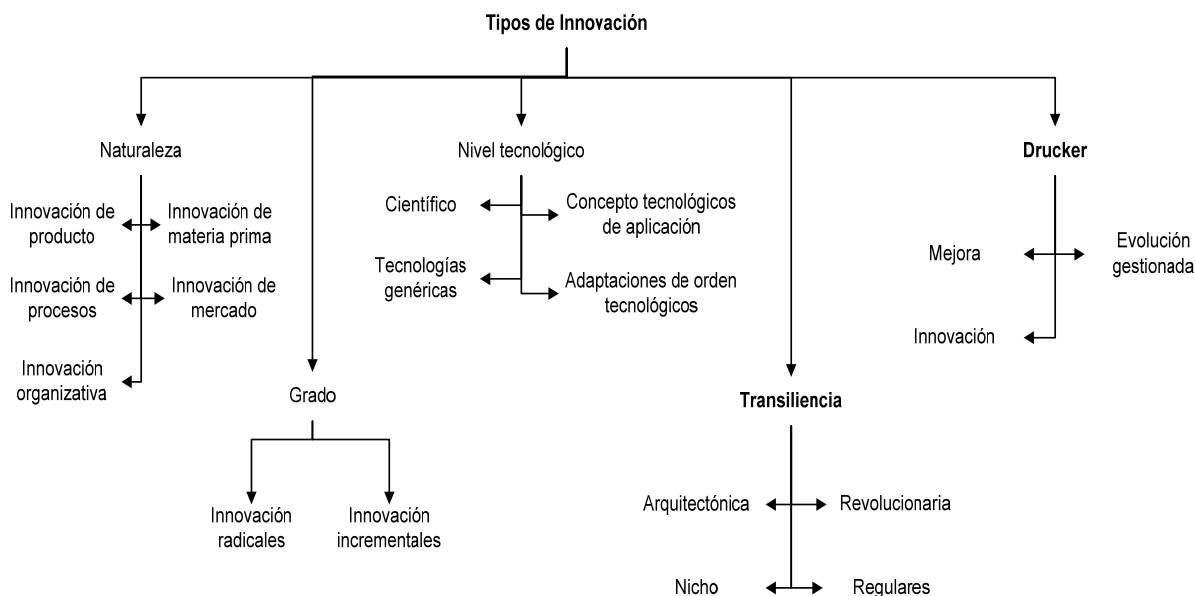


Figura 2.4. Tipología de innovación⁶⁰

⁵⁸ Castro E., Fernández de Lucio I. (2001) “Innovación y sistemas de innovación”. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

⁵⁹ Abernathy W, Clark K. (1985) “Innovation: mapping the winds of creative destruction”, Research Policy 14 (1), pp 3-22.

⁶⁰ Castro E., Fernández de Lucio I. (2001) “Innovación y sistemas de innovación”. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

Por último, una clasificación muy práctica para las empresas es la propuesta por Drucker⁶¹ que distingue entre: mejora, evolución gestionada e innovación. La mejora pretende perfeccionar lo que tiene éxito; la evolución gestionada es el uso de un nuevo producto, proceso o servicio para crear un producto o servicio todavía más nuevo; y la innovación es el uso sistemático como oportunidad de los cambios en la sociedad, en la economía, en la demografía y en la tecnología.

Estas categorías de innovación pueden utilizarse para establecer el grado de capacidades técnicas, conocimiento y actividades requeridas para implantadas.

2.5.3 El proceso de innovación

El proceso de la innovación constituye el conjunto de etapas técnicas, industriales y comerciales necesarias para implantar con éxito novedades en el mercado.

En el análisis del proceso de innovación se pueden adoptar dos hipótesis diferentes:

1. **El tirón del mercado o “market-pull”** que supone el rol de la necesidad, como una demanda del mercado, en la producción de la innovación.
2. **El empujón de la tecnología o “technology push”** donde el nivel de la innovación está dado por el progreso científico.

Sin embargo, es más probable que se de la combinación de ambas hipótesis. Aunque en la construcción, la demanda del mercado puede ser dominante⁶².

La bibliografía aporta diversos modelos que estudian el proceso que tiene lugar hasta que llega una invención al mercado. A continuación se analizan estas diferentes visiones del proceso de innovación.

2.5.3.1 El modelo lineal

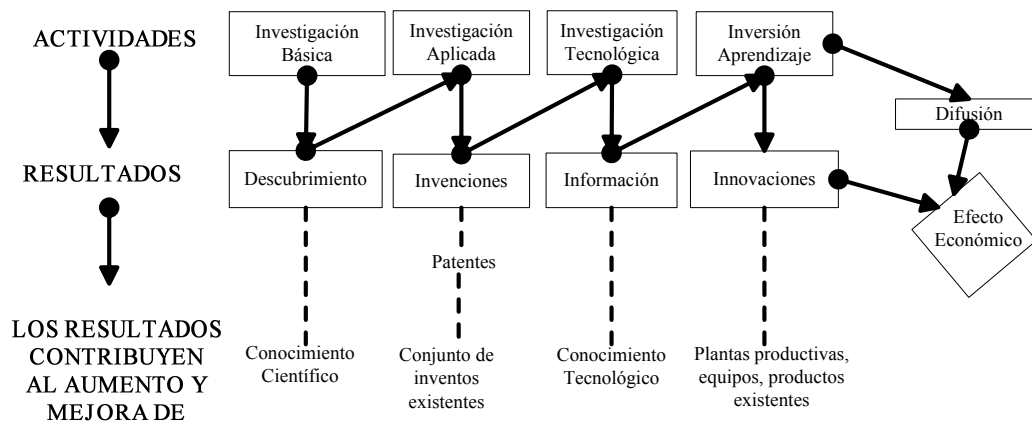


Figura 2.5. Modelo lineal⁶³

⁶¹ Drucker P. (1986) “La innovación y el empresario innovador”. Edhasa, Barcelona.

⁶² Dulaimi M. (1995) “The challenge of innovation in construction”. Building Research and Information, 23 (2), pp. 106-109.

⁶³ Escorsa P., Valls, J. (2003) “Tecnología e innovación en la empresa”. Ed. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

En este modelo la innovación es el resultado de una serie de etapas que se inician con la investigación científica, el desarrollo tecnológico, el marketing y el lanzamiento al mercado de la novedad. Este planteamiento es poco realista, al dar la idea de que la innovación comienza forzosamente con el descubrimiento científico (veáse Figura 2.5).

2.5.3.2 El modelo de Marquis

Es el más cercano a la realidad empresarial al constatar que las innovaciones suelen partir de una idea sobre un nuevo o mejor producto, o proceso de producción⁶⁴. Esta novedad puede nacer en cualquier departamento de la empresa y debe cumplir necesariamente dos requisitos: la factibilidad técnica y la demanda potencial. De hecho, si falla una, la innovación no es posible⁶⁵. Una vez resueltos los problemas de factibilidad se procederá a la construcción de prototipos o procesos pilotos para conocer las propiedades físicas y los costes. Si los resultados de la etapa anterior son alentadores, se profundizará en aspectos de diseño, fabricación y marketing hasta llegar a la introducción en el mercado.

El éxito de la novedad atrae a los imitadores, empresas que copian o perfeccionan el producto o proceso innovador. De esta forma los imitadores contribuyen a la penetración masiva del nuevo producto o servicio. En definitiva, la secuencia de la innovación empieza con la formulación de la idea, pasa por la investigación y la obtención de la solución, y concluye con la implementación y la difusión.

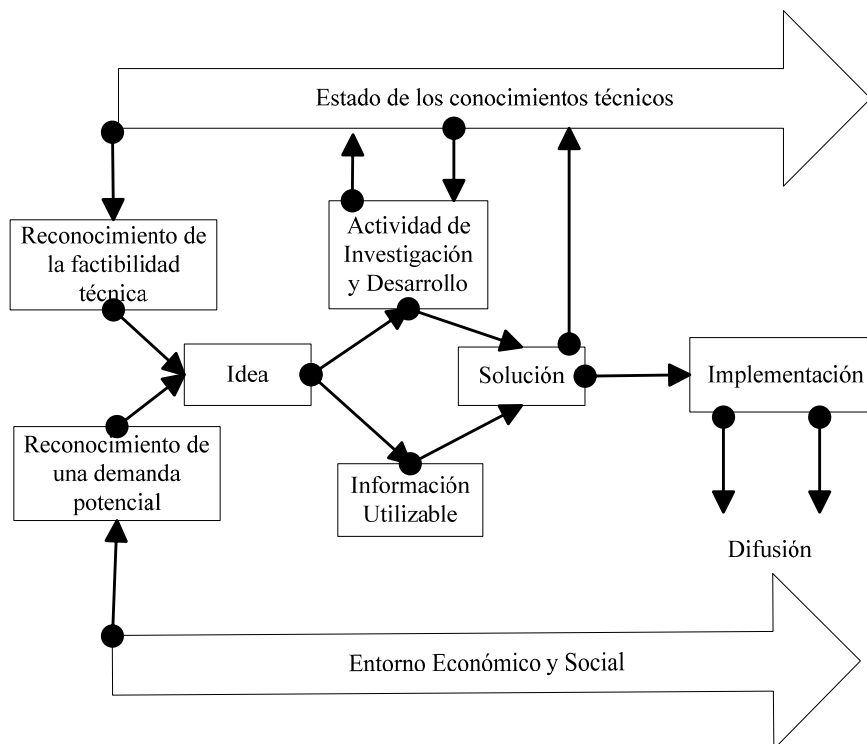


Figura 2.6. Modelo de Marquis⁶⁶

⁶⁴ Escorsa P., Valls, J. (2003) "Tecnología e innovación la empresa". Ed. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

⁶⁵ Schmookler J. (1966) "Invention and economic growth". Harvard University Press, Cambridge.

⁶⁶ Marquis D. (1969) "The anatomy of succesful innovations". Innovation, 1 (7), pp. 42-50.

2.5.3.3 El modelo de Kline

Es probablemente el planteamiento más completo⁶⁷. Kline⁶⁸ crítica el modelo lineal y propone otro que refleja mejor la complejidad del proceso innovador (ver Figura 2.7). Su modelo plantea cinco trayectorias que conducen a la innovación, que son:

1. El camino central de la innovación (flechas c) empieza con una idea que se materializa en un invento y/o diseño analítico, el cual, responde a una necesidad de mercado. Esta novedad pasa a continuación por el proceso de diseño detallado que acaba en un prototipo, que es probado en la fase de desarrollo tecnológico. Se finaliza con las etapas de diseño industrial, fabricación y comercialización.
2. Existen diferentes formas de realimentación dentro del modelo:
 - a. Entre cada etapa del camino central y la etapa anterior (círculos i).
 - b. Desde el producto o proceso final, que quizás presenta algunas deficiencias y obliga a efectuar algunas correcciones en las etapas anteriores (flechas f).
 - c. Desde el producto o proceso final hasta el mercado potencial (flecha F); cada nuevo producto o proceso crea nuevas condiciones del mercado.
3. La conexión con la investigación a través del uso de conocimientos existentes. Desde todas las fases del camino central se utilizan conocimientos existentes (flechas 1-2) o por medio de la vigilancia tecnológica se conoce lo que se investiga, lo que se plantea, lo que se publica, las actividades de los investigadores, las tecnologías que están emergiendo, etc. Cuando no se ha conseguido la información que se busca, debe investigarse para encontrar la solución (flechas 3-4).

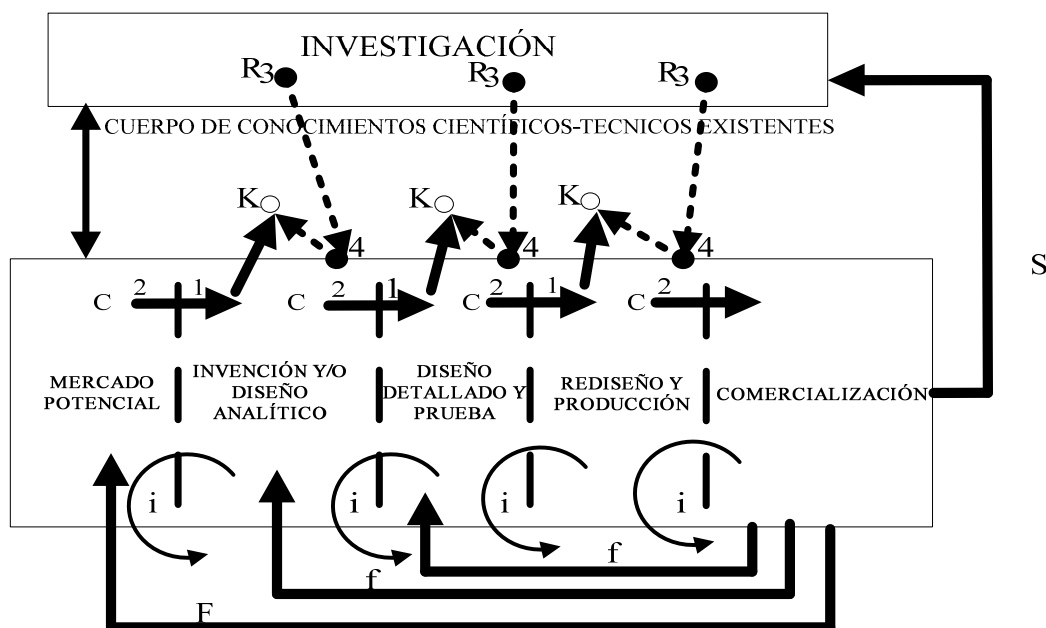


Figura 2.7. Modelo de Kline

4. Existe una conexión entre la investigación y la innovación: los descubrimientos pueden originar inventos, los cuales se convertirán en innovaciones – “technology push”.
5. Finalmente, existen vínculos entre los productos y la investigación (flecha S).

⁶⁷ Escorsa P., Valls, J. (2003) “Tecnología e innovación en la empresa”. Ed. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

⁶⁸ Kline S. (1985) “Innovation is not a linear process”. Research Management, 28 (4), pp. 36-45.

2.5.3.4 El modelo UNE 166002

El modelo del proceso de I+D+i de la norma UNE 166002 se basa en la cadena de enlaces de Kline. Es importante indicar que de acuerdo a este modelo las principales fuentes de ideas para innovar provienen de⁶⁹:

1. Principalmente, el mercado potencial.
2. La resolución de problemas surgidos entre las diferentes etapas del proceso, la recirculación producida entre las fases de comercialización y la de diseño y prueba, pues la información de los usuarios servirá para mejorar los diseños y prototipos.
3. La relación entre innovación y la investigación, dado que la inexistencia de solución a un problema plantea la necesidad de una nueva investigación.
4. Los resultados geniales de la investigación, incluso resultados no esperados.

Por último, la realimentación de los resultados de la I+D+i a la investigación.

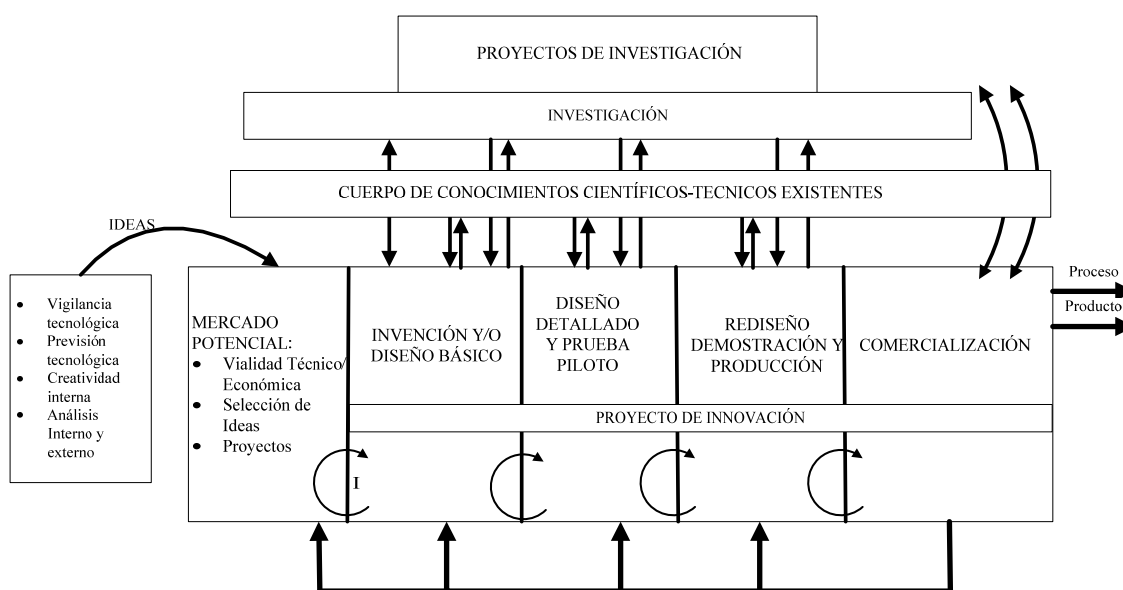


Figura 2.8. Modelo UNE 166002⁷⁰

De acuerdo a la norma UNE 166002 el proceso de I+D+i se caracteriza por:

1. El uso continuo de datos, información y conocimientos así como su transformación y generación (gestión del conocimiento).
2. El uso de la vigilancia y previsión tecnológica y el impulso de la creatividad en la identificación y caracterización de ideas, objetivos y escenarios tecnológicos.
3. La gestión del riesgo y de la incertidumbre en la obtención de resultados.
4. La gestión de la propiedad industrial e intelectual y la protección de la generada en el proceso.
5. La estructura multidisciplinar y abierta de la unidad de I+D+i, la motivación e ilusión de los miembros que la componen y su permanente intercomunicación con las partes interesadas.

⁶⁹ AENOR (2006) "UNE 166002:2006 Gestión de la I+D+i: Requisitos del sistema de gestión de la I+D+i". Ed. AENOR, Madrid.

⁷⁰ AENOR (2006) "UNE 166002:2006 Gestión de la I+D+i: Requisitos del sistema de gestión de la I+D+i". Ed. AENOR, Madrid.

6. La duración dilatada del proceso de I+D+i, sus requisitos de inversión constante sin resultados y la gestión del desánimo durante todo el proceso.
7. La certeza de que puede haber innovación tecnológicas que no requieren I+D y que pueden realizarse investigaciones que no den lugar a innovación.

Los dos modelos anteriores, el de Kline y el de la norma UNE 166000, plantean la necesidad de la adquisición del conocimiento técnico y científico necesarios para el desarrollo del producto o proceso innovador. Esta capacidad para absorber conocimiento no es automática, los cauces para lograrlos no están establecidos, tampoco es fácil su consecución. Además, la innovación será el resultado de la intervención de la **demanda**, que proporciona los incentivos para innovar; **las oportunidades tecnológicas**, que permiten modificar las maneras de hacer las cosas, y la **estructura organizacional** que conecta la demanda con las oportunidades tecnológicas.

2.5.3.5 Modelo COTEC

Este modelo se fundamenta en que la innovación (1) requiere un claro liderazgo por parte de la dirección de la organización, (2) permite la sostenibilidad del crecimiento y (3) es un proceso de cambio permanente y continuo. Está compuesto por cuatro criterios básicos y doce subcriterios que permiten analizar si la gestión de la innovación se realiza correctamente.

Los cuatro criterios básicos son:

1. Liderazgo para la innovación.
2. Innovación como proceso.
3. Valorización de la innovación.
4. Vigilancia del entorno interno y externo.

Los tres primeros criterios son secuenciales y responden cronológicamente a la planificación, ejecución y, finalmente, a los resultados tangibles de la innovación. La vigilancia del entorno interno y externo corresponde a la exploración continua del entorno en la búsqueda e identificación de oportunidades de innovación.

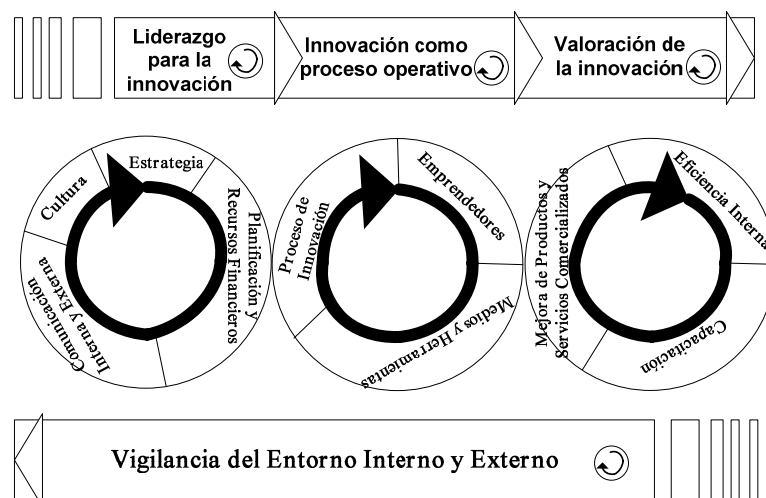


Figura 2.9. Modelo COTEC⁷¹

⁷¹ Club Excelencia en Gestión (2006) “Marco de referencia de innovación”. COTEC, Madrid.

Además, en cada una de los procesos, actividades, proyectos, etc. que lleve a cabo la organización se deberá realizar el ciclo de “Planificar-Hacer-Verificar-Actuar” (PHVA).

1. **Planificar:** La organización determina los resultados que desea lograr y planifique y desarrolle cómo va a conseguirlo.
2. **Hacer:** Implantar de forma sistemática, el plan de acción establecido en la fase previa, recogiendo todos los datos necesarios para determinar si el diseño del plan es el correcto.
3. **Verificar:** Se analiza si los resultados obtenidos son los que se definieron en la fase de planificación.
4. **Actuar:** Corresponde a la estandarización de las acciones implantadas si éstas han supuesto una mejora para la organización.

2.5.4 Innovación tecnológica en las empresas

La innovación tecnológica incluye la innovación de productos y procesos. La innovación de procesos consiste en la introducción de nuevos procesos de producción o modificación de los existentes mediante la incorporación de nuevas tecnologías. Su objetivo fundamental es la reducción de costes pues, además de tener una repercusión específica en las características de los productos, constituye una respuesta de la empresa a la creciente competitividad de los mercados. En cambio un producto es **tecnológicamente nuevo** (innovación radical) en el mercado cuando presenta diferencias significativas respecto a los productos anteriores en cuanto a su finalidad, prestaciones, características tecnológicas, propiedades teóricas o materias primas y componentes utilizados en su producción. Este tipo de innovaciones puede realizarse con tecnologías nuevas, por medio de usos distintos de las tecnologías existentes o aprovechando conocimientos originales. Por otro lado, un producto **tecnológicamente mejorado** (innovación incremental) es aquel cuyos resultados han sido sensiblemente incrementados. También puede tomar dos formas, en primer lugar, un producto simple puede ser mejorado (por mejora de sus prestaciones o abaratamiento de costes) gracias a la utilización de componentes o materiales más logrados. En segundo lugar, “un producto complejo que comprende varios subsistemas técnicos integrados puede ser mejorado por medio de modificaciones parciales de unos de ellos”⁷².

La tecnología que utiliza una empresa puede generarse internamente, mediante la actividad investigadora o adquirirse desde el exterior. En este sentido, es importante señalar que la ventaja tecnológica estará apoyada en la investigación y el desarrollo propio, pues la adquisición de tecnología ofertada en el mercado se encuentra al alcance de cualquier competidor y, por lo tanto no suele proporcionar ventajas adicionales⁷³.

En la construcción aspectos como (1) la productividad y costes de los procesos tienden a parecerse entre empresas constructoras de la misma especialidad, como resultado de la similitud tecnológica de los procesos; (2) la demanda de los clientes que incorporen tecnología punta y que sean más adaptables a las necesidades futuras de la empresa; y (3) el medio ambiente obligan a las constructoras a cambiar continuamente sus procesos constructivos y adquirir o desarrollar nuevas tecnologías. El sector de la construcción en general y sus empresas, con la ayuda de institutos de investigación en particular, “deberían prestar atención al desarrollo de tecnologías propias o adaptadas de otros sectores industriales más desarrollados tecnológicamente, para encontrar mejores soluciones a los problemas que

⁷² Castro E., Fernández de Lucio I. (2001) “Innovación y sistemas de innovación”.Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

⁷³ Pavón J., Hidalgo A. (1997) “Gestión e innovación: un enfoque estratégico”. Ed. Pirámide, Madrid.

plantean las obras”⁷⁴. En consecuencia, la adecuada gestión de la innovación tecnológica constituye una de las claves del éxito de las empresas constructoras.

2.5.5 Gestión de la innovación

Las empresas han constatado que no es suficiente resolver los problemas, sino que lo prioritario es innovar, es decir, convertir estos conocimientos en nuevos productos o procesos que aumenten su rentabilidad. Se trata, no tanto de hacerse sabios, como de hacerse ricos. Se trata de desarrollar un sistema que permita la recopilación de ideas, su selección de acuerdo con unos criterios, su conversión en proyectos y su transformación en productos o procesos con éxito en el mercado⁷⁵.

Para innovar debe cambiar la cultura y el estilo de dirección de la empresa. La dirección debe estar dispuesta a asumir riesgos, debe darse un amplio margen de actuación a los miembros de la organización, debe incentivarse la creatividad y se debe evitar que la responsabilidad de un proyecto de innovación recaiga sobre una o dos personas, es decir, se debe compartir la responsabilidad⁷⁶.

La gestión de la innovación tiene que superar una serie de barreras. Entre ellas destaca, la resistencia al cambio de las organizaciones y las personas. La multidisciplinaridad que el proceso de innovación requiere para materializar la idea, el cambio de las estructuras organizativas que trasciende las unidades o los departamentos y el desafío de la implementación.

De acuerdo con Molina⁷⁷ la conexión entre gestión de la innovación, gestión de la tecnología y gestión de la I+D queda reflejada en la Figura 2.10. La innovación es parte de la estrategia general de la empresa. De esta manera, la empresa debe organizar sus competencias tecnológicas para practicar una gestión estratégica que aflore la generación de procesos de innovación tecnológica.

Se quiere resaltar que a través de un determinado patrimonio tecnológico, gestionado adecuadamente y al alcance de cualquier empresa es posible llevar a cabo proyectos de I+D de tal manera que, una vez finalizados y comprobados su viabilidad técnica y económica, se materialicen en innovaciones tecnológicas.

⁷⁴ Checa A. (1997) “Sector de la construcción: documento COTEC sobre necesidades tecnológicas”. COTEC, consultado el 30 de Mayo del 2006 en: <http://www.cotec.es/>.

⁷⁵ Escorsa P., Valls, J. (2003) “Tecnología e innovación en la empresa”. Ed. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

⁷⁶ Molina H. (1995) “La innovación tecnológica y sus implicaciones estratégicas empresariales: un enfoque descriptivo”. Institut de Cultura Juan Gil-Albert, Valencia.

⁷⁷ Molina H. (1995) “La innovación tecnológica y sus implicaciones estratégicas empresariales: un enfoque descriptivo”. Institut de Cultura Juan Gil-Albert, Valencia.

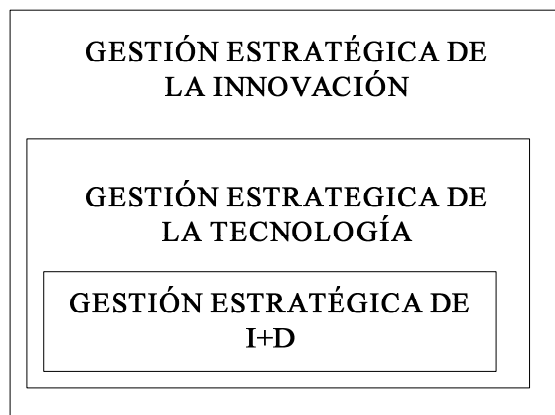


Figura 2.10. Relación entre gestión de la innovación, gestión de la tecnología y gestión de I+D⁷⁸

Las grandes empresas que innovan tienen la ventaja de disponer de recursos financieros y técnicos que le permiten absorber los altos costos fijos de la innovación, diversificar el riesgo en varios proyectos simultáneos, y promocionar y distribuir con más facilidad sus nuevos productos. En cambio, la pequeña empresa tiene la ventaja de la flexibilidad y adaptabilidad ante los cambios. La tabla siguiente muestra que las ventajas de las grandes empresas están vinculadas a la disponibilidad de recursos financieros y técnicos, mientras que las pequeñas empresas se centran en la flexibilidad y la adaptabilidad ante los cambios⁷⁹. Sin embargo, las pequeñas empresas son más efectivas en producir innovaciones^{80,81}. En la Tabla 2.1 se muestran las ventajas para unas y otras (entre paréntesis figuran las correspondientes desventajas).

2.6 CONOCIMIENTO Y SU GESTIÓN EN LA EMPRESA

El conocimiento es el elemento más valioso para la empresa y la sociedad en general. Siempre ha sido necesario para el funcionamiento de las organizaciones y se ha valorado. De hecho, en la última década, la gestión del conocimiento aparece como una disciplina muy atractiva para mejorar la competitividad de la empresa al promover el desarrollo y aplicación del capital intelectual tácito y explícito para asegurar los objetivos empresariales. Las organizaciones que han incorporado la gestión del conocimiento se ocupan ahora de crear conocimiento, transferirlo y utilizarlo de manera eficaz en la resolución de problemas, mejora continua e innovación. En general, las empresas deben desarrollar un ciclo interno de conocimiento (ver Figura 2.13), dependiente del contexto de la organización. Se espera que este ciclo permita desarrollar soluciones innovadoras a los problemas. No basta con encontrar las mejores soluciones, es necesario que se lleven a la práctica y las incorporen dentro de sus actividades diarias. Por ello, la gestión del conocimiento requiere comprender la relación entre conocimiento y problema; identificar los tipos de conocimiento, elaborar un ciclo de creación

⁷⁸ Molina H. (1995) "La innovación tecnológica y sus implicaciones estratégicas empresariales: un enfoque descriptivo". Institut de Cultura Juan Gil-Albert, Valencia.

⁷⁹ Molina H. (1995) "La innovación tecnológica y sus implicaciones estratégicas empresariales: un enfoque descriptivo". Institut de Cultura Juan Gil-Albert, Valencia.

⁸⁰ OECD (Organization for Economic Co-operation and Development), (1982) "Innovation in small and médium firms". OECD, París.

⁸¹ Utterback J. M. (1974) "Innovation in industry and difusión of technology". Science, 183, pp. 658-662.

Concepto	Pequeñas Empresas	Grandes Empresas
Marketing	Habilidad para reaccionar rápidamente al mantenerse informado de los cambios en los requerimientos de mercado. (El comienzo en mercados internacionales puede implicar costes prohibitivos) (*)	Medios de distribución y servicios completos. Alto nivel de poder de mercado con productos existentes
Administración	Falta de burocracia. Dinamismo, los gerentes emprendedores reaccionaran rápidamente para tomar ventaja en nuevas oportunidades aceptando el riesgo.	Los gerentes profesionales pueden controlar la organización y establecer estrategias corporativas. (Pueden sufrir exceso de burocracia). Frecuentemente controladas por contables quienes pueden ser adversos al riesgo. (Los directivos pueden llegar a ser meros administradores carentes de dinamismo con respecto a nuevas oportunidades a largo plazo).
Comunicación interna	Redes comunicativas internas e informales y eficientes. Proporcionan una rápida respuesta a la solución de problemas internos; presenta habilidades para reorganizarse rápidamente para adaptarse al cambio en el entorno externo.	(Comunicaciones internas complicadas; esto puede llevar a una lenta reacción ante amenazas y oportunidades externas)
Capacidad técnica	(Falta frecuente de especialistas técnicos cualificados. Incapaz de soportar una I+D formal a una apreciable escala)	Habilidad para atraer especialistas técnicos. Puede soportar la existencia de un gran laboratorio de I+D
Comunicación externa	(Carece del tiempo o de los recursos para identificar y usar importantes fuentes externas de competencia científica y tecnológica)	Habilidad para conectarse a fuentes externas de competencia científica y tecnológica. Pueden subcontratar I+D en centros especializados. Pueden comprar información técnica y tecnológica crucial.
Economías de escala y el enfoque de sistemas	(En algunas áreas las economías de escala constituyen sustanciales barreras de entrada. Incapacidad para ofrecer líneas o sistema de productos integrados)	Capacidad para conseguir economías de escala en I+D, producción y marketing. Habilidad para ofrecer una línea complementaria de productos. Capacidad para ofertar un gran conjunto de proyectos.
Crecimiento	(Dificultades para adquirir el capital externo necesario para un rápido crecimiento. Los emprendedores algunas veces son incapaces para arreglárselas con un incremento de la complejidad de la organización)	Capacidad para financiar la expansión de la producción. Capacidad para crecer vía diversificación y adquisición.
Patentes	(Pueden experimentar problemas a la hora de gestionar las patentes. No pueden afrontar el tiempo o los costes derivados de litigios sobre patentes)	Habilidad para emplear especialistas en patentes, puede afrontar litigios para defender sus patentes contra infractores.
Regulaciones gubernamentales	(No pueden hacer frente a complejas regulaciones)	Capacidad para establecer servicios legales y hacer frente a los requerimientos de las complejas regulaciones. Pueden difundir los costes de la regulación.

Tabla 2.1. Ventajas e inconvenientes de las pequeñas y grandes empresas en la innovación⁸²

⁸² Molina H. (1995) “La innovación tecnológica y sus implicaciones estratégicas empresariales: un enfoque descriptivo”. Institut de Cultura Juan Gil-Albert, Valencia.

del conocimiento dentro de la organización; y utilizar las herramientas del aprendizaje organizacional.

2.6.1 Problemas y conocimiento

Las empresas en su quehacer diario se enfrentan continuamente a problemas. En este sentido, el conocimiento puede ser entendido como la capacidad de resolver un conjunto de problemas⁸³. Por lo tanto, hablar del conocimiento es hablar de clases de problemas y sus soluciones.

Los problemas que pueden darse en la empresa, se pueden clasificar de acuerdo a su grado de estructuración en⁸⁴:

1. **Problemas estructurados**: Aquellos en los cuales el decisor puede definir con precisión y de forma operativa que entiende por solución adecuada.
2. **Problemas no estructurados**: Aquellos en los que no es posible definir a priori qué constituye una solución satisfactoria. La solución de problemas no estructurados requiere del decisor una búsqueda de la solución, una involucración personal con el problema a resolver.

Sobre el conocimiento, de acuerdo con Nonaka⁸⁵, se puede dividir en dos tipos:

1. **Conocimiento tácito**: Es aquél que pertenece a la naturaleza personal, difícil de formalizar y comunicar, estando profundamente radicado en acciones de las personas o grupos.
2. **Conocimiento explícito**: Es aquel que resulta fácilmente transferible y accesible a través de documentos, presentaciones, bases de datos.

La cantidad de conocimiento existente en una empresa tiene dos componentes uno intensivo y otro extensivo. El primero, está relacionado con el número de personas que poseen el conocimiento, y el segundo se refiere al nivel de conocimiento de cada individuo. Ambos aspectos, extensión e intensidad, deben considerarse en las decisiones. Por ejemplo, incrementar el número de personas de la empresa versadas en un conocimiento, aumenta evidentemente el “stock” total del mismo. Esta acción es adecuada si trata de aumentar la productividad. Por el contrario, la competitividad de la empresa dependerá de la intensidad del conocimiento de sus miembros.

Por último, el proceso básico de búsqueda de la solución consiste en la exploración entre un conjunto de posibilidades de una que resulte adecuada al decisor. El proceso de búsqueda va definiendo la propia estructura del problema, ampliando o restringiendo horizontes y concretando alternativas y posibilidades. En general las componentes funcionales del proceso de solución de cualquier problema son:

1. Objetivos y restricciones.
2. Estado de la solución del problema.
3. Medidas de distancia.
4. Conjunto de transformaciones.
5. Mecanismo de progreso.

⁸³ Muñoz-Seca B., Riverola J. (2003) “Del buen pensar y mejor hacer: mejora permanente y gestión del conocimiento”. Ed. McGraw-Hill, Madrid

⁸⁴ Muñoz-Seca B., Riverola J. (2003) “Del buen pensar y mejor hacer: mejora permanente y gestión del conocimiento”. Ed. McGraw-Hill, Madrid.

⁸⁵ Nonaka I. (1994) “A dynamic theory of organizational knowledge creation”. *Organization Science*, 5 (1), pp. 14 – 37.

6. Estado del conocimiento.

2.6.2 El ciclo de creación de conocimiento en las organizaciones

Una de las aportaciones más relevantes en la comprensión del proceso de generación de conocimiento dentro de las organizaciones es el modelo de Ikujiro Nonaka⁸⁶. Describe los caminos por los que el conocimiento es generado, transferido y re-creado en las organizaciones. El modelo asume lo siguiente:

1. Dos formas de conocimiento: tácito y explícito.
2. Una interacción dinámica.
3. Tres niveles de agregación social: individual, grupo y contexto.
4. Cuatro procesos de creación de conocimiento: socialización, externalización, combinación e internalización (modelo SECI).

Se propone que las empresas intensivas en conocimiento facilitan de forma consciente una interrelación entre el conocimiento tácito y explícito. Para que pueda ser rentabilizado al máximo, es necesario que se sustraiga del contexto de origen y se formalice, lo que significa que entre el conocimiento tácito y explícito obra un ciclo de conversión, basado en cuatro procesos. A continuación, se describe en apretado resumen tanto las implicaciones de cada una de estas operaciones, como la manera en que ocurren y el tipo de procesos que facilitan:

1. **Socialización del conocimiento (de tácito a tácito):** consiste en compartir conocimiento tácito y las experiencias que poseen los individuos con los demás miembros del grupo, a través del ejercicio práctico y la proximidad física. Ocurre a través de seminarios, foros, jornadas colectivas de reflexión, talleres de trabajo y presentaciones realizadas entre los técnicos e investigadores. Facilita la comprensión de los modelos mentales de las personas y el aumento de la visión propia sobre las experiencias compartidas.
2. **Externalización del conocimiento (de tácito a explícito):** supone la transformación de los conocimientos de los individuos y grupos en conocimiento codificado y explícito. Este ocurre a través de diálogos, de discusiones, de reflexión, de análisis y de la investigación sobre problemas técnicos complejos en que participa el personal. Facilita la búsqueda de soluciones técnicas a los problemas y la transferencia de los resultados o tecnologías.
3. **Combinación del conocimiento (de explícito a explícito):** utiliza los procesos sociales para sumar u combinar bloques de conocimiento explícito. Ocurre a través de talleres de trabajo, de construcción de prototipos, modelos, y otras formas de codificación del conocimiento generado. Facilita la sistematización de las principales líneas de productos y servicios de la organización.
4. **Internalización del conocimiento (de explícito a tácito):** supone la aplicación del saber explícito en el interior de los diferentes contextos de acción, como son las acciones, procesos e iniciativas estratégicas. Ocurre a través del trabajo en redes en donde la comunidad de practicantes puede explorar los límites de las soluciones desarrolladas. Facilita la consolidación del aprendizaje individual y colectivo de la organización.

⁸⁶ Nonaka I. (1994) "A dynamic theory of organizational knowledge creation". *Organization Science*, 5 (1), pp. 14 – 37.

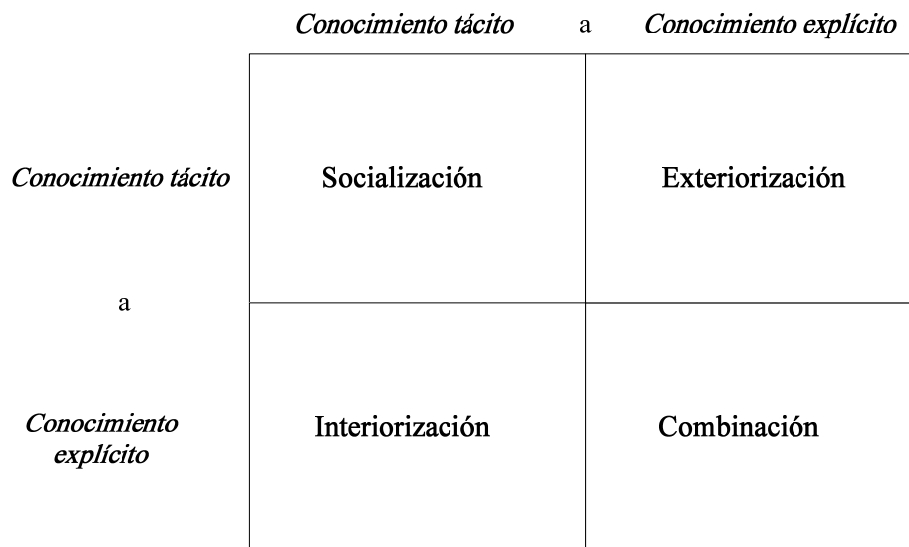


Figura 2.11. El proceso de creación de conocimiento⁸⁷

Como se observa, “los procesos impulsados por las diferentes operaciones ocurre gracias a la conjunción de distintas formas de comunicación que tiene lugar entre las personas en la organización”⁸⁸.

Nonaka⁸⁹ señala que la infraestructura organizacional desempeña un papel protagonista para que este ciclo de conversión se desarrolle de manera efectiva. Propone cinco condiciones requeridas para tal fin:

1. **Intención:** La creación del conocimiento tiene que estar conducida por la aspiración estratégica de la organización, de modo que el primer paso será lograr una visión compartida entre sus miembros.
2. **Autonomía:** Los miembros de la organización tienen que ser animados a actuar con autonomía en la medida que lo permita las circunstancias. Esto se traduce en favorecer la auto-organización y los equipos de trabajo interdisciplinarios.
3. **Fluctuación y caos creativo:** Un alto grado de interacción entre la organización y su medio externo asegura la renovación de las rutinas, hábitos y paradigmas de pensamiento. Esto incentiva la reflexión y el diálogo y estimula la creación de nuevos conceptos.
4. **Redundancia:** Asegura los flujos de información para que los requerimientos operacionales. Puede parecer una práctica ineficiente, pero para Nonaka y Takeuchi compartir formación redundante promueve compartir conocimiento tácito, lo que contribuye a una mejor articulación del mismo.
5. **Requisito de variedad:** La diversidad interna de capacidades es esencial para afrontar la variedad y complejidad del entorno competitivo. Construir competencias mediante la combinación de fuentes diversas de información anima la velocidad de los procesos de innovación.

⁸⁷ Nonaka, I. (1994) “A dynamic theory of organizational knowledge creation”. Organization Science, 5 (1), pp 14 - 37

⁸⁸ Catala I. (2006) “Un mecanismo para contribuir a la gestión del conocimiento y al impacto sobre la innovación de la empresa”. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

⁸⁹ Nonaka I. (1994) “A dynamic theory of organizational knowledge creation”. Organization Science, 5 (1), pp 14 - 37

La aportación crítica de Nonaka es la interacción dinámica entre las formas de conocimiento y los niveles organizacionales. Propone que la espiral resultante del intercambio del conocimiento tácito y explícito es la clave de la creación y re-creación del capital intelectual (ver Figura 2.12). En otras palabras, la creación del conocimiento organizacional es un proceso en espiral que se inicia a nivel individual y se mueve hacia delante pasando por comunidades de interacción cada vez mayores, y que cruzan los límites o fronteras de las secciones, de los departamentos, de las divisiones y de las organizaciones. Las empresas deberían reconocer la importancia de esta dinámica y poner al servicio los mecanismos que la hagan posible.

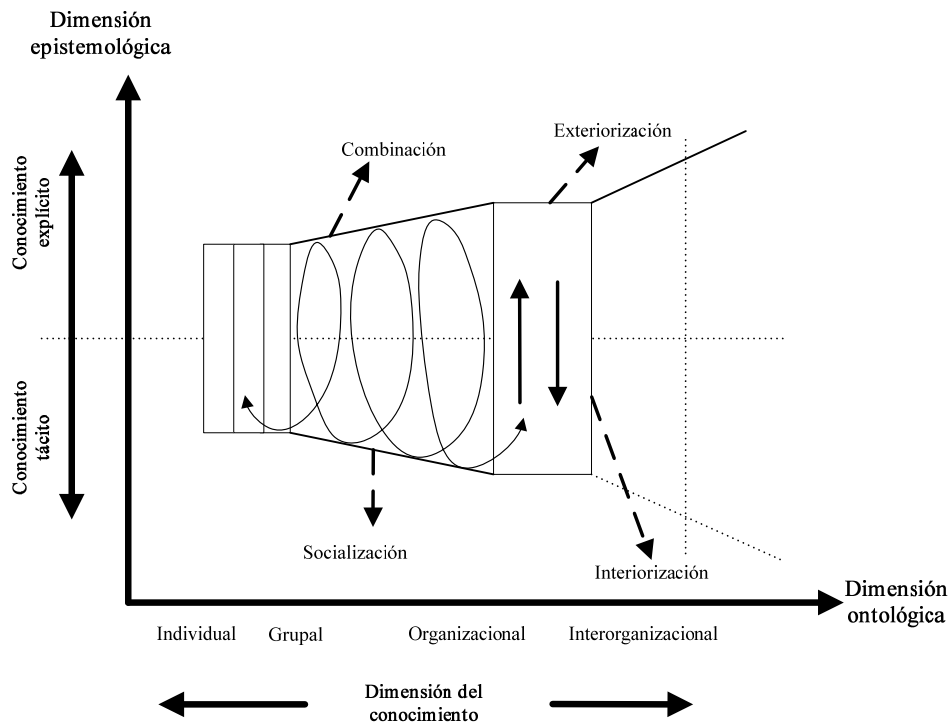


Figura 2.12. Espiral de la creación de conocimiento organizacional⁹⁰

Recientemente, Nonaka et al.⁹¹ han introducido el concepto de “Ba” que está relacionado con el concepto de lugar. Un “Ba” en la gestión del conocimiento es un espacio para conversión dinámica del conocimiento y las relaciones emergentes. Ellos definen cuatro “Ba”:

1. **“Ba” de origen:** es un espacio donde los individuos comparten sentimientos, emociones, experiencias y modelos mentales. Se corresponde con la fase de socialización del proceso de creación del conocimiento.
2. **“Ba” de interacción:** es el lugar donde el conocimiento tácito se convierte en explícito. Los dos factores claves son el diálogo y la metáfora.
3. **“Ba” virtual:** es un espacio de interacción en un mundo virtual. Implica la combinación de conocimiento explícito nuevo y existente para generar una mayor cantidad de este activo a través de la organización.
4. **“Ba” de ejercicio:** es un espacio que facilita la conversión del conocimiento explícito en tácito.

⁹⁰ Nonaka I. (1994) “A dynamic theory of organizational knowledge creation”. *Organization Science*, 5 (1), pp. 14 – 37.

⁹¹ Nonaka I., Toyama R., Cono N. (2000) “SECI, Ba and leardhship: a unified model of dynamic knowledge creation”. *Long Range Planning*, 33, pp. 5-34.

Para llevar a cabo el proceso de conversión del conocimiento son necesarios unos sistemas, estructuras y una cultura organizacional que favorezca el desarrollo de las cuatro fases.

2.6.3 La gestión del conocimiento

En los últimos años se ha redescubierto que lo más importante no son los recursos materiales de la empresa, sino sus personas, dotadas de conocimientos, creatividad, iniciativa, etc. Se espera que la sistemática retención del conocimiento y experiencias de los proyectos ejecutados permita a la organización determinar las mejores prácticas, documentar los mecanismos para la solución de problemas y, en consecuencia, mejorar su competitividad. Se define la gestión del conocimiento como “el proceso que continuamente asegura el desarrollo y aplicación de todo tipo de conocimientos pertinentes en una empresa, con objeto de mejorar su capacidad de resolución de problemas y así contribuir a la sostenibilidad de sus ventajas competitivas”⁹². Sin embargo, es necesario extender la definición y considerar el aprendizaje organizativo. Este se preocupa de los mecanismos mediante los cuales las personas, grupos y organizaciones adquieren el conocimiento del exterior o bien los crean internamente⁹³ e incluye “la capacidad para modificar el comportamiento de la organización para reflejar los nuevos conocimientos y su entendimiento”⁹⁴. Con la gestión del conocimiento se pretenden cuatro objetivos básicos:

1. Adquirir nuevas posibilidades, es decir, innovar.
2. Obtener información en el tiempo y momentos adecuados, para aumentar la capacidad de respuesta de la empresa.
3. Economías de alcance, aumento y mejoramiento de la productividad.
4. Competitividad.

En general, la gestión del conocimiento supone una ampliación de la teoría de la empresa basada en los recursos, y se centra en el conocimiento como recurso estratégico más importante⁹⁵. El conocimiento nace de la búsqueda de la solución a cada uno de los problemas que la aquejan. Es por medio del ciclo interno del conocimiento por el que las empresas pueden encontrar las soluciones que mejoraran su competitividad (ver Figura 2.13). El ciclo comienza con la identificación del problema e incluye el reconocimiento de planes de acción o soluciones, la implantación de la solución, el aprendizaje, la retención de lo aprendido y la mejora de las formas de comunicación, a través del uso de metodologías de trabajo participativo y colaborativo, como las tecnologías de la información.

La gestión del conocimiento realza la importancia del saber de los empleados para incrementar la efectividad, productividad y competitividad de la empresa. De hecho, varios autores hacen referencia a:

1. **Los recursos tangibles:** Recursos que se encuentran identificados en los balances de las empresas.
2. **Los recursos intangibles:** Se incluyen recursos como conocimiento, equipo humano, la clientela, la imagen, etc. Suelen permanecer invisibles en la información contable, debido a la dificultad de su valoración.

⁹² Escorsa P., Valls J. (2003) “Tecnología e innovación en la empresa”. Ed. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

⁹³ Crossan M., Lane H., White R. (1999) “An organizational learning framework: from intuition to institution”. *Academy of Management Review*, 24, (3), pp. 522-537.

⁹⁴ Garvin D. A. (1993). “Building a learning organization”. *Harvard Business Review*, 71(4), pp. 78-91.

⁹⁵ Benavides C., Quintana C. (2003) “Gestión del conocimiento y calidad total”. Ed. Díaz Santos, Madrid

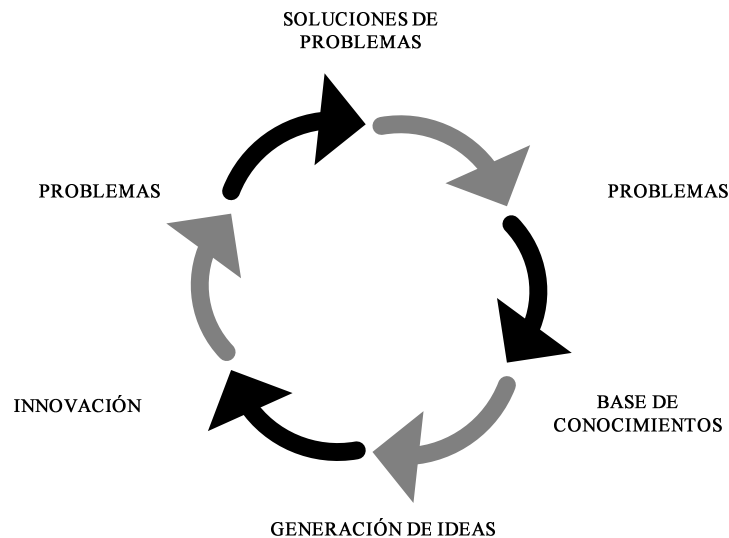


Figura 2.13. Ciclo de generación del conocimiento o ciclo interno⁹⁶

Para Jean-Yves Back⁹⁷ “la organización y la gestión del conocimiento se divide en dos tipos de fuentes. El primer tipo es la fuente interna de la empresa, depende de la gestión documental y el segundo, externa, interesa al sistema de vigilancia y de control del entorno”. Por lo tanto, el éxito de la gestión del conocimiento supone el desarrollo de una infraestructura técnica y una cultura organizacional, apoyada por la dirección, que permita la transmisión del conocimiento. De manera que el conocimiento disponible y generado pueda ser utilizado por la organización en la mejora de su desempeño. La consecución de estos objetivos pasa por el logro de los siguientes fines⁹⁸:

1. Soporte de almacenamiento.
2. Acceso.
3. Gestión.
4. Cultura y motivación.

Las organizaciones han adoptado, según Scarbrough et al.⁹⁹, dos estrategias diferentes para la implementación de la gestión del conocimiento:

1. **Empuje de proveedores (“supply-driven”)**: Una estrategia enfocada en el uso de las tecnologías de la información para facilitar la captura, acceso y re-uso de la información y el conocimiento^{100,101}. Se asume que el principal problema es el flujo de información y conocimiento dentro de la organización. Esta orientado a la captura, codificación y transmisión del conocimiento con el apoyo de tecnologías de la información, es decir, el uso de bases electrónicas, intranet y herramientas que faciliten el compartir del conocimiento.
2. **Empuje de demanda (“demand-driven”)**: Como segunda estrategia, las empresas se han apoyado en el recurso humano y por ende, buscan que los empleados desarrollen y

⁹⁶ Muñoz-Seca B., Riverola J. (2003) “Del buen pensar y mejor hacer: mejora permanente y gestión del conocimiento”. Ed. McGraw-Hill, Madrid.

⁹⁷ Back J. (2000) “Gestión del conocimiento”. Ed. AENOR, Madrid.

⁹⁸ Benavides C., Quintana C. (2003) “Gestión del conocimiento y calidad total”. Ed. Díaz Santos, Madrid.

⁹⁹ Scarbrough H., Swan J., Preston, J. (1999) “Knowledge management: a literatura review”. Institute of Personal and Development, Londres.

¹⁰⁰ Earl M. (2001) “Knowledge management strategies: toward a taxonomy”. Journal of Management Information System, 19 (1), pp. 215-233.

¹⁰¹ O’Leary D. E. (2001) “How knowledge reuse informs effective system design and implementation”. IEEE-Intelligent Systems and Their Applications, 16(1), pp. 44-99.

mejoren el conocimiento existente y utilicen su conocimiento para alcanzar los objetivos^{102,103}. Contempla el conocimiento desde la perspectiva del interés y aptitud del usuario. Se promociona y premia la transferencia del conocimiento entre miembros de la organización. El manejo del conocimiento tácito puede ser importante en proyectos de construcción y Bresnen et al.¹⁰⁴ sugieren que una estrategia apoyada en las buenas relaciones sociales entre los miembros del proyecto podría ser más efectiva que el uso de mecanismos de codificación del conocimiento.

Estudios en empresas constructoras del Reino Unido señalan que la mejora continua, compartir la experiencia en los proyectos de construcción (conocimiento tácito) y reducir el trabajo rehecho podría ser el fruto de un sistema de gestión del conocimiento¹⁰⁵. Además, el desarrollo de un sistema de gestión del conocimiento permitiría la habilidad para identificar y asimilar los conocimientos básicos y del exterior.

La gestión del conocimiento resulta particularmente difícil para las empresas constructoras grandes o geográficamente dispersas¹⁰⁶. Si consideramos la naturaleza de cada una de las etapas del proceso proyecto-construcción (diseño, construcción, explotación y rehabilitación) vemos discontinuidades en el desarrollo del conocimiento, su transferencia dentro y entre las empresas o desde un proyecto próximo¹⁰⁷. Por otro lado, existen tareas donde se debe encontrar “quien sabe hacerlo” y necesitan compartir los empleados las lecciones aprendidas¹⁰⁸. Además, en la mayoría de las constructoras “el conocimiento asociado con el **qué y porqué hacer** tiende a ser codificado, mientras que el conocimiento asociado con el **cómo** tiende a no ser codificado o tácito”¹⁰⁹. Una de las consecuencias de carecer de una sistemática integración del conocimiento y experiencias adquiridas en los proyectos es que aparece una gran discrepancia entre la planificación previa y su ejecución posterior.

Por lo tanto, las empresas constructoras deben elaborar técnicas para la identificación de problemas, la adopción y/o desarrollo de soluciones que mejoren la eficiencia y calidad de los procesos o servicios; por ello deben implementar metodologías que permitan la transferencia del conocimiento desde los proyectos a la empresa y viceversa o entre proyectos de similar naturaleza. Para Gann¹¹⁰ la habilidad de la empresa para encontrar nuevas demandas y mejorar su desempeño por medio de la gestión de la innovación esta estrechamente relacionada con el desarrollo de habilidades técnicas.

¹⁰² Beijerse R. P. (1999) “Questions in knowledge management: defining and conceptualizing a phenomenon”. *Journal of Knowledge Management*, 3 (2), pp. 34-104.

¹⁰³ Harman C., Brelade S. (2000) “Knowledge management and the role of HR: securing competitive advance in the knowledge economy”. *Financial Times/Prentice-Hall*, Harlow, U.K.

¹⁰⁴ Bresnen M., Edelman L., Nuevaell S., Scarbrough H., Swan J. (2003) “Social practices and management of knowledge in project environments”. *International Journal of Project Management*, 21 (3), pp. 157-166.

¹⁰⁵ Carrillo P., Chinowsky P. (2006) “Exploiting knowledge management: the engineering and construction perspective”. *Journal of Management in Engineering*, 22 (1), pp. 2-10.

¹⁰⁶ Carrillo P., Chinowsky P. (2006) “Exploiting knowledge management: the engineering and construction perspective”. *Journal of Management in Engineering*, 22 (1), pp. 2-10.

¹⁰⁷ Gann D., Salter A. (2000) “Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and system”. *Research Policy*, 29, pp. 955-972.

¹⁰⁸ Carrillo P., Chinowsky P. (2006) “Exploiting knowledge management: the engineering and construction perspective”. *Journal of Management in Engineering*, 22 (1), pp. 2-10.

¹⁰⁹ Gann D., Salter A. (2000) “Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and system”. *Research Policy*, 29, pp. 955-972.

¹¹⁰ Gann D., Salter A. (2000) “Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and system”. *Research Policy*, 29, pp. 955-972.

Kamara¹¹¹ sugiere que un sistema de gestión del conocimiento en empresas constructoras debe considerar las características de la organización, unir la estrategia de gestión del conocimiento a los problemas de negocio, integrar tecnología con los procesos de negocio y proyecto, y elaborar metodologías para capturar el conocimiento desde los proyectos. Robinson et al.¹¹² señalan que la implantación de un sistema de gestión del conocimiento debería considerar los siguientes factores:

1. Una estrategia clara, en especial, los objetivos de su implementación.
2. Recursos, incluyendo presupuesto y estructura administrativa que soporta su implantación.
3. El reconocimiento de su necesidad por parte de la organización.
4. El uso de herramientas tecnológicas o no para apoyar la gestión del conocimiento. Las primeras permitirán la transformación del conocimiento en explícito mientras que las segundas capturarán el conocimiento tácito.
5. Existencia de parámetros para medir el desempeño del sistema de gestión del conocimiento.

En resumen, el proceso de gestión del conocimiento requiere de las siguientes etapas: identificación y medición, generación, captura y almacenaje, acceso y transferencia, y aplicación e integración del conocimiento.

2.6.4 El aprendizaje organizativo

Las empresas buscan continuamente mejorar su desempeño y ganar una ventaja sobre sus competidores. Para ello, desarrollan programas de mejora, solucionan problemas, realizan reingeniería de procesos o implementan nuevas prácticas. Desafortunadamente, a veces fallan por la falta de capacidad para aprender de los miembros de la organización. Un concepto fundamental para profundizar en distintos tipos de cambio es el aprendizaje¹¹³. Cambiar, y más de forma radical, implica aprender de nuevo (y, quizás más importante, “desaprender”); también implica adoptar nuevos comportamientos y educar para desarrollar nuevos actos reflejos. Lo anterior, significa romper nuestras propias teorías con las que entendemos nuestra realidad cotidiana.

Tradicionalmente el aprendizaje se considera como el cambio de comportamiento o respuesta del individuo a situaciones o requerimientos del entorno que son similares a otras anteriores. En consecuencia, la existencia del aprendizaje no viene dada por el cambio de comportamiento debido a un cambio del entorno, si no más bien, cuando el cambio es originado por una situación esencialmente similar a una pasada.

Las organizaciones se caracterizan por responden de la misma forma ante diferentes estímulos¹¹⁴. Estas desarrollan sistemas de respuestas, llamadas rutinas, que enfatizan la respuesta constante. En otras palabras, las rutinas son modelos estables de comportamiento que caracterizan la respuesta o reacción de la organización a los estímulos internos o

¹¹¹ Kamara J., Augenbroe G. (2002) “Knowledge management in the architecture, engineering and construction industry”. *Construction Innovation*, 2, pp. 53-67.

¹¹² Robinson H., Carrillo P., Al-Ghassani A. (2005) “Knowledge management practices in large construction organization”. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 12 (5), pp. 431-445.

¹¹³ Andreu R., Ricart, J., Valor J. (1997) “La organización en la era de la información”. Instituto de Estudios Superiores de la Empresa, Ed. McGraw-Hill, Madrid.

¹¹⁴ Weick K. (2001) “The nontradicional quality of organization learning”. *Organization Science*, 2 (1), pp. 116-124.

externos¹¹⁵. Cuando un cambio es necesario, normalmente, se recurre a la adición, eliminación o modificación de rutinas. Las rutinas pueden estimular la innovación al proveer la oportunidad de estandarizar y desarrollar procesos de mejora¹¹⁶.

El desarrollo de una cultura de aprendizaje requiere pasar desde una fuerza de trabajo que solo realiza rutinas a otra que cuestiona la relevancia de los procesos de negocios.

2.6.4.1 El concepto de aprendizaje

Las organizaciones pueden aprender de sus miembros o mediante la captación de nuevos miembros que posean el conocimiento que la organización necesita o carece¹¹⁷. Andreu y Ciborra¹¹⁸ distinguen tres niveles de aprendizaje en una organización:

1. En primer lugar están las prácticas de trabajo, aprendidas por parte de las personas que desarrollan su actividad en la empresa, a menudo organizándose (en grupos, por ejemplo) convenientemente.
2. En segundo lugar se encuentra el desarrollo de las capacidades. Los miembros de la organización comprenden cómo y por qué las prácticas de trabajo ya establecidas y son capaces de aplicarlas a contextos distintos.
3. Por último, se encuentran las capacidades estratégicas, en que la empresa basa sus ventajas competitivas.

Si aprender individualmente y desarrollar capacidades organizativas es difícil, resulta todavía más difícil cambiar la teoría de negocio de una empresa. Drucker¹¹⁹ señala que las organizaciones basan sus actividades en tres hipótesis que difícilmente cambian: sobre el entorno en el que la organización opera, sobre su misión como organización, y sobre las características distintivas necesarias para lograr dicha misión en ese entorno. Drucker llama a este conjunto de hipótesis la teoría de negocio. Muchas empresas han fracasado a causa de su incapacidad para contrastar sus hipótesis de negocio con el entorno real y cambiarlas.

Andreu y Ricart¹²⁰ distinguen dos tipos de cambio radical, uno de planteamiento, y otro de procedimiento. El primero, hace referencia a cambios en la teoría de negocio y requerirá normalmente ajustes en el planteamiento competitivo de la empresa, es decir, modifica su estrategia competitiva. El segundo, se refiere a los cambios en las capacidades estratégicas de la empresa, pero no de la teoría de negocio; simplemente hemos dado con un nuevo procedimiento para competir dentro del mismo concepto de negocio.

En consecuencia, la implantación de una innovación implica un aprendizaje fundamental a todos los niveles, incluyendo el de nuevas hipótesis personales, desarrollo de nuevas capacidades y cambio de las hipótesis de negocio. El cambio de la organización para

¹¹⁵ Zollo M., Winter S. (2002) "Deliberate learning and evolution of dynamic capabilities". *Organization Science*, 2 (1), pp. 116-124.

¹¹⁶ Gann D., Salter A. (2000) "Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and system". *Research Policy*, 29, pp. 955-972.

¹¹⁷ Simon H. (1991) "Bounded rationality and organizational learning". *Organization Science*, 2 (1), pp. 125-134.

¹¹⁸ Andreu R., Ciborra C. (1995) "The role of IT in creating an effective knowledge base for the learning organization". *European Forum for Management Development (EFMD) Review: EFMD Forum 95/1*.

¹¹⁹ Drucker P.F. (1994) "The theory of the business". *Harvard Business Review*, 72 (5) pp. 95-104.

¹²⁰ Andreu R., Ricart J., Valor J. (1997) "La organización en la era de la información". Instituto de Estudios Superiores de la Empresa, Ed. McGraw-Hill, Madrid.

incorporar un sistema de I+D+i requiere un “cambio cultural”. Para obtener un verdadero cambio cultural debemos ser capaces de cambiar el comportamiento de las personas involucradas en las unidades que han de cambiar¹²¹. Lo más importante del proceso de innovación es el cambio de actitudes personales.

2.6.4.2 *El proceso de aprendizaje*

Las organizaciones en su proceso de aprendizaje deben desarrollar capacidades dinámicas, definidas como las actividades estables de aprendizaje que permiten desarrollar y adaptar las rutinas operacionales para mejorar su efectividad¹²². Zollo y Winter¹²³ señalan que los mecanismos de aprendizaje son clave para el desarrollo de las capacidades dinámicas. La efectividad de las capacidades dinámicas depende de las características de las tareas desarrolladas. En los proyectos, caracterizados por ser temporales y con un número elevado de tareas heterogéneas, lo más efectivo en el proceso de aprendizaje es la articulación y codificación del conocimiento¹²⁴.

Las organizaciones que aprenden desarrollan cinco actividades principales¹²⁵:

1. **La resolución sistemática de problemas:** Descansa sobre la mejora de calidad. En especial, el uso del método científico, la recogida de datos y el uso de herramientas estadísticas para organizarlos y mostrar relaciones. De esta forma, los miembros de la organización son capaces de ver más allá de las causas obvias de un problema y generar soluciones satisfactorias.
2. **La experimentación de las nuevas soluciones:** Su objetivo es la búsqueda y ensayo de nuevas soluciones o conocimientos. A diferencia de la resolución sistemática que es motivada por dificultades, la experimentación surge por la oportunidad de investigación.
3. **Aprendizaje desde la experiencia:** Las empresas revisan sus éxitos y fracasos, evaluándolas sistemáticamente y registrando las lecciones de forma que los empleados puedan acceder rápidamente a ellas.
4. **Aprendizaje de las mejores prácticas de otros:** La búsqueda de experiencias o conocimiento del entorno permite a la organización ganar nuevas perspectivas para la generación de ideas y soluciones.
5. **Transferencia del conocimiento a través de la organización:** Esta debe ser rápida y eficiente. Existen varios mecanismos: documentos, videos, conferencias, etc.

El almacenaje del conocimiento es relevante en las organizaciones con múltiples unidades, debido a que el conocimiento adquirido en una unidad puede ser de utilidad para otras. La memoria reside en los miembros de la organización, y solamente un pequeño porcentaje del conocimiento se plasma en procedimientos escritos. Sin duda, la rotación del personal es un enemigo de la memoria colectiva y, por ello, las organizaciones deben desarrollar mecanismos para retenerla. Desplegar actividades para la articulación y codificación del

¹²¹ Andreu R., Ricart J., Valor J. (1997) “La organización en la era de la información”. Instituto de Estudios Superiores de la Empresa. Ed. McGraw-Hill. Madrid.

¹²² Zollo M., Winter S. (2002) “Deliberate learning and evolution of dynamic capabilities”. *Organization Science*, 2 (1), pp. 116-124.

¹²³ Zollo M., Winter S. (2002) “Deliberate learning and evolution of dynamic capabilities”. *Organization Science*, 2 (1), pp. 116-124.

¹²⁴ Prencipe A., Tell F. (2001) “Inter-project learning: process and outcomes of knowledge codification in project-based firms”. *Research Policy*, 30, pp. 1373-1394.

¹²⁵ Garvin D. A. (1993). “Building a learning organization”. *Harvard Business Review*, 71(4), pp. 78-91.

conocimiento requiere de más recursos (tiempo) y esfuerzo cognitivo que la acumulación y rutinización del conocimiento y la experiencia.

Para evitar los riesgos asociados a la innovación radical de procesos, las empresas prefieren no plantearse cambios radicales sin antes haber cubierto una formación y aprendizaje basado en la mejora continua. Es decir, los programas de mejora de la calidad son una palanca formativa, pues se fundamentan en la visión de procesos, se orientan hacia el cliente y establecen medidas fundamentales de resultados. En este sentido, será más fácil la innovación de los procesos. No obstante, ésta requiere un salto cualitativo que no puede producirse espontáneamente.

Las barreras fundamentales para implantar un proceso de cambios provenían tanto de los mandos intermedios como de otros empleados, especialmente vía sindicatos. En todos los casos, estas dificultades estaban asociadas a una incomprensión de la visión que dirigía el cambio y un miedo real a perder el empleo¹²⁶.

Los proyectos de construcción presentan la singularidad de que cada obra es un proceso productivo específico, donde cada uno de los participantes se ve involucrado en la realización de una obra única en un lugar concreto. Además, el uso de la mano de obra es intensivo, presenta baja capacitación y una gran movilidad. Todos estos factores son barreras que hacen necesaria una nueva cultura que establezca los hábitos de la retroalimentación y de la recogida de datos de cada proyecto realizado, con el fin de ser utilizado en el siguiente, para que cada proyecto no sea una novedad completa, ni cada oferta de presupuesto un juego de azar.

2.7 *NORMALIZACIÓN*

Para Senlle y Stoll¹²⁷ la normalización corresponde a toda actividad que aporta soluciones para aplicaciones repetitivas que se desarrollan, fundamentalmente, en el ámbito de la ciencia, la tecnología y la economía, con el fin de conseguir una ordenación óptima en un determinado contexto. Es un elemento clave en la competitividad de las empresas al permitir la previsibilidad y fiabilidad de procesos y productos, la mejora continua, la simplificación, la satisfacción creciente de las demandas y necesidades del cliente, la optimización y automatización de procesos, etc. Por lo tanto, la normalización pretende asegurar la economía, ahorrar gastos, evitar el desempleo y garantizar el funcionamiento rentable de las empresas.

La normalización de los sistemas de gestión de la empresa permitirá mejorar su competitividad a través de la entrega del marco de referencia, criterios y herramientas para la identificación, elaboración y rutinización de cada una de las actividades involucradas. De esta forma, cada organización podrá controlar y mejorar los diferentes aspectos del sistema de gestión y, sin duda, facilitará su integración con los procesos de la empresa.

Algunos estudios¹²⁸ señalan que la normalización define las condiciones de los mercados y con respecto a la innovación, tiende a canalizarla, más que prevenirla. Otros trabajos¹²⁹

¹²⁶ Andreu R., Ricart J., Valor J. (1997) “La organización en la era de la información”. Instituto de Estudios Superiores de la Empresa, Ed. McGraw-Hill, Madrid.

¹²⁷ Senlle A., Stoll G. (1994) “Calidad total y normalización: ISO 9000. Las normas para la calidad en la práctica”. ED Gestión 2000, Barcelona.

¹²⁸ National Standardization Strategic Framework (UK) “Standards and innovation”. Consultado el 30 de Mayo del 2006 en: <http://www.nssf.info/pdfs.html/>

¹²⁹ Kondo Y. (2000) “Innovation versus standardization”. The TQM Magazine, 12 (1), pp 6-10.

señalan que innovación y normalización son mutuamente excluyentes y complementarios. Ambos conceptos buscan mejorar la competitividad de la empresa, sin embargo, lo hacen de manera diferente. Por un lado, la normalización puede ser vista como una fuerza que busca estabilizar procesos y productos al fijar la calidad de ellos, es decir, las condiciones, restricciones, comportamiento y resultados esperados. También, la normalización soporta la innovación al proveer un mecanismo para la difusión de los requerimientos necesarios para la aceptación de productos y servicios, crear grandes mercados, diseminar la información técnica reduciendo incertezas y variabilidad en los costes para productores y usuarios; así como difundir la tecnologías que deben ser asimiladas por la empresa¹³⁰. Es decir, las normas proveen un marco de referencia estable para el desarrollo de las innovaciones. Por otro lado, la innovación actúa en sentido contrario, utilizando la creatividad de las personas para mejorar los procesos o los productos a través de un cambio radical. Finalmente, la innovación significa un cambio y obsolescencia de las prácticas y normas aceptadas por la industria. Pero, normalización e innovación se complementan cuando la primera provee a la segunda la base para mejorar radicalmente los procesos y productos.

2.7.1 Definición

La normalización entendida como acción encaminada a poner orden en el caos, es un proceso que merece nuestra atención en razón de los elevados beneficios que puede reportarnos. Para el Diccionario de la Lengua, su razón de ser es “La regularización o puesta en buen orden de aquello que no lo estaba”. Siguiendo esta idea, la normalización se define generalmente como la actividad que pretende establecer un proceso por el cual se unifican criterios respecto a determinadas materias y se posibilita la utilización de un lenguaje común en un campo de actividad concreto. Las finalidades de la normalización son¹³¹:

1. Simplificar.
2. Comunicar.
3. Economía en la producción.
4. Seguridad, salud y protección de la vida.
5. Protección de los intereses de los consumidores.
6. Eliminación de barreras comerciales.

La normalización constituye un pacto plasmado en un documento técnico, mediante el cual fabricante, consumidores, usuarios y administración acuerdan las características técnicas que deberá reunir un producto o un servicio. La expresión práctica de la normalización está constituida por la Norma. En España, las actividades de normalización esta a cargo de la Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR.

Las normas son documentos técnicos que tienen las siguientes características:

1. Contienen especificaciones técnicas de aplicación voluntaria.
2. Son elaboradas por consenso de las partes interesadas.
3. Están basadas en los resultados de la experiencia y el desarrollo tecnológico.
4. Son aprobadas por un organismo nacional/regional/internacional de normalización reconocido.

¹³⁰ European Comisión (2005) “Guide for proposers for coordination actions: research and innovation”. Consultado el 30 de Mayo en: <http://cordis.europa.eu7>

¹³¹ AENOR (1993) “Normalización y certificación: conceptos básicos”. Ed. AENOR, Madrid.

La normalización, y específicamente las normas, ofrecen un lenguaje común de comunicación entre las empresas, la Administración y los usuarios y consumidores; establece un equilibrio socioeconómico entre los distintos agentes que participan en las transacciones comerciales y son un patrón de confianza entre cliente y proveedor.

2.7.2 Certificación

La certificación es la acción de acreditar, por medio de un documento fiable emitido por un organismo autorizado, que un determinado producto o servicio cumple con los requisitos o exigencias definidos por una norma o una especificación técnica. Por lo tanto, proporciona confianza al cliente en la gestión y los productos de la empresa. Sus objetivos son:

1. Estimular al productor a implantar la norma.
2. Mejora la imagen de la empresa.
3. Mejorar la competitividad de la empresa al estandarizar los procesos y productos.
4. Proteger al consumidor de los productos o servicio, garantizando que cumplen la norma.
5. Facilitar la compra al consumidor.

El proceso de certificación se inicia tras la recepción de la solicitud de la empresa. Dicho proceso consta de una serie de fases que culminan en la concesión del certificado y que puede resumirse en:

1. **Análisis de la documentación:** la documentación de carácter general del sistema es sometida a un análisis, reflejando en un informe las observaciones detectadas. Esta fase puede realizarse en la empresa o en las oficinas de la empresa certificadora.
2. **Visita previa:** Los auditores visitan la empresa con los siguientes objetivos:
 - a. Comprobar el grado de implantación y adecuación del sistema.
 - b. Coordinar el plan de auditoría inicial.
 - c. Aclarar cuantas dudas pueda tener la empresa sobre el proceso de certificación.
3. **Auditoría inicial:** El equipo auditor evalúa el sistema conforme a los requisitos de la norma aplicable. Las no conformidades encontradas se reflejan en un informe que será comentado y entregado a la empresa en la reunión final de auditoría.
4. **Plan de acciones correctoras:** La empresa dispone de un plazo establecido para presentar a la certificadora un plan de acciones correctoras dirigidas a subsanar las no conformidades encontradas.
5. **Concesión:** Los servicios de la empresa certificadora evalúan el informe de auditoría y plan de acciones correctoras, procediendo en su caso, a la concesión del certificado correspondiente.
6. **Vigencia:** El certificado tiene un periodo de validez típico de tres años desde la fecha de su concesión. Durante su vigencia se realizan auditorías de seguimiento anual.
7. **Renovación:** Al finalizar el periodo de tres años se procede a realizar una auditoría de renovación de certificado.

2.7.3 Normas de calidad e innovación

2.7.3.1 Normas de calidad

El conjunto de normas ISO 9000 establecen precisiones sobre el concepto, principio, estructura, componentes e implantación de un sistema de gestión de la calidad. Este modelo fue creado por ISO (International Organization for Standardization) y se compone de:

1. La norma **ISO 9000** describe los fundamentos y especifica la terminología de los sistemas de gestión de la calidad.
2. La norma ISO 9001 especifica los requisitos para los sistemas de la calidad aplicables a todas las organizaciones que necesiten demostrar su capacidad para proporcionar productos que cumplan los requisitos de sus clientes y los reglamentarios que le sean aplicación, y su objetivo es aumentar la satisfacción del cliente.
3. La norma ISO 9004 proporciona las directrices que consideran tanto la eficacia como la eficiencia del sistema de gestión de la calidad. El objetivo es la mejora del desempeño de la organización y la satisfacción de los clientes y de otras partes interesadas.
4. La norma ISO 19011 proporciona orientación relativa a las auditorías de los sistemas de gestión de la calidad y de gestión medioambiental.

Resulta importante señalar que entre las deficiencias detectadas habitualmente se encuentran¹³²:

1. **Excesiva burocratización**: El carácter generalista del sistema, requiere la existencia de normas muy precisas y mecanismos de control y registro de cierta complejidad.
2. **El certificado se da demasiado pronto**: La auditoría realizada por el organismo certificador sólo se dedica a repasar la documentación y encontrar unas cuantas evidencias de nuevos procesos, pero no profundiza suficiente para saber si los procesos se han mejorado realmente.
3. **El sistema ISO no es un sistema de calidad total**: Este sistema deja fuera aspectos cruciales como: la calidad en el marketing, la mejora continua de la calidad, la calidad de servicios internos y aspectos estratégicos.

2.7.3.2 Normas de innovación

En 1989, el British Standards Institution (BSI) publicó la normas BS 7000-1 “Diseño de un sistema de gestión: guía para la gestión de la innovación”; esta norma fue editada posteriormente con modificaciones. Aconseja sobre “el desarrollo de productos innovadores y competitivos que satisfagan las necesidades futuras de los clientes”. Aunque, esta norma trata factores claves para la gestión de innovación, como por ejemplo: roles, tipos, procesos, organización, herramientas y técnicas, presenta dos debilidades¹³³:

1. No considera la innovación y su gestión como un proceso continuo.
2. Más que una norma, puede ser considerada como un documento académico sobre la innovación y su gestión.

Otra norma británica, la BSI 7000-4 “Diseño de sistemas de gestión: Guía para la gestión del diseño en innovación”, publicada en 1999, trata aspectos específicos aplicables a la construcción.

Tres aspectos distinguen a este grupo de normas:

1. El alcance de la norma es el diseño de productos, aunque, la norma BS 7000-4 esta focalizada a la construcción.
2. Proveen una estructura para la gestión de la innovación.
3. Son complementarias y descansan sobre la norma ISO 9001.

¹³² Badia A., Bellido S. (1999) “Técnicas para la gestión de la calidad”. Editorial Tecnos, Madrid.

¹³³ Pellicer E., Yepes V., Correa Ch. (2006) “Challenges of standardising the innovation management in the Spanish construction industry”. International Council for Research and Innovation in Building and Construction, 26-29 de Noviembre, Dubai.

En los últimos años, en España, se ha procedido a la normalización de la I+D+i, con el objetivo de sistematizar y homogeneizar criterios en dichas actividades, fomentar la transferencia de tecnológica y obtener una herramienta que permita a la administración pública valorar proyectos de I+D+i. En este sentido, utilizando las metodologías aplicadas en la gestión de la calidad y del medio ambiente, y considerando que la innovación como un proceso que puede ser sistematizado. AENOR con el apoyo del Ministerio de Ciencia y Tecnología, ha elaborado las Norma UNE 166000: Gestión de la I+D+i y que esta constituida por:

1. UNE 166000:2006 Gestión de la I+D+i: Terminología y definiciones de las actividades de I+D+i.
2. UNE 166001:2006 Gestión de la I+D+i: Requisitos de un proyecto de I+D+i.
3. UNE 166002:2006 Gestión de la I+D+i: Requisitos del sistema de gestión de la I+D+i.
4. UNE 166003 EX:2003 Gestión de la I+D+i: Competencia y evaluación de auditores de proyectos de I+D+i.
5. UNE 166004 EX:2003 Gestión de la I+D+i: Competencia y evaluación de auditores de sistemas de gestión de I+D+i.
6. UNE 166005 IN:2004. Gestión de la I+D+i: Guía de aplicación de la norma UNE:166002 EX:2002 al sector de bienes de equipo.
7. UNE 166006 EX:2006. Gestión de la I+D+i: Sistemas de vigilancia tecnológica.

Conforme a esta norma, existen dos tipos de certificación:

1. Certificación de proyectos de I+D+i según la Norma UNE 166001.
2. Certificación de sistema de gestión de la I+D+i según la norma UNE 166002.

Se busca que esta norma se transforme en la herramienta para que las empresas certificadas por la Norma ISO 9001 cambien hacia una actitud más activa y centrada en la mejora continua de sus procesos por medio de las actividades de I+D+i.

El Instituto Portugués de la Calidad publicó el 30 de Enero de 2007 cuatro nuevas normas sobre las actividades de investigación, desarrollo e innovación. Están basadas en las Norma UNE “Gestión de la I+D+i” y, en consecuencia, siguen los mismos principios. Estas normas son:

1. NP 4456:2007 Gestão da investigação, desenvolvimento e inovação (IDI). Terminologia e definições das actividades de IDI.
2. NP 4457:2007 Gestão da investigação, desenvolvimento e inovação (IDI). Requisitos do sistema de gestão da IDI.
3. NP 4458:2007 Gestão da investigação, desenvolvimento e inovação (IDI). Requisitos de um projecto de IDI.
4. NP 4461:2007 Gestão da investigação, desenvolvimento e inovação (IDI). Competência e avaliação dos auditores de sistemas de gestão da IDI e dos auditores de projectos de IDI.

2.7.3.3 Las ventajas de la normalización de la I+D+i

El establecimiento de un sistema de gestión de la I+D+i aportará al menos las siguientes ventajas a la empresa:

1. Desde el punto de vista de la organización como un todo¹³⁴:

¹³⁴ Pellicer E., Yepes Y., Correa, Ch. (2006) “Challenges of standardising the innovation management in the Spanish construction industry”. Internacional Council for Research and Innovation in Building and Construction, 26-29 de Noviembre, Dubai.

- a. Eficiente explotación de los recursos y el conocimiento.
 - b. Mejora de las actividades de la organización.
 - c. Alcanzar las metas y objetivos establecidos.
 - d. Diferenciación de los competidores e incremento de la competitividad.
 - e. Incremento de la motivación y satisfacción de los empleados.
 - f. Integración con otras normas, como por ejemplo: normas ISO.
2. Desde el punto de vista de la gestión de la innovación¹³⁵:
- a. Identificar, gestionar y fomentar las actividades de I+D+i.
 - b. Proporcionar directrices para organizar y gestionar eficazmente la I+D+i.
 - c. Asegurar que no se pierdan actividades susceptibles de generar tecnologías propias y patentes.
 - d. Ayudar a planificar, organizar y controlar las unidades de I+D+i.
 - e. Reconocer tecnologías emergentes o nuevas, no aplicadas en su sector, cuya asimilación y posterior desarrollo les proporcionará la base para potenciar sus actividades de I+D+i y mejorar su competitividad.

Específicamente, con respecto a la norma UNE 166000, cada tipo de certificación aportará los siguientes beneficios¹³⁶:

1. Certificación de Proyectos de I+D+i:
 - a. Elimina la incertidumbre de los proyectos, de forma que los gestores económicos de la empresa, puedan valorar la inversión que van a llevar a cabo.
 - b. Permite reducir los riesgos asociados al proyecto mediante el establecimiento de mecanismos de control.
 - c. Elimina la pérdida de trabajo que se produce en la creación de tecnología, facilitando beneficiarse de incentivos fiscales y otras ventajas derivadas de la transferencia tecnológica.
 - d. Dan transparencia frente a las Administraciones Públicas, en cuanto al contenido de los proyectos de I+D+i, facilitando la evaluación por organismos públicos nacionales y europeos.
 - e. Se logra una sistematización de los proyectos, así como una gestión más eficiente de los mismos.
 - f. Facilita el análisis de información obtenida para la toma de futuras decisiones en la materia.
2. Certificación de sistemas de gestión.
 - a. Facilita la integración de la gestión de I+D+i con el resto de sistemas de gestión empresarial.
 - b. Demuestra la importancia de la creación de valor añadido que las actividades de I+D+i poseen.
 - c. Control de los recursos asociados a actividades de I+D+i.
 - d. Optimiza el "Know-How" interno de las empresas.
 - e. Interrelaciona la I+D+i con el resto de la empresa.
 - f. Facilita el control y la valoración de resultados de las actividades de investigación, desarrollo e innovación.
 - g. Permite el conocimiento de nuevas tecnologías.
 - h. Transparencia de cara a las Administraciones Públicas y organismos de evaluación de proyectos.

¹³⁵ AENOR (2006) "UNE 166002:2006 Gestión de la I+D+i: Requisitos del sistema de gestión de la I+D+i". Ed. AENOR, Madrid.

¹³⁶ Tecnociencia (2004) "Sistema de gestión integral gestión de la calidad: normalización". Consultado 19 de Marzo de 2006 en: de http://www.tecnociencia.es/especiales/sistemas_gestion/calidad/101.htm.

- i. Crear tecnología propia patentada.
- j. Identificación de oportunidades de mejora gracias a la vigilancia tecnológica.
- k. Optimiza los recursos e incrementa la motivación de los empleados.

La sistematización de las actividades de I+D+i podrá usarse como un elemento diferenciador de competitividad y reputación corporativa. Además, de mejorar la implicación y motivación de los empleados en las actividades de I+D+i.

2.7.3.4 NORMA UNE 166000: SISTEMA DE GESTION DE I+D+i

La norma UNE 166002 señala que la organización debe establecer, documentar, implantar y mantener un modelo del proceso de I+D+i, así como su gestión y la mejora continua de su eficacia. La norma abre una vía para sistematizar el proceso de gestión de la I+D+i basándose en la metodología conocida como “Planificar-Hacer-Verificar-Actuar” (PHVA) donde (ver Figura 2.14):

1. **Planificar:** establecer los objetivos de I+D+i necesarios para conseguir los resultados de I+D+i de acuerdo con la estrategia tecnológica marcada por la dirección y los requisitos del mercado potencial.
2. **Hacer:** implantar el procedimiento de sistematización de la I+D+i.
3. **Verificar:** realizar el seguimiento y controlar el proceso de I+D+i respecto a los objetivos de I+D+i e informar sobre los resultados.
4. **Actuar:** tomar decisiones para mejorar continuamente el proceso de I+D+i dentro de la organización.

En concordancia con la hipótesis de generalidad de las técnicas de normalización, la norma es aplicable a cualquier organización, independientemente de su tamaño o del sector económico en que realice su actividad. También, este documento señala que la implantación de un sistema de gestión I+D+i debe ser fruto de una decisión estratégica de la organización, apoyada en el compromiso por la mejora continua de la dirección, a través del establecimiento de una política de I+D+i y una revisión continua de la gestión.

Estas razones permiten que el modelo este alineado con las normas ISO 9001 e ISO 14001.

2.7.3.4.1 Modelo

La organización debe: identificar todas las actividades que deben ser objeto de gestión de la I+D+i; determinar su secuencia e interacción a través de herramientas como mapas de procesos, diagramas de procesos, etc.; determinar los criterios y métodos para el control eficaz por medio de indicadores de resultado y comportamiento; asegurar la disponibilidad de recursos e información para apoyar la operación, seguimiento y análisis; y finalmente implantar las acciones para obtener los resultados planificados y la mejora continua de estas actividades. No se deben olvidar los mecanismos necesarios para protección y explotación de los resultados (gestión de patentes, etc.).

La norma UNE 166002, de manera similar a la Norma ISO 9001, establece sus requisitos en cuatro apartados que son:

1. La dirección de la empresa.
2. Recursos humanos.
3. Actividades de I+D+i.

4. La medición, análisis y mejora.

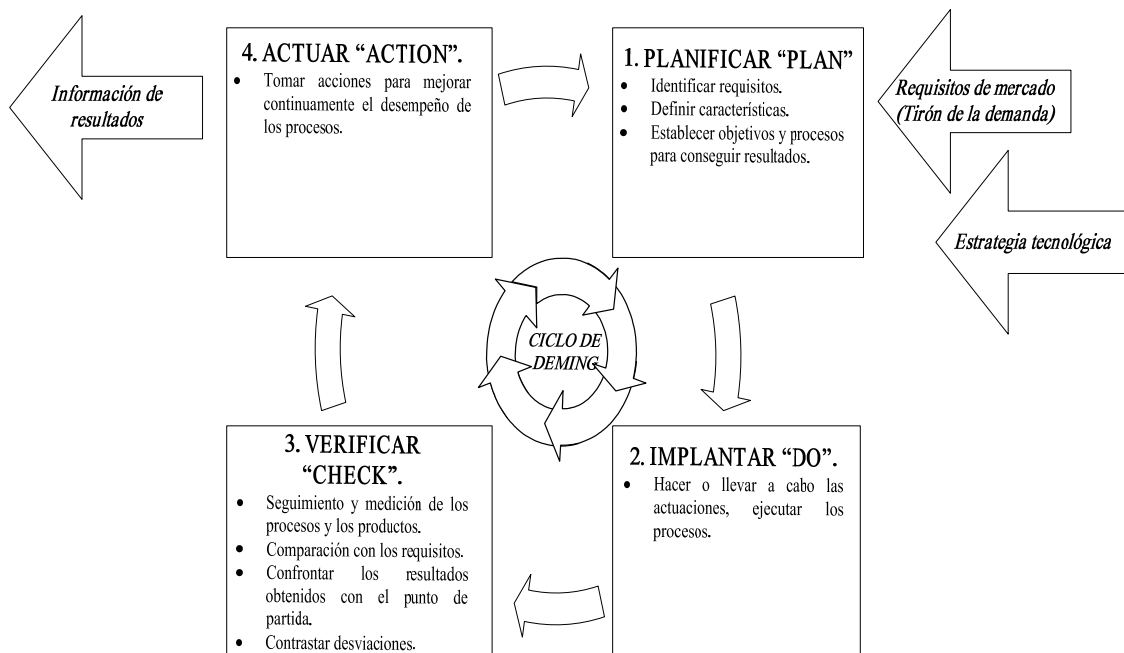


Figura 2.14. Metodología PHVA según la norma UNE 166002¹³⁷

2.7.3.4.2 Documentación

Debe incluir la declaración de política de I+D+i y sus objetivos, los procedimientos del sistema, los documentos necesarios para su eficaz planificación, operación y control de las actividades, y los registros requeridos por la norma. Debe servir de base para entender el sistema, comunicar sus actividades y requisitos dentro de la organización, describirse a otras organizaciones y determinar la eficacia de su implantación, a través del seguimiento y control de sistema. En concreto, la norma obliga a tener procedimientos de:

1. Control de documentos.
2. Control de registro.
3. Auditorías internas.
4. Acciones correctivas.
5. Acciones preventivas.
6. Transferencia de tecnología.

El control de los documentos y los registros sigue las mismas directrices que las marcadas por la norma ISO 9001.

2.7.3.4.3 Responsabilidad de la dirección

La dirección debe evidenciar su compromiso con el desarrollo, implementación y mejora continua de la eficacia del sistema. Un elemento clave para comunicar el compromiso con el sistema de I+D+i es el establecimiento de una política de I+D+i clara y entendida por todos los miembros dentro de la organización. Esta política debe concordar con la misión, visión y

¹³⁷ Navarro I. (2005) "Normalización y certificación de proyectos y sistemas de gestión de I+D+i". Revista Técnica Industrial, 256, pp. 38-45.

estrategias de la organización y debe orientar el establecimiento de los objetivos de I+D+i. Además, debe integrarse dentro de las políticas existentes, relativas a los sistemas de calidad, medio ambiente y prevención de riesgos laborales.

La planificación del sistema de I+D+i por parte de la dirección permitirá establecer las funciones y responsabilidades dentro de la organización; la elaboración de objetivos medibles y coherentes con la política de I+D+i y una adecuada gestión del riesgo.

Un elemento diferenciador de esta norma es la importancia dada a la creación de la unidad de gestión I+D+i y unidad de I+D+i. La primera, es la responsable de gestionar el sistema de I+D+i y proyectos de I+D+i propios o externos y la segunda es la encargada de realizar las actividades de I+D+i asignadas, pudiendo coincidir ambas unidades en algunos casos. Estas unidades deben contar con el compromiso de la dirección, la responsabilidad y autoridad, y los recursos necesarios.

La alta dirección debe designar un miembro de la dirección que controle las actividades de I+D+i. Alguien que aporte la visión empresarial, provea de los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto y lo defienda en los altos niveles de la organización, con un espíritu emprendedor.

Navarro¹³⁸ señala que “en una organización con un sistema de gestión de calidad implantado, y que tenga definido un proceso de diseño y desarrollo, podría ya tener constituido estas unidades” de I+D+i y “en los sistemas de gestión de la calidad, normalmente la dirección designa al responsable de calidad, por lo que en un sistema de gestión de I+D+i integrado con el de calidad, podría designarse igualmente al responsable de calidad para dichas funciones”.

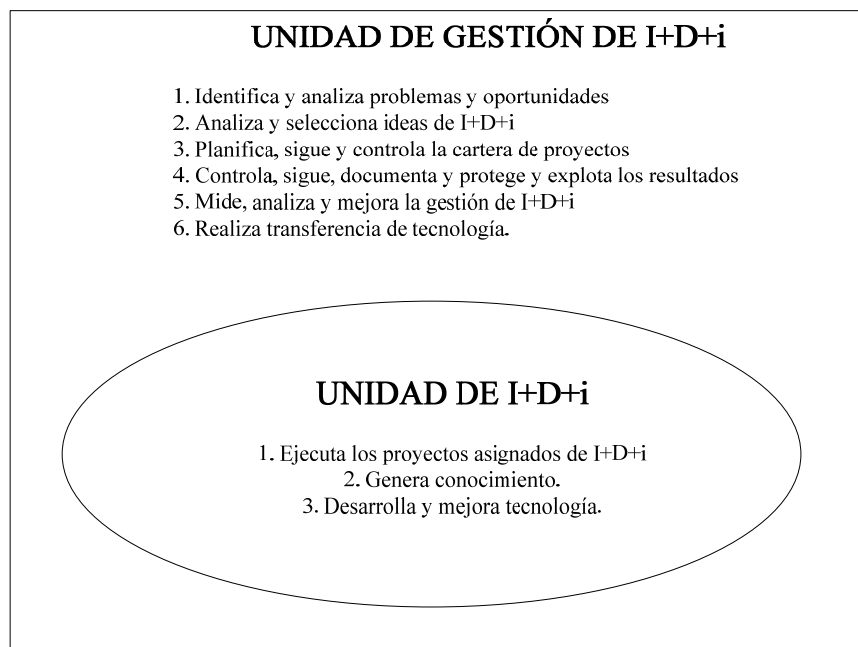


Figura 2.15. Función de las unidades de I+D+i¹³⁹

¹³⁸ Navarro I. (2005) “Normalización y certificación de proyectos y sistemas de gestión de I+D+i”. Revista Técnica Industrial, 256, pp. 38-45.

¹³⁹ AENOR (2006) “UNE 166002 Gestión de la I+D+I: requisitos del sistema de gestión de la I+D+I”. Ed. AENOR, Madrid.

La revisión del sistema por parte de la dirección evaluará las oportunidades de mejora y los cambios en el sistema de gestión de I+D+i, incluyendo la política y sus objetivos. Su revisión debe incluir los nuevos elementos de entrada al proceso de I+D+i, el seguimiento y medición del proceso y de los resultados del proceso.

2.7.3.4.4 Gestión de recursos

La organización debe proveer los recursos necesarios para implantar y mantener una unidad de gestión de I+D+i y mejorar continuamente su eficacia, aumentar la satisfacción de las partes interesadas y fomentar la cooperación con entidades externas que proporcionen conocimiento, metodologías, etc.

Es clave para el éxito del sistema de I+D+i que el personal que participe dentro del proceso de I+D+i cuente con las cualificación, formación, habilidades y experiencia profesional apropiados para las actividades asignadas. En especial la habilidad para trabajar en equipo y la motivación e ilusión para llegar a resultados.

La organización debería hacer hincapié en la gestión del conocimiento y aprendizaje organizativo, para favorecer la realización de proyectos.

Por último, la organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para el proceso de I+D+i.

2.7.3.4.5 Actividades de I+D+i

Estas actividades son las realizadas por la unidad de I+D+i para ejecutar los proyectos que le sean asignados, los contratados al exterior y los realizados por la unidad de gestión de I+D+i. Es decir, las actividades necesarias que permitan el conocimiento, desarrollo o mejora de la tecnología actual en la empresa.

Es importante indicar que los resultados de estos proyectos pueden ser sustancialmente diferentes de los esperados inicialmente. En ocasiones se encuentran apoyados por las Administraciones Públicas.

Las actividades señaladas por la norma son:

1. Vigilancia tecnológica
 - a. La identificación de las necesidades de información, la búsqueda, tratamiento y difusión de la información y la valoración de dicha información.
 - b. El impulso de la creatividad como fuente de nuevas ideas.
 - c. La detección de nuevas ideas.
 - d. Análisis de las nuevas ideas, externas o internas, para la generación de proyectos de I+D+i.
2. Identificar y analizar los problemas y oportunidades que se presentan, valorando los resultados de I+D+i que son de interés para la organización.
3. Definir un método de selección de las ideas que surjan, teniendo en cuenta por ejemplo la misión, visión, estrategia tecnológica, etc.
4. Definir las actividades de I+D+i una vez seleccionada las ideas, planificando, siguiendo y controlando los proyectos establecidos para la concertación de estas ideas.
5. Establecer la sistemática de transferencia de tecnología (propia y ajena) con proveedores, aliados, competidores, clientes, etc.

6. Establecer los requisitos que deben cumplir las entidades subcontratadas y los productos comprados, asegurando el cumplimiento de los requisitos.
7. Establecer un sistema de información de los resultados de I+D+i para incluir los documentos finales, la gestión del conocimiento adquirido y la protección de los resultados.
8. Realizar el seguimiento y medición de los resultados del proceso de I+D+i, comparándolos con los objetivos de I+D+i planificados, y llevando a cabo las acciones que se precisen.
9. Valorar la viabilidad y oportunidad de proteger y explotar los resultados obtenidos.

La Norma UNE 166001 “pretende facilitar la sistematización de los proyectos de I+D+i y mejorar su gestión”. Es uno de los elementos claves de un sistema de gestión de la innovación. La implantación de esta norma permitiría reconocer e identificar posibles proyectos de I+D+i y demostrar, especialmente a la administración pública, a las partes interesadas la participación en proyectos de I+D+i.

Los requisitos mínimos que debe contemplar un proyecto de I+D+i son:

1. La identificación del responsable del proyecto.
2. Una memoria que contenga objetivos y estrategia del proyecto, la descripción del carácter innovador, la planificación, el presupuesto, plan de calidad y plan de explotación de resultados.

2.7.3.4.6 Medición, análisis y mejora

La organización debe planificar, programar e implantar los procesos de seguimiento, medición análisis y mejora continua del sistema de gestión de I+D+i y de la ejecución de las actividades de I+D+i mediante:

1. Auditorias internas.
2. Seguimiento y medición del proceso de I+D+i.
3. Control de las desviaciones en los resultados esperados.
4. Análisis de datos.
5. Mejora continua de la eficacia del sistema de gestión de I+D+i.
6. Acciones correctivas.
7. Acciones preventivas.

Estas actividades se pueden integrar perfectamente en los procesos de calidad implementados por la organización.

2.7.3.4.7 Relación entre un sistema de gestión de I+D+i y un sistema de gestión de la calidad

La tabla siguiente relaciona los requisitos de la norma UNE 166002 con los de la norma ISO 9001. Esta comparación demuestra la posibilidad de integrar ambos sistemas de gestión.

UNE 166002	Requisito	Requisito	ISO:9001
Sistema de gestión de la I+D+i	4.1	4	Sistema de gestión de la calidad
Generalidades	4.1.1	4.1	Requisitos generales
Documentación	4.1.2	4.2.1	Generalidades
	-	4.2.2	Manual de calidad
Control de documentos	4.1.2.1	4.2.3	Control de los documentos
Control de registros	4.1.2.2	4.2.4	Control de los registros
Responsabilidad de la dirección	4.2	5	Responsabilidad de la dirección
Compromiso de la dirección	4.2.1	5.1	Compromiso de la dirección
Enfoque a las partes interesadas	4.2.2	5.2	Enfoque al cliente
Política de I+D+i	4.2.3	5.3	Política de calidad
Planificación	4.2.4	5.4	Planificación
Objetivos de I+D+i	4.2.4.1	5.4.1	Objetivos de calidad
Planificación del sistema de gestión de I+D+i	4.2.4.2	5.4.2	Planificación del sistema de gestión de la calidad
Responsabilidad, autoridad y comunicación	4.2.5	5.5/5.5.1	Responsabilidad, autoridad y comunicación / Responsabilidad y autoridad
Unidad de gestión de I+D+i	4.2.5.1	7.3.1	Planificación del diseño y desarrollo
Unidad de I+D+i	4.2.5.2	7.3.1	Planificación del diseño y desarrollo
Establecimiento y estructura de las unidades de I+D+i	4.2.5.3	7.3.1	Planificación del diseño y desarrollo I+D+i y Gestión de I+D+i
Establecimiento	4.2.5.3.1	7.3.1	Planificación del diseño y desarrollo
Estructura	4.2.5.3.2	7.3.1	Planificación del diseño y desarrollo
Representante de la dirección	4.2.5.4	5.5.2	Representante de la dirección
Comunicación interna	4.2.5.5	5.5.3	Comunicación interna
Revisión por la dirección	4.2.6	5.6	Revisión por la dirección
Generalidades	4.2.6.1	5.6.1	Generalidades
Información para la revisión	4.2.6.2	5.6.2	Información para la revisión
Resultados de la revisión	4.2.6.3	5.6.3	Resultados de la revisión
Gestión de los recursos	4.3	6	Gestión de los recursos
Provisión de recursos	4.3.1	6.1	Provisión de recursos
Recursos humanos	4.3.2	6.2	Recursos humanos
Generalidades	4.3.2.1	6.2.1	Generalidades
Motivación del personal	4.3.2.2	-	
Competencia, toma de conciencia y formación	4.3.2.3	6.2.2	Competencia, toma de conciencia y formación
Infraestructura	4.3.3	6.3	Infraestructura
Ambiente de trabajo	4.3.4	6.4	Ambiente de trabajo
Actividades de I+D+i	4.4	-	
Herramientas	4.4.1	-	
Vigilancia tecnológicas	4.4.1.1	-	
Identificación de necesidades de información	4.4.1.1.1	-	
Búsqueda, tratamiento y difusión de la información	4.4.1.1.2	-	
Valoración de la información	4.4.1.1.3	-	
Previsión tecnológica	4.4.1.2	-	
Creatividad	4.4.1.3	-	
Análisis externo e interno	4.4.1.4	-	
Análisis externo	4.4.1.4.1	-	
Análisis interno	4.4.1.4.2	-	
Identificación y análisis de problemas y oportunidades	4.4.2	-	
Análisis y selección de ideas de I+D+i	4.4.3	7.2.1	Determinación de los requisitos relacionados con el producto
	-	7.2.2	Revisión de los requisitos relacionados con el producto
	-	7.2.3	Comunicación con el cliente

Tabla 2.2a. Relación de requisitos normas UNE 166002 e ISO 9001¹⁴⁰

¹⁴⁰ Pellicer E., Yepes V., Correa Ch. (2006) "Challenges of standardising the innovation management in the Spanish construction industry". Internacional Council for Research and Innovation in Building and Construction, 26-29 de Noviembre, Dubai.

UNE 166002	Requisito	Requisito	ISO:9001
Planificación, seguimiento y control de cartera	4.4.4	-	Planificación del diseño y desarrollo de proyectos
Transferencia de tecnología	4.4.5	7.1	
Producto de I+D+i	4.4.6	7.3.1	Planificación de la realización de producto
Diseño básico	4.4.6.1	-	Elementos de entrada para el diseño y desarrollo
Diseño detallado	4.4.6.2	7.3.2	Elementos de entrada para el diseño y desarrollo
Prueba piloto	4.4.6.3	7.3.3/7.3.4	Resultados del diseño y desarrollo/ Revisión del diseño y desarrollo
Rediseño, demostración y producción	4.4.6.4	7.3.3/7.3.5	Resultados del diseño y desarrollo/ Revisión del diseño y desarrollo
Comercialización	4.4.6.5	7.3.6	Validación del diseño y desarrollo
Control de cambios	4.4.6.6	7.3.7	Control de los cambios del diseño y desarrollo
Compras	4.4.7	7.4	Compras
Proceso de compras	4.4.7.1	7.4.1	Proceso de compras
Información de compras	4.4.7.2	7.4.2	Información de compras
Verificación de compras	4.4.7.3	7.4.3	Verificación de los productos comprados
	-	7.5.1	Control de la producción y prestación de servicio
	-	7.5.2	Validación de los procesos de la producción y servicios
	-	7.5.3	Identificación y trazabilidad
	-	7.5.4	Propiedad del cliente
	-	7.5.5	Preservación del producto
	-	7.6	Control de los dispositivos de seguimiento y medición
Resultados del proceso de I+D+i	4.4.8	8.2.3/8.2.4	Seguimiento y medición de los procesos/ seguimiento y medición del producto
Documentación de resultados	4.4.8.1	8.2.3/8.2.4	Seguimiento y medición de los procesos/ seguimiento y medición del producto
Seguimiento y medición	4.4.8.2	8.2.3/8.2.4	Seguimiento y medición de los procesos/ seguimiento y medición del producto
Protección y exploración de los resultados de las actividades de I+D+i	4.4.9	-	
Medición, análisis y mejora	4.5	8	Medición, análisis y mejora
Generalidades	4.5.1	8.1	Generalidades
	-	8.2.1	Satisfacción del cliente
Auditorías internas	4.5.2	8.2.2	Auditorías internas
Seguimiento y medición del proceso de I+D+i	4.5.3	8.2.3	Seguimiento y medición de los procesos
Seguimiento y medición de los resultados	4.5.4	8.2.4	Seguimiento y medición del proceso de I+D+i
Control de desviaciones de los resultados	4.5.5	8.3	Control de producto no conforme esperados
Análisis de datos	4.5.6	8.4	Análisis de datos
Mejora	4.5.7	8.5	Mejora
Mejora continua	4.5.7.1	8.5.1	Mejora continua
Acción correctiva	4.5.7.2	8.5.2	Acción correctiva
Acción preventiva	4.5.7.3	8.5.3	Acción preventiva

Tabla 2.2b. Relación de requisitos normas UNE 166002 e ISO 9001¹⁴¹

¹⁴¹ Pellicer E., Yepes V., Correa Ch. (2006) “Challenges of standardising the innovation management in the Spanish construction industry”. Internacional Council for Research and Innovation in Building and Construction, 26-29 de Noviembre, Dubai.

2.7.3.4.8 El proceso de certificación

La certificación de contenidos y presupuesto del proyecto se determina con la norma UNE 166001 y se establece mediante un informe técnico, de acuerdo con la ley de impuestos de sociedades, el contenido en I+D y en innovación del proyecto. Es especialmente útil la obtención del informe motivado del Ministerio de Educación y Ciencia, vinculante para el Ministerio de Hacienda (R.D. 1432/2003, BOE 21 de noviembre, y disposición adicional undécima de la ley 32/2003, BOE 4 de noviembre). Esta certificación se realiza en proyectos en los que se quiera demostrar su contenido de I+D+i a las administraciones públicas, a los órganos internos de la empresa o a los clientes del proyecto.

La certificación de contenidos y ejecución del proyecto además verifica la ejecución del proceso. Se puede realizar en proyectos en ejecución o ya finalizados, en los que se quiera demostrar, además, el gasto real incurrido en la realización del proyecto.

La certificación de sistema de gestión de la I+D+i se realiza según la norma UNE 166002, de acuerdo al siguiente proceso típico de certificación (ver Figuras 2.16 y 2.17).

2.8 GESTIÓN DEL CAMBIO ORGANIZATIVO

La capacidad de una organización para adaptarse a los cambios que ocurren en su entorno, define en gran medida su capacidad de supervivencia. Esta adaptación requiere normalmente la implantación de estrategias novedosas que pueden significar cambios en su estructura, procesos y cultura. Además, la principal causa de fallo de un cambio está en el desconocimiento de cómo realizarlo¹⁴². Esto explica el marcado interés de los investigadores por comprender, explicar y, en última instancia, producir cambios en las organizaciones.

Los modelos de cambio organizativo¹⁴³ utilizan el conocimiento producido por las teorías psicológicas sobre conducta y cognición, teorías económicas de competencia y valor añadido, teorías sociológicas sobre sistemas y procesos sociales, teorías antropológicas sobre cultura y teorías administrativas sobre organización, entre otras. La combinación de este abundante conocimiento, a su vez, ha permitido el desarrollo de una gran diversidad de modelos que intentan cambiar o transformar su funcionamiento. De esta amplia gama de combinaciones sobresalen dos corrientes: económica, con énfasis en los cambios en las estructuras de la organización para aumentar el valor, y la social, con énfasis en los cambios en las relaciones de los miembros de la organización para aumentar la capacidad de desarrollo¹⁴⁴. Así pues, desde el punto de vista económico los objetos de estudio han sido las estructuras organizativas (líneas de mando, sistemas de retribución, tecnología y procesos, entre otros). Desde el punto de vista social los objetos de estudio han sido los individuos, los grupos y sus relaciones.

2.8.1 El cambio organizativo

El cambio organizativo puede definirse como un esfuerzo planeado y administrado desde el nivel superior que busca aumentar la competitividad, a través de intervenciones en los

¹⁴² Erdogan B., Anumba C.J., Bouchlodge D., Nielsen Y. (2008) "Collaboration environment for construction: implementation case studies". *Journal of Management in Engineering*, 24 (4), pp.234-244.

¹⁴³ Lorenzo J. (2004) "El cambio de las organizaciones: un modelo dinámico e integrador". Universidad de Cádiz, Cádiz.

¹⁴⁴ Beer M., Nohria N. (2000) "Breaking the code of change". Harvard Business School Press, Boston.

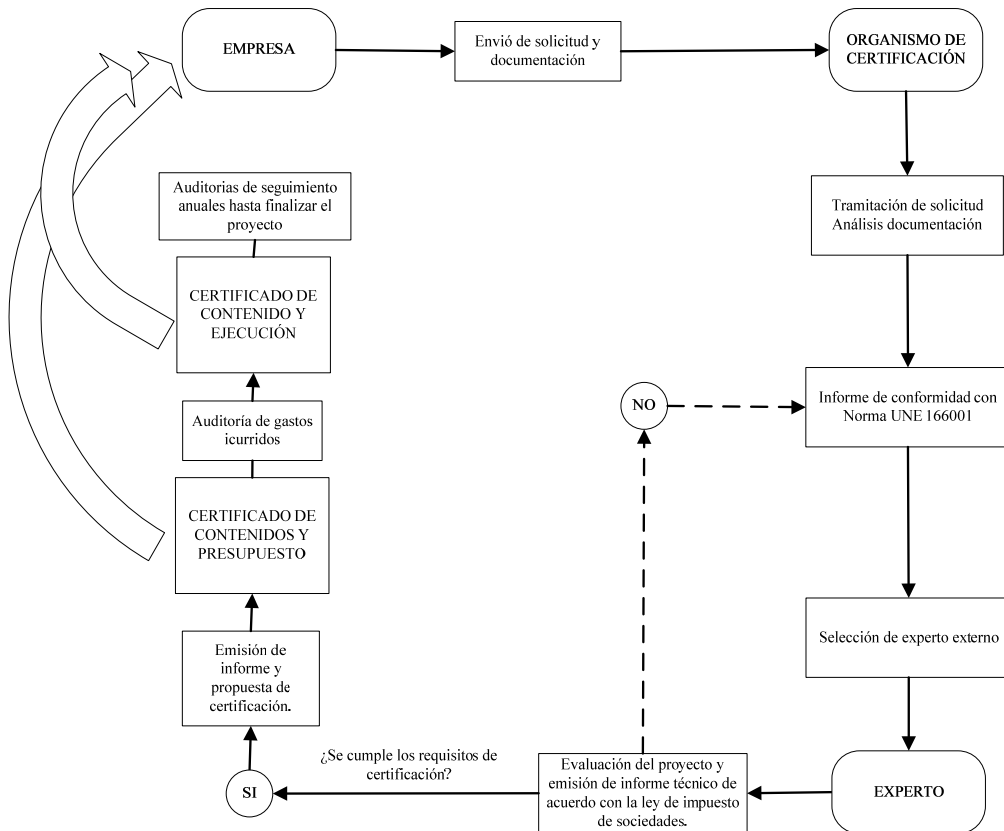


Figura 2.16. Proceso de certificación de proyectos de I+D+i¹⁴⁵

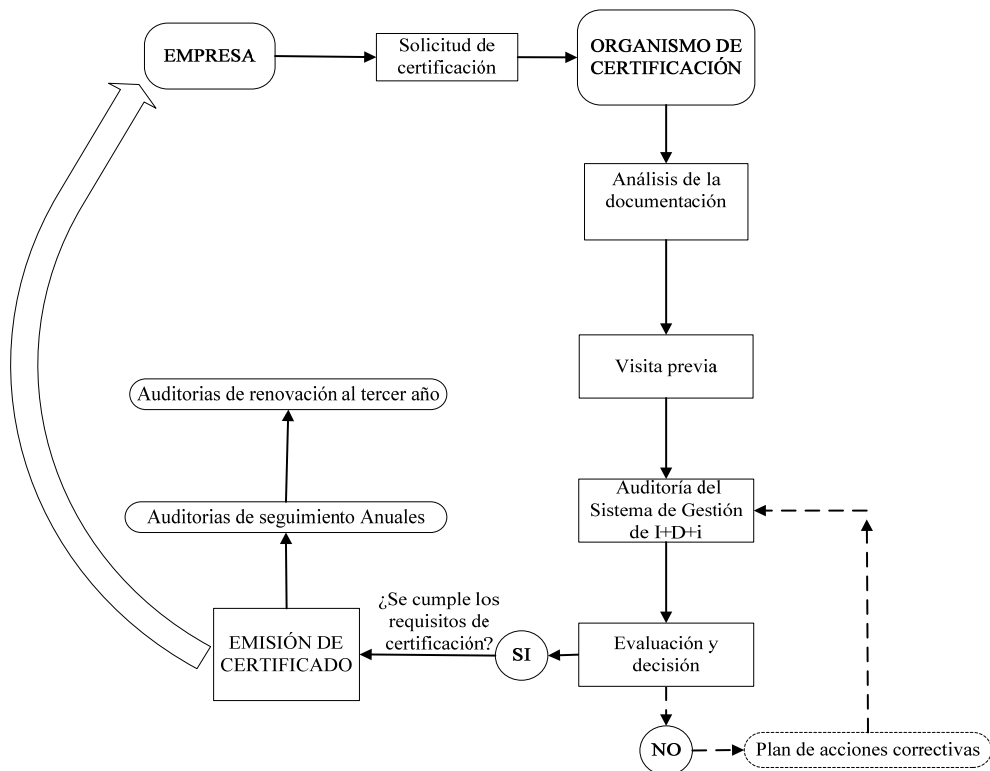


Figura 2.17. Proceso de certificación de sistemas de gestión de I+D+i¹⁴⁶

¹⁴⁵ Pellicer E., Yepes V., Correa Ch. (2006) “Challenges of standardising the innovation management in the Spanish construction industry”. International Council for Research and Innovation in Building and Construction, 26-29 de Noviembre, Dubai.

procesos, estructura y cultura de la organización. Los procesos corresponden al conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados¹⁴⁷. La estructura organizativa se refiere a la disposición de responsabilidades, autoridades y relaciones del personal. Con ella se realiza una división de las actividades de la empresa y se mejora la comunicación y coordinación entre los componentes de la organización, con el fin de conseguir los objetivos propuestos de manera eficaz y eficiente. La cultura de la organización se concibe como el conjunto de creencias, expectativas y principios fundamentales, compartidos que sirve para regular el comportamiento de sus miembros. Así pues, el proceso de cambio requiere la combinación de modelos económicos y sociales.

De acuerdo a Beer y Nohria¹⁴⁸ los modelos de cambio con énfasis en el aspecto económico tienen como propósito la creación de valor económico o valor para los accionistas. Las intervenciones generalmente se dirigen a modificar estructuras formales y sistemas de la organización. Bajo este enfoque el liderazgo es de arriba hacia abajo. Este cambio suele planificarse y programarse a partir de metas financieras, y el reconocimiento y la motivación a los empleados; también, atendidos en esos términos. Galbraith¹⁴⁹ señala que el cambio en las estructuras formales y los sistemas surgen cuando se pretende el logro de cambios sustanciales en la dirección estratégica o cuando el propósito es crear innovación. Algunas de las estrategias propias del modelo económico son la reingeniería de procesos, la incorporación de tecnología, la compensación vinculada al desempeño, la eliminación de niveles intermedios de gerencia u organización plana, la reducción del tamaño de la plantilla organizacional (“downsizing”) y la contratación externa de servicios (“outsourcing”).

El cambio de la organización también se aborda desde una perspectiva que utiliza enfoques antropológicos, sociales y psicológicos. Beer y Nohria¹⁵⁰ explican que, desde esta perspectiva los esfuerzos de cambio van dirigidos a desarrollar la capacidad de la organización, específicamente la capacidad de los empleados para participar activamente en la identificación y solución de problemas relacionados directamente con su trabajo. Brunninget al.¹⁵¹ identifican el acercamiento recursivo, el acercamiento psicoanalítico y el acercamiento conductista como modelos teóricos para estudiar, explicar y lograr el cambio.

- El enfoque recursivo, propone que las organizaciones son sistemas de múltiples niveles o patrones de interacción entre individuos y grupos. Por tal razón, en la medida en que se aumente el estudio y conocimiento sobre los lazos de respuesta entre individuos y grupos, podrán generarse estrategias más efectivas para realizar el trabajo.
- El acercamiento psicoanalítico propone el estudio de los procesos psicológicos de grupos y organizaciones que crean barreras que impiden resolver los problemas organizacionales, lo que de ser corregido, puede dar lugar a la creatividad y a las soluciones innovadoras. Este tipo de acercamiento enfatiza a las dinámicas de los grupos de trabajo y las relaciones de grupos.

¹⁴⁶ Pellicer E., Yepes V., Correa Ch. (2006) “Challenges of standardising the innovation management in the Spanish construction industry”. *Internacional Council for Research and Innovation in Building and Construction*, 26-29 de Noviembre, Dubai.

¹⁴⁷ AENOR (2000) “UNE-EN ISO 9000:2000 Sistemas de gestión de la calidad: Fundamentos y vocabulario”. Ed. AENOR, Madrid.

¹⁴⁸ Beer M., Nohria N. (2000) “Cracking the code of change”. *Harvard Business review*, 78 (3), PP. 133-141.

¹⁴⁹ Galbraith J. R. (2000) “The role of formal structures and process”. En Beer M. y Nohria N. (Eds), *Breaking the code of Change* (139-160). Harvard Business School Press, Cambridge.

¹⁵⁰ Beer M., Nohria N. (2000) “Breaking the code of Change”. Harvard Business School Press, Boston.

¹⁵¹ Brunning H., Cole C. Huffington C. (1997) “A manual of organizational development: The psychology of change”. Ed. Karnac Books, Londres.

- Finalmente, el acercamiento conductista, da énfasis a la conducta de individuos, grupos u organizaciones con el objetivo de describir, explicar, predecir y controlar el comportamiento. Al considerar la conducta como predominantemente aprendida, y posteriormente mantenida por condiciones que operan en el ambiente, es posible modificar aquellas conductas disfuncionales o patológicas.

La mayoría de estrategias de intervención para lograr el cambio en la organización incorporan uno o más de estos acercamientos teóricos. Las características de los modelos sociales son: liderazgo participativo, la cultura como objeto de estudio, y agendas programáticas amplias sin mayor precisión, que pueden ser modificadas a lo largo del proceso.

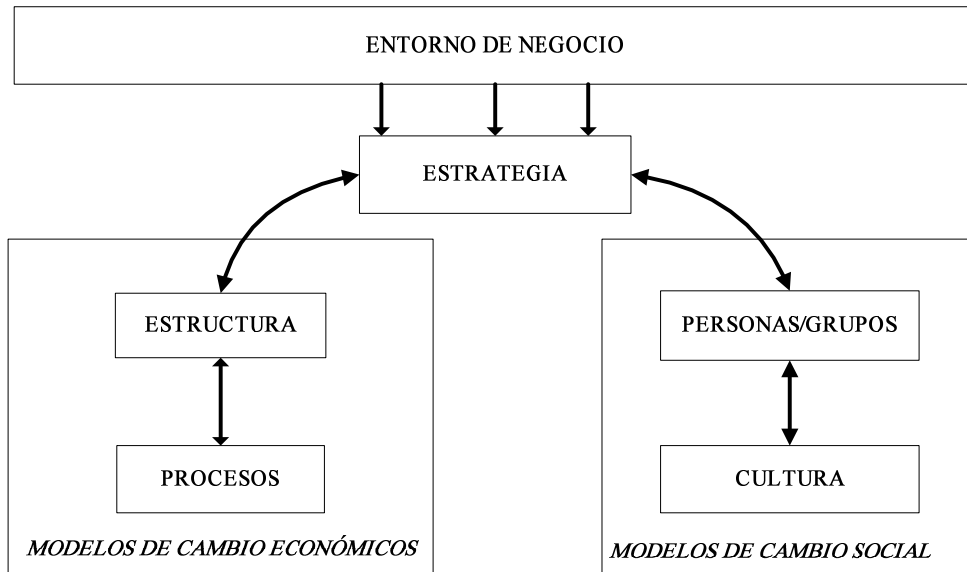


Figura 2.18. Relación entre los elementos de una organización y los modelos de cambio

2.8.2 Los orígenes del cambio

Existe un gran pluralismo teórico que intenta explicar el cambio organizativo de diversas formas. No obstante, sólo la yuxtaposición de diferentes perspectivas permite entender completamente el cambio organizativo¹⁵².

Van de Ven y Poole¹⁵³ agrupan las teorías de proceso en cuatro teorías básicas que explican el cambio organizativo. Proponen una explicación de los procesos de cambio a partir de lo que denominan mecanismos generadores o motores. Estos motores son internamente consistentes, y por sí mismos podrían tener la capacidad de explicar un proceso de cambio. Estos generadores del cambio son: el ciclo de vida, la teleología, la dialecta y la teoría evolutiva.

En la descripción de los motores de cambio, Van de Ven y Poole emplean el término entidad para referirse al trabajo de un individuo, un grupo de trabajo, una estrategia, un programa, un producto o la organización. Por lo tanto, los procesos de cambio se pueden dar en distintos

¹⁵² Van de Ven A.H., Poole, M.S. (1995) "Explaining development and change in organizations". *Academy of Management Review*, 20 (3), pp.510-540.

¹⁵³ Van de Ven A.H., Poole, M.S. (1995) "Explaining development and change in organizations". *Academy of Management Review*, 20 (3), pp.510-540.

niveles organizativos: individual, grupo, organización, población e incluso comunidades mayores de organización. La integración de entidades en otras mayores crea un sistema jerárquico de niveles.

Cada una de estas cuatro teorías básicas considera el proceso como un ciclo diferente de acontecimiento de cambio, gobernados por un mecanismo impulsor distinto, y opera en una unidad de análisis particular, representando un modo distinto de cambio. Una breve descripción de cada motor se presenta a continuación:

1. **Teoría del ciclo de vida:** Se suele utilizar la metáfora del crecimiento orgánico como mecanismo heurístico para explicar el desarrollo de una entidad organizativa. La entidad en desarrollo tiene una forma, lógica, programa o código subyacente que regula el proceso de cambio¹⁵⁴. El proceso de cambio es una secuencia sencilla de etapas, que es acumulativa e integrada. Esto es, las características que se adquieren en una etapa se mantienen en las siguientes, siendo cada etapa la precursora necesaria de las posteriores. Así pues, la forma que permanece latente en el estado primitivo se convierte progresivamente en madura, realizada y diferenciada. Los acontecimientos ambientales y los procesos internos pueden influir en la entidad, pero siempre están mediatizados por la lógica inmanente que gobierna su desarrollo. Ejemplos de procesos de cambio basados en esta teoría son los pasos a seguir para el desarrollo y comercialización de un nuevo producto.
2. **Teoría teleológica:** Es la doctrina filosófica que presupone la existencia de una causa final que guía el movimiento de una entidad. La entidad tiene libertad para elegir sus metas, por lo que se fomenta la creatividad. Se asume que la entidad tiene una finalidad y es adaptativa, por sí misma o en interacción con otras. La entidad construye e imagina un estado¹⁵⁵. El desarrollo se considera una secuencia repetitiva de formulación, implantación, evaluación y modificación de metas basadas en el aprendizaje y la experiencia. Cuando se alcanza la meta, se vuelve a poner en marcha el proceso hacia una nueva. Esta teoría no prescribe una secuencia definida de acontecimientos ni especifica una trayectoria de desarrollo a seguir sino que se centra en los prerrequisitos necesarios para alcanzar la meta final: las funciones a realizar, las mejoras que se deben seguir, o los elementos a obtener para llegar a la meta. El entorno y los recursos de la organización limitan las acciones y las metas que puede conseguir la entidad. También, el entorno y la propia entidad pueden crear inestabilidades que impulsan una nueva senda de desarrollo. La teoría se puede aplicar a un individuo, a un grupo o a organizaciones que actúan como colectivos.
3. **Teoría dialéctica:** La teoría dialéctica parte de la asunción de que la entidad existe en un mundo plural de acontecimientos, fuerzas y valores contradictorios y en conflicto, que compiten entre sí por el dominio y el control¹⁵⁶. Estas fuerzas opuestas pueden ser internas, en forma de objetivos o grupos en conflicto¹⁵⁷. La aplicación de esta teoría precisa la presencia de dos o más entidades distintas en conflicto. Esta teoría explica la estabilidad y el cambio por referencia al equilibrio de poder entre entidades opuestas. Las luchas y acuerdos que mantienen el status quo entre fuerzas opuestas producen

¹⁵⁴ Van de Ven A.H., Poole M.S. (2004) "Theories of organizational change and innovation process". En M. S. Poole y A. H. Van de Ven (Eds) "Handbook of organizational change and innovation". Ed Oxford University Press, pp. 374-397, Nueva York.

¹⁵⁵ Van de Ven A.H., Poole, M.S. (1995) "Explaining development and change in organizations". *Academy of Management Review*, 20 (3), pp.510-540.

¹⁵⁶ Van de Ven A.H., Poole M.S. (1995) "Explaining development and change in organizations". *Academy of Management Review*, 20 (3), pp.510-540.

¹⁵⁷ Mintzeberg H. (1984) "Power and organization life cycles". *Academy of Management Review*, 9 (2), pp. 207-224.

estabilidad. El cambio sucede cuando los valores, acontecimientos o fuerzas opuestas consiguen alterar el statu quo. El poder relativo de una antítesis puede movilizar una entidad hasta el punto de desafiar las tesis actuales y promover una síntesis. A lo largo del tiempo esta síntesis puede ser una tesis nueva al continuar el proceso dialéctico. Por su naturaleza, la síntesis es una construcción nueva que parte tanto de la tesis como la antítesis. Esto explica que el conflicto dialéctico produzca antítesis creativas. En la literatura de dirección de conflictos y negociación, la síntesis creativa representa una solución ganadora para ambas partes, mientras que las otras soluciones son perdedoras para una de las partes. En términos de cambio organizativo, el mantenimiento del status quo representa la estabilidad, mientras que su sustitución por la antítesis o la síntesis representa el cambio, sea para mejor o peor.

4. **Teoría evolutiva:** Según esta teoría, el cambio surge por la competencia entre las entidades por recursos escasos. Los cambios ocurren a través de tres procesos básicos: variación, selección y retención¹⁵⁸. Las entidades varían para competir en mejores condiciones. Aquellas que sobreviven engendran entidades similares que competirán por los recursos. Las variaciones estimulan la creación de formas nuevas, pero, la retención mantiene las formas y las prácticas anteriores¹⁵⁹. La evolución explica el cambio como una progresión recurrente, acumulativa y probabilística de variación, selección y retención de entidades. Existen dos teorías alternativas en lo que se refiere a la herencia de los rasgos, el ritmo de cambio y la unidad de análisis. Los académicos que siguen las ideas de Darwin mantienen que los rasgos se heredan mediante procesos intergeneracionales, mientras que los seguidores de Lamarck señalan que los rasgos se adquieren en una generación mediante aprendizaje e imitación. Parece esta última visión más adecuada para su aplicación a las organizaciones¹⁶⁰.

2.8.2.1 Tipologías del proceso de cambio

La Figura 2.18 ilustra las diferentes de teorías de proceso de cambio definidas por Van de Ven y Poole. Cada casillero de la figura muestra cada una de las etapas del proceso de cambio, según la teoría y los diferentes mecanismos que gobiernan el proceso.

La tipología propuesta por estos autores obedece a dos criterios: los niveles organizacionales afectados (unidad) y el grado de ruptura que el cambio suponga con la situación anterior (modo de cambio). Estas dos dimensiones tipifican las cuatros teorías en términos de su acción y progreso. De esta forma, se clasifican los cambios según sus consecuencias y resultados, más que por sus condiciones de partida. Esta tipología permite identificar el motor o los motores del proceso de cambio antes de que concluya.

La diferenciación de la unidad de cambio (nivel organizativo) entre una y múltiples unidades exige su análisis desde dos perspectivas: a) el desarrollo interno de una entidad organizativa mediante el examen de sus procesos históricos de cambio, adaptación y réplica; y b) las interrelaciones entre las numerosas entidades para comprender los procesos ecológicos de competencia, cooperación, conflicto y otras formas de interacción.

¹⁵⁸ Van de Ven A.H., Poole M.S. (2004) "Theories of organizational change and innovation process". En M. S. Poole y A. H. Van de Ven (Eds) "Handbook of organizational change and innovation". Ed Oxford University Press, pp. 374-397, Nueva York.

¹⁵⁹ Pfeffer J (1982) "Organizations and organization theory". Ballinger Publishing Co, Cambridge.

¹⁶⁰ Van de Ven A.H., Poole, M.S. (1995) "Explaining development and change in organizations". *Academy of Management Review*, 20 (3), pp.510-540.

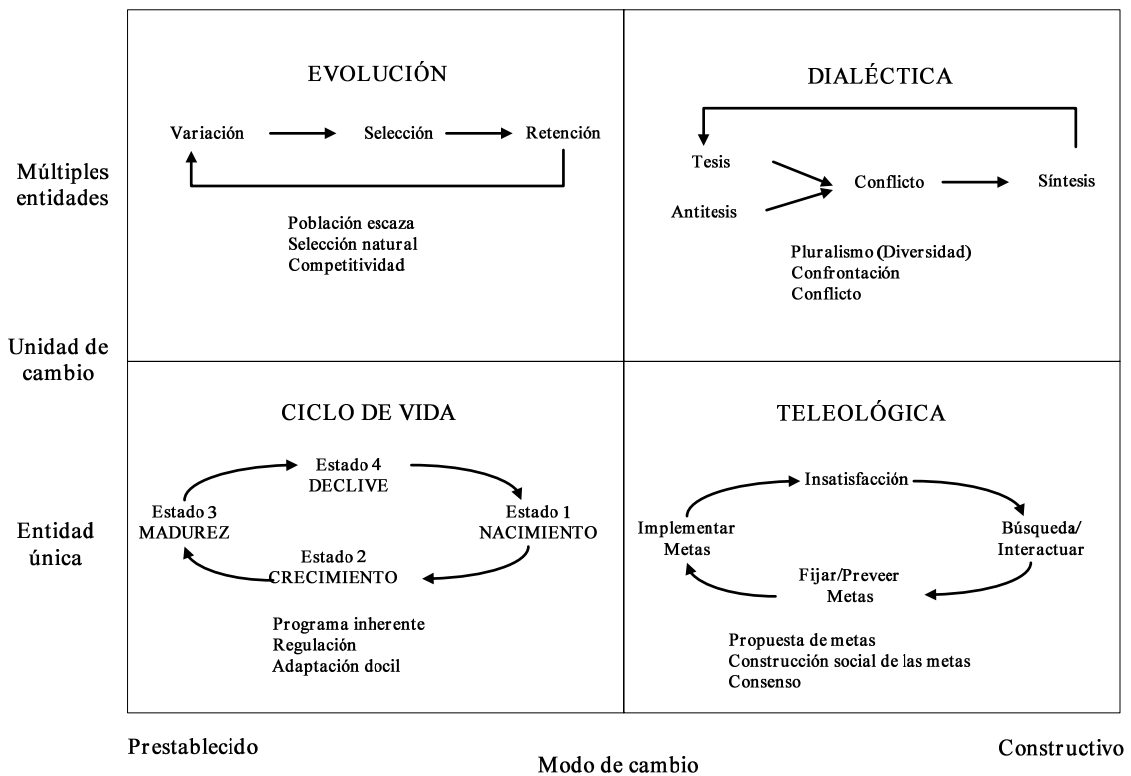


Figura 2.19. Tipologías de motores de cambio¹⁶¹

Las teorías evolutiva y dialéctica operan con múltiples entidades. Las fuerzas evolutivas se definen en términos del impacto que tienen en las poblaciones y no tienen sentido a nivel de entidades individuales. La teoría dialéctica requiere al menos dos entidades para completar los roles de tesis y antítesis. Por el contrario, las teorías del ciclo de vida y teleológica operan con una única entidad.

Con respecto al modo de cambio, los cuatro motores también se pueden distinguir en función de que la secuencia de acontecimientos de cambio esté prescrita a priori por leyes deterministas o probabilísticas, según que la progresión se construya y surja conforme se desarrolla el proceso.

Las teorías del ciclo de vida y evolutiva siguen una secuencia de eventos de cambio de acuerdo con un programa preestablecido o rutina de acción. El modo prescrito tiende a crear un cambio de primer orden, esto es, un cambio en un marco existente que produce variaciones sobre lo conocido. Los procesos que producen estas variaciones son predecibles porque se han modelizado en el estado anterior. La incertidumbre de estos cambios es baja, porque se percibe la continuidad suficiente como para anticipar la dirección de cambio.

Por el contrario, la teoría teleológica y dialéctica operan en la modalidad constructiva. Un modelo constructivo produce nuevas rutinas de acción que pueden (o no) crear una (re)formulación original de la empresa. Se tiende a generar cambios de segundo orden, que supone una ruptura con el modelo básico del pasado¹⁶². El proceso va surgiendo conforme se

¹⁶¹ Van de Ven A.H., Poole M.S. (2004) "Theories of organizational change and innovation process". En M. S. Poole y A. H. Van de Ven (Eds) "Handbook of organizational change and innovation". Ed Oxford University Press, pp. 374-397, Estados Unidos.

¹⁶² Quinn J. B. "Strategic change: logical incrementalism". Sloan Management Review, 20 (1), pp. 7-21.

plantean nuevas metas. Puede producir rasgos novedosos: el resultado es impredecible porque es discontinuo en relación con el pasado. Estos cambios suponen una mayor incertidumbre y una necesidad de tomar conciencia de los mismos.

2.8.2.2 Combinando los motores de cambio

La mayoría de las teorías específicas de cambio organizativo son más complejas que los cuatro tipos básicos. Ello se explica por dos razones. Primero, el contexto específico del cambio se extiende en espacio y tiempo en cada caso concreto, y facilita que puedan surgir uno o más motores. El cambio puede estar influido por actores internos y externos, lo que significa distintas influencias actuando de manera simultánea. El resultado es un proceso complejo en múltiples niveles. La segunda razón está en que todos los motores son incompletos. Cada motor tiene uno o más componentes cuyos valores son determinados en forma exógena al modelo. El modelo evolutivo asume que las variaciones surgen de forma aleatoria. En el modelo dialéctico, el origen de la antítesis es oscuro, al igual que la fuente de insatisfacción en el teleológico, y los procesos que desencadenan el inicio y final del ciclo de vida. Esto lleva a considerar otras causas para el origen de estos eventos. Por ejemplo, el proceso de selección evolutivo se puede utilizar para tratar el final del ciclo de vida; la etapa de implantación en el ciclo teleológico puede desencadenar el acontecimiento de inicio del ciclo de vida y la antítesis en el dialéctico. Hay muchas otras posibles interrelaciones. En definitiva, los acontecimientos de otros modelos son útiles para remediar las lagunas de cualquier modelo considerado por separado.

Las teorías que explican el desarrollo y el cambio organizativo están compuestas por dos o más combinaciones de los motores anteriores. Por lo tanto, los cambios se explican por teorías híbridas. La forma más sencilla de combinación es determinar cual de los mecanismos generadores está presente en una situación de cambio. Considerando la presencia o no de cada motor se pueden dar 16 combinaciones posibles. Cuatro alternativas serían los motores en su estado puro, presencia de uno de ellos y ausencia de los otros tres. Seis alternativas corresponderían a las combinaciones generadas por la presencia de dos motores de cambio. Cuatro alternativas se relacionan con las combinaciones generadas por la existencia de tres motores de cambio. Finalmente, dos alternativas serían la presencia y ausencia de los cuatro motores de cambio.

2.8.3 Obstáculos para la implantación del cambio

Como se ha señalado anteriormente, la creación e implantación de una estrategia novedosa es la respuesta que asegura mantener una ventaja competitiva sostenible en los mercados. Pero, cambiar la estrategia, la estructura y los procedimientos organizativos es difícil, costoso, arriesgado y necesita tiempo¹⁶³. Un cambio presupone la adopción de la idea de cambio, es decir, la decisión, que suelen tomar los directivos de mayor nivel, de que los empleados utilicen el cambio propuesto en su trabajo. El fracaso en la implantación sucede cuando, a pesar de esta decisión, los empleados utilizan la innovación con menor frecuencia, menor consistencia o con menor asiduidad de la que se precisa para conseguir los beneficios potenciales de tal cambio. Esto es, cuando la innovación no alcanza los resultados esperados. La empresa puede fallar en alcanzar los beneficios del cambio por problemas de implantación

¹⁶³ Rumelt R. P. (1995) "Inertial and transformation". En C.A. Montgomery (Ed) "Resource based and evolutionary theories of the firm: toward a synthesis". Kluwer Academic Publisher, pp. 101-132, Boston.

o bien por errores en el diseño de la implantación. Sin embargo, diversos investigadores^{164,165,166} señalan que la causa más frecuente del fracaso es la implantación¹⁶⁷.

La falta de flexibilidad y de disposición al cambio se denomina inercia. Inercia es la persistencia firme de las formas y funciones actuales¹⁶⁸. Si las formas son eficientes, la inercia es beneficiosa. En el caso contrario, la inercia es un problema. De hecho, la evidencia más clara de la inercia es la persistencia de formas y prácticas ineficientes.

La inercia en las empresas ha sido objeto de estudio por la ecología de las organizaciones y la economía de la evolución. Hannan y Freeman¹⁶⁹ consideran que las metas establecidas, la forma de autoridad, la tecnología básica y la estrategia de mercados dificultan el cambio de los elementos periféricos. La explicación de la inercia en la teoría evolutiva se basa en la racionalidad limitada, las rutinas y lo tácito¹⁷⁰. Nelson y Winter¹⁷¹ consideran que las habilidades y capacidades de las organizaciones se basan en rutinas para realizar las tareas. De acuerdo a esta premisa, la inercia es el estado natural, puesto que las empresas sólo pueden hacer aquello para lo que han desarrollado rutinas. Si no hay un procedimiento para realizar una tarea nueva, ésta no se podrá ejecutar.

Rumelt¹⁷² señala que la inercia organizativa no es un problema de implantación, puesto que si la empresa carece de flexibilidad, la formulación de la estrategia corporativa y de la estrategia de producto-mercado se altera de manera fundamental. En este sentido, la estrategia debe considerar la inercia interna y no crear nuevas inercias injustificadas. La importancia de la inercia en el proceso de cambio es resaltada por Rumelt al indicar que algunos de los grandes éxitos se deben más a la inercia de los competidores que a la clarividencia del innovador. Por tanto, una teoría que intente dar una explicación consistente del fenómeno del cambio en las organizaciones debe considerar las inercias que obstaculizan, e incluso impiden, el proceso de cambio.

2.8.3.1 Las cinco fuentes de inercia de Rumelt

Rumelt¹⁷³ analiza el tratamiento de la inercia en la ecología de las organizaciones y en la economía de la evolución, y propone un modelo más completo que supere las creencias

¹⁶⁴ Bushe G. R. (1988) "Cultural contradictions of statistical process control in American manufacturing organizations". *Journal of Management*, 14 (1), pp. 19-31.

¹⁶⁵ Hackman J. R., Wageman R. (1995) "Total quality management: empirical, conceptual and practical issues". *Administrative Science Quarterly*, 40 (2), pp. 309-342.

¹⁶⁶ Reger R. K., Gustafson L. T., DeMarie S. M., Mullane J. V. (1994) "Reframing the organization: why implementing total quality is easier said than done". *Academy of Management Review*, 19 (3), pp. 565-584.

¹⁶⁷ Klein K. J., Sorra J. S. (1996) "The challenge on innovation implementation". *Academy of Management Review*, 21(4), pp. 1055-1080.

¹⁶⁸ Rumelt R. P. (1995) "Inertial and transformation". En C.A. Montgomery (Ed) "Resource based and evolutionary theories of the firm: toward a synthesis". Kluwer Academic Publisher, pp. 101-132, Boston.

¹⁶⁹ Hannan M. T.; Freeman J. (1977) "The population of ecology of organizations". *American Journal of Sociology*, 82 (5), pp. 929-964.

¹⁷⁰ Rumelt R. P. (1995) "Inertial and transformation". En C.A. Montgomery (Ed) "Resource based and evolutionary theories of the firm: toward a synthesis". Kluwer Academic Publisher, pp. 101-132, Boston.

¹⁷¹ Nelson R. R., Winter S. G. (1982) "An evolutionary theory of economic change". The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge.

¹⁷² Rumelt R. P. (1995) "Inertial and transformation". En C.A. Montgomery (Ed) "Resource based and evolutionary theories of the firm: toward a synthesis". Kluwer Academic Publisher, pp. 101-132, Boston.

¹⁷³ Rumelt R. P. (1995) "Inertial and transformation". En C.A. Montgomery (Ed) "Resource based and evolutionary theories of the firm: toward a synthesis". Kluwer Academic Publisher, pp. 101-132, Boston.

analíticas y la falta de generalidad de las teorías anteriores. El modelo propuesto considera cinco fuentes básicas de inercia: percepción distorsionada, falta de motivación, falta de respuesta creativa, barreras políticas y acciones desconexas. Estas fricciones se presentan de manera escalonada, es decir, cada tipo representa un nivel de inercia, cuya superación lleva al escalón siguiente.

Un proceso de cambio se inicia a partir de la percepción de su necesidad. Por lo tanto, la primera barrera se encuentra en la percepción. Si no existe una percepción, que permita interpretar correctamente las señales emitidas dentro y fuera de la organización, puede que no se produzca el cambio. Se puede dar por tres razones: la miopía, la autosuficiencia y el pensamiento cuadrículado¹⁷⁴. La miopía se refiere a la incapacidad de la empresa para ver el futuro con claridad. Una fuente de miopía es la rotación frecuente de los directivos, que impiden que se planteen objetivos a largo plazo por las escasas expectativas de los frutos. También puede tener su origen en un énfasis excesivo en los objetivos a corto plazo que sirven para la evaluación de las personas. Los problemas en la percepción también se pueden derivar del rechazo a toda información que sea contraria a lo que se espera, bien sea por autosuficiencia o por miedo. La autocomplacencia en los éxitos pasados impide ver las nuevas amenazas y oportunidades del entorno. Una tercera forma de percepción distorsionada se denomina pensamiento cuadrículado. El pensamiento cuadrículado se manifiesta de tres formas distintas: por uniformidad de pensamiento impuesta por los grupos dentro de la organización; por los actos reflejos mentales provocados por los modelos de pensamiento imperantes; y por la tendencia a la equiparación de una situación actual a una anterior, que lleva a repetir las actuaciones anteriores, aunque se trate de problemas distintos que no admiten una solución única.

Si la percepción de la oportunidad del cambio es correcta, puede ser que no se emprenda el proceso por falta de motivación suficiente. La dirección debe encontrar los estímulos necesarios para emprender el proceso. Esta falta de motivación puede deberse a los costes directos que lleva el cambio (inversores, cambio de proveedores, etc.), a los llamados costes de canibalización (que se refiere a que el éxito de un producto nuevo cause el declive o la desaparición del productor anterior) y a la existencia de subsidiación cruzada, esto es, las rentas obtenidas por otras actividades que enmascaran o relativizan las pérdidas en un producto o mercado.

Aunque la percepción sea precisa y exista motivación, el cambio puede bloquearse por su falta de orientación, por las deficiencias en el análisis de la situación o por falta de decisión. Existen tres factores principales:

- La velocidad y la complejidad de los cambios del entorno, que impiden un análisis sosegado de la realidad.
- La resignación, entendida como la tendencia a considerar que los problemas son naturales e inevitables, y no tienen solución.
- Una visión estratégica inadecuada, en referencia a la falta de compromiso claro de la dirección con la visión para ejercer un liderazgo efectivo. Este último punto se refiere a la adopción de determinados aspectos – como por ejemplo: la calidad o el respeto al medio ambiente – como respuesta a las modas del momento, sin profundizar en su significado, y también puede indicar la falta de seguridad de la dirección en su propio futuro, lo que

¹⁷⁴ Rumelt R. P. (1995) “Inertial and transformation”. En C.A. Montgomery (Ed) “Resource based and evolutionary theories of the firm: toward a synthesis”. Kluwer Academic Publisher, pp. 101-132, Boston.

impide un proceso de cambio con resultados a largo plazo. Rumlet¹⁷⁵ señala la paradoja de que el cambio requiere la promesa de una inercia futura para que pueda superar esta fuente de inercia.

Superadas las barreras anteriores, pudiera ser que no se emprenda un proceso de cambio pese a la percepción de su necesidad, la existencia de estímulos suficientes y a la claridad del camino a seguir, debido a la existencia de barreras organizativas internas que obtaculicen el proceso. Las principales fuentes de desacuerdo entre las personas son las diferencias en intereses personales, en creencias y en valores fundamentales, que están en la base de los tres tipos de barreras políticas: las políticas departamentales, en referencia a la oposición de los directivos al cambio por lo que este implica, lucha de poder entre ganadores y perdedores; las creencias irreconciliables entre grupos, que puede llevar a adoptar una solución de compromiso basada en el consenso artificial, que desvirtúa la innovación propuesta; los valores arraigados, que Rumlet¹⁷⁶ describe como equivalente de patriotismo, a escala de la organización.

Si se logra vencer esta resistencia interna, la falta de coherencia en las acciones puede llevar el cambio al fracaso. Los motivos principales que pueden bloquear el cambio son: la inacción del liderazgo, debido al temor de los directivos encargados de implantar el cambio de alterar el statu quo dentro de la organización; las rutinas establecidas, es decir, la necesidad de abandonar las prácticas establecidas para hacer cosas nuevas y desconocidas, que aporta una gran cantidad de inercia; los problemas de acción colectiva, esto es, la dificultad de movilizar en una dirección homogénea a toda la organización; y la carencia de las capacidades necesarias para afrontar el cambio con garantías de éxito.

2.8.4 El proceso de implantación del cambio

En la literatura existen diferentes modelos que explican el proceso de implantación del cambio planeado. Todos conciben el cambio a partir de la conciencia de la necesidad o la oportunidad de cambiar mediante la incorporación de nuevas conductas. Los cambios suelen ser implantados a partir de una decisión tomada en los niveles directivos. Pero, la decisión no garantiza por sí misma una correcta implantación mediante la conversión de una rutina más de la organización. Toda implantación de cambio plantea problemas específicos, que deben considerarse para asegurar que la organización pueda alcanzar las ventajas esperadas.

Uno de los primeros y más conocidos es el modelo de tres etapas (descongelar-moverse o cambiar-recongelar) de Lewin¹⁷⁷. Este autor propuso dos conceptos relevantes para entender el proceso de cambio. La primera idea es que la situación o comportamiento existente es resultado del equilibrio de fuerzas opuestas. Las fuerzas impulsoras empujan hacia el comportamiento deseado y las fuerzas restrictivas se oponen a que el comportamiento se aparte del actual. Luego, alterar la situación vigente requiere romper ese equilibrio a través del incremento de las fuerzas impulsoras o la reducción de las fuerzas restrictivas o la combinación de los enfoques anteriores. La segunda idea es que el cambio es un proceso de tres etapas: descongelar el comportamiento anterior, moverse hacia un nuevo nivel de

¹⁷⁵ Rumelt R. P. (1995) "Inertial and transformation". En C.A. Montgomery (Ed) "Resource based and evolutionary theories of the firm: toward a synthesis". Kluwer Academic Publisher, pp. 101-132, Boston.

¹⁷⁶ Rumelt R. P. (1995) "Inertial and transformation". En C.A. Montgomery (Ed) "Resource based and evolutionary theories of the firm: toward a synthesis". Kluwer Academic Publisher, pp. 101-132, Boston.

¹⁷⁷ Lewin, K (1951) "Field theory in social science". Harper & Row, Nueva York.

comportamiento y congelar el comportamiento en el nuevo nivel. Es un modelo útil para saber cómo mover un punto de equilibrio a uno nuevo y mantenerlo ahí.

Dos modelos que han alcanzado una amplia difusión son los de Beer et al¹⁷⁸ y Kotter¹⁷⁹. Ambos autores señalan la importancia de completar correctamente y secuencialmente cada una de las fases de cambio; aunque los límites entre ellas son difusos. Al respecto, Kotter advierte no saltarse ninguna de las fases, pues cualquier error en alguna de ellas tiene un efecto devastador en las restantes y, por lo tanto, en el éxito del proceso de cambio.

El modelo de Beer et al. presenta la ventaja “de provocar el cambio sin imponerlo”. Está constituido por seis fases, que son:

1. Movilizar energía para el cambio entre todos los agentes en la organización mediante su implicación en el diagnóstico de los problemas que bloquean la competitividad.
2. Desarrollo de una visión de trabajo sobre cómo organizar y dirigir para alcanzar la competitividad.
3. Fomentar el consenso sobre la corrección de la nueva visión, competencias para actuar en consecuencia y cohesión para avanzar en el cambio.
4. Extender la revitalización a todos los departamentos de la unidad de forma que se evite el cambio impuesto desde arriba, pero al mismo tiempo asegure la consistencia con los cambios organizativos ya iniciados.
5. Supervisión continua y ajuste de las estrategias en respuesta a problemas predecibles en el proceso de revitalización.
6. Consolidación de cambios mediante políticas formales, sistemas y estructuras que institucionalicen la revitalización.

Kotter señala que un proceso de cambio; además de atravesar numerosas etapas requiere un período prolongado de tiempo. De acuerdo con este autor las fases son ocho y corresponden a:

1. Establecimiento de un sentido de urgencia.
2. Creación de una coalición guía poderosa.
3. Creación de una visión.
4. Comunicación de la visión para conseguir la aceptación.
5. Potenciar a otros para poner en práctica la visión.
6. Planificar la obtención de éxitos a corto plazo.
7. Consolidar las mejoras y producir más cambios todavía.
8. Institucionalizar nuevos métodos.

Kotter indica que se requiere un periodo considerable de tiempo, de al menos siete años, para completar con éxito el proceso de cambio. De ahí la necesidad de establecer metas intermedias que sirvan para ganar credibilidad dentro de la organización, y para mantener un alto grado de implicación y motivación de las personas, para evitar la relajación que inevitablemente aparece tras uno o dos años de esfuerzos de cambio.

¹⁷⁸ Beer M., Eisenstat R. A.; Spector B. (1990) “Why change programs don,t produce change”. Harvard Business Review, Noviembre-Diciembre, pp. 158-166.

¹⁷⁹ Kotter J. P. (1995) “Leading change: why transformation effort fail”. Haarvard Business Review, Marzo-Abril, pp. 59-67.

2.8.5 Modelo para la implantación del cambio

Para evaluar el proceso de implantación del sistema de gestión de la I+D+i se utilizó el modelo de Kotter. La razón obedece a su sencillez y claridad. Como se ha dicho, este consta de ocho etapas, que a continuación se describen con mayor detalle:

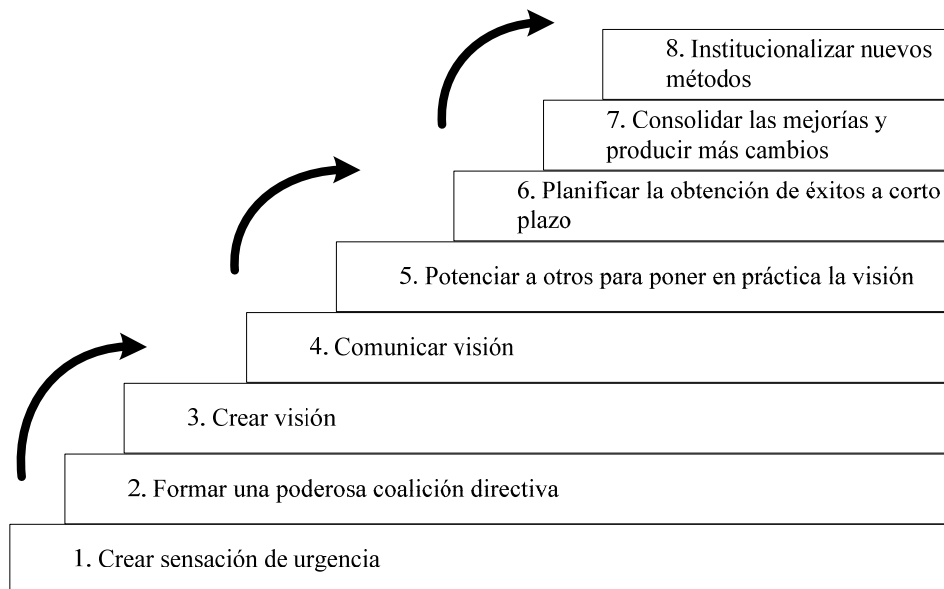


Figura 2.20. Proceso de ocho pasos para liderar el cambio exitoso¹⁸⁰

1. Establecimiento de un sentido de urgencia. En este primer paso, los líderes del cambio deben crear un sentimiento de urgencia sobre el cambio necesario realzando la energía y la motivación. Para lograrlo, tendrán que reducir el miedo, el malhumor y la complacencia que podría haberse acumulado en la empresa.
2. Creación de una coalición guía poderosa. Se debe movilizar a los líderes que están concentrados, comprometidos y entusiasmados con el cambio para que puedan liderarlo. Ellos son importantes porque a) comprenden bien el porqué, qué y cómo del cambio; b) ejemplifican la conducta “correcta”; y c) se hacen responsables y hacen que otros se responsabilicen de los resultados.
3. Creación de una visión. Se debe crear una imagen clara, inspiradora y alcanzable del futuro. La visión debe describir la conducta clave necesaria en el estado futuro para las estrategias y los indicadores de rendimiento clave.
4. Comunicación de la visión para conseguir la aceptación. Los líderes del cambio deben transmitir mensajes francos, concisos y sinceros para crear la confianza, apoyo y compromiso necesarios para lograr la visión.
5. Potenciar a otros para poner en práctica la visión. Los líderes deben destruir las barreras que entorpecen a las personas que están intentando hacer que la visión funcione. Para ello deben desarrollar y alinear los nuevos programas y proyectos; identificando los procesos que son ineficaces.
6. Planificar la obtención de éxitos a corto plazo. Los líderes deben reactivar el sentimiento de urgencia de la empresa consiguiendo mejoras de rendimiento visibles, oportunas y significativas para demostrar que el progreso se está produciendo.

¹⁸⁰ Cohen D. (2007) “Las claves del cambio: una guía de campo”. Ed. Deusto, Barcelona.

7. Consolidar las mejoras y producir más cambios todavía. Este paso es fundamental para garantizar que los equipos conductores persisten, controlan y valoran el progreso, y no declaran victoria de forma prematura.
8. Institucionalizar nuevos métodos. Es este último paso, los líderes deben reconocer, recompensar y servir de modelo de la nueva conducta a fin de incrustarla en el tejido de la empresa y dar al cambio “la forma de cómo se hacen las cosas aquí”.

Cuatro principios básicos rigen a este modelo:

1. Todos los pasos son necesarios.
2. El proceso es dinámico
3. Varios pasos pueden ocurrir de forma simultánea y continua.
4. Cambiar es un proceso iterativo.

CONTEXTO
del sector de la construcción español

3	EL CONTEXTO DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN ESPAÑOL	83
3.1	INTRODUCCIÓN	83
3.2	EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN ESPAÑOL Y SUS EMPRESAS.....	84
3.2.1	El sector de la construcción español	84
3.2.2	El proceso proyecto-construcción.....	88
3.2.3	Las empresas constructoras.....	90
3.3	LA INNOVACIÓN EN SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN ESPAÑOL	92
3.4	ANÁLISIS DE LA I+D+i: ENCUESTA DE LA CONSTRUCCIÓN.	102

3 EL CONTEXTO DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN ESPAÑOL

3.1 INTRODUCCIÓN

Es imprescindible conocer la realidad del sector de la construcción español para adentrarnos en sus problemas. Para ello, estudiamos aquellos rasgos que lo hacen diferente de otros sectores productivos. Por consiguiente, los siguientes epígrafes tratarán del ramo de la construcción, sus empresas y como éstas se han enfrentado a la innovación.

Es reconocida la importancia de la construcción para la economía de un país, especialmente para España, donde la inversión en infraestructuras ocupa el segundo lugar en la Unión Europea¹⁸¹. Sin embargo, cuando hablamos de innovación los datos no son muy positivos. El sector se caracteriza por ser poco innovador, invirtiendo en investigación y desarrollo (I+D) la décima parte de la media europea¹⁸². Características como la heterogeneidad y fragmentación del sector, la intervención de numerosas profesiones, el carácter único de la mayoría de los proyectos de construcción, la dependencia con los ciclos económicos y el uso de una mano de obra intensiva, de baja capacitación y con gran movilidad se oponen al desarrollo de un proceso sistemático de innovación. No obstante, existen diversas iniciativas encaminadas a incrementar el sello innovador de la construcción que han nacido desde la Administración Pública y el sector privado. Por parte del gobierno español se encuentran: (1) degravaciones fiscales, (2) diversos programas relacionados con este sector y (3) un nuevo pliego de cláusulas administrativas para la contratación de obras, por el sistema de concurso, que incorpora en la evaluación de ofertas técnicas una quinta variable sobre tecnología e I+D+i. Por parte de la iniciativa privada, la Plataforma Española de la Construcción para la Innovación Tecnológica ha supuesto un hito en este sentido.

A continuación, se analiza el proceso proyecto-construcción, elemento clave en el comportamiento en innovación del sector y sus empresas. Se sigue con el estudio de las principales características de las empresas constructoras. Son empresas que se dedican a ejecutar proyectos y además explotan y conservan la infraestructura existente. La ejecución de los proyectos requiere que las empresas sean capaces de trabajar en coaliciones difusas con otras empresas a lo largo de la cadena de valor. En todo el mundo se reconoce la competitividad de las grandes constructoras españolas y se respalda por los excelentes contratos que han ganado en Europa y América¹⁸³. Pero, hoy, su competitividad a largo plazo se cuestiona por la falta de un esfuerzo innovador importante. Para la mayoría de los directivos la innovación no es un factor clave en su estrategia competitiva¹⁸⁴. De hecho, la mayoría considera que la inversión de I+D+i no es atractiva.

A continuación se aborda en detalle el proceso innovador en el sector de la construcción español. Cambiar la imagen poco innovadora del ramo requerirá un cambio de la visión estratégica de la dirección, en la cultura de la organización, la movilización de una importante

¹⁸¹ SEOPAN (2007) "Construcción: informe anual 2006". Ed ANCOP, Madrid.

¹⁸² Villar-Mir J. (2001) "I+D+i en el sector de la construcción". Revista de Obras Públicas, 3409, pp. 7-29.

¹⁸³ Pellicer E., Yepes V., Correa Ch. (2006) "Challenges of standardising the innovation management in the Spanish construction industry". International Council for Research and Innovation in Building and Construction, 26-29 de Noviembre, Dubai

¹⁸⁴ Villar-Mir J. (2001) "I+D+i en el sector de la construcción". Revista de Obras Públicas, 3409, pp. 7-29.

cantidad de recursos, y la colaboración entre empresas, universidades, centros de investigación.

Finalmente, se procede al análisis de los resultados de la “Encuesta de la Estructura de la Construcción” del Ministerio de Fomento (2006)¹⁸⁵. Este documento permite conocer sus principales características estructurales, en un contexto nacional, en especial, lo referido a la innovación. Así pues, podemos destacar que el esfuerzo innovador del sector de la construcción en los últimos años es creciente, pero, alejada de la media de otros ámbitos.

3.2 EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN ESPAÑOL Y SUS EMPRESAS

3.2.1 El sector de la construcción español

La construcción es sin duda uno de los sectores productivos más importantes en la economía de todos los países. En España, de acuerdo a los datos del ejercicio 2006¹⁸⁶, el ramo representa alrededor del 10,9% del total del valor añadido bruto generado y el 13,9% de la población laboral. La primera cifra no comprende el valor recibido de otros sectores por compras de suministro y servicios. Pero la importancia de la actividad constructora trasciende más allá de su contribución directa, al suponer un poderoso efecto multiplicador en toda economía. Este efecto alcanza en España un valor de 2,0 (un incremento de 1% en la demanda de la construcción, termina provocando un efecto casi el doble sobre la producción del país)¹⁸⁷.

La construcción puede considerarse en una situación intermedia, entre las actividades industriales y las de servicios. Su finalidad es la elaboración y acabado de una serie de productos y su posterior venta en el mercado. Sin embargo, la actividad productiva y el propio mercado de la construcción tienen características específicas que condicionan su existencia, estructura y funcionamiento de las empresas.

Las características básicas de la producción son dos: tiene lugar por encargo y es una labor intermitente. Las peculiaridades de la construcción como actividad productiva son:

1. Los proyectos son únicos, con coaliciones de diferentes organizaciones que trabajan juntas para cumplir con una tarea en un tiempo específico¹⁸⁸. Contemplan actividades de diseño, construcción, mantenimiento y rehabilitación de las estructuras. Cada una de ellas abarca una multitud de organizaciones, de un amplio rango del sector industrial, trabajando en conjunto y temporalmente para concretar con éxito una tarea específica del proyecto.
2. Los productos del proceso proyecto-construcción comparten la característica de inmovilidad, complejidad, durabilidad, tener un presupuesto y alto riesgo de fallo¹⁸⁹.

¹⁸⁵ Instituto Nacional de Estadísticas (2008). “Fuente Estadística sobre las actividades en I+D. Indicadores básicos 2006”. Consultado el 28 de Mayo en: <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft14%2Fp057%2Fa2006&file=pcaxis&L=0&divi=&his=>.

¹⁸⁶ SEOPAN (2007) “Construcción: informe anual 2006”. Ed ANCOP, Madrid.

¹⁸⁷ Checa A. (1997) “Sector de la construcción: documento COTEC sobre necesidades tecnológicas”. COTEC, consultado el 30 de Mayo del 2006 de: <http://www.cotec.es/>.

¹⁸⁸ Gann D., Salter A. (2000) “Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and system”. Research Policy. 29, pp. 955-972.

¹⁸⁹ Nam C. H., Tatum C. B. (1989) “Major characteristic of constructed products and resulting limitations of construction technology”. Construction Management and Economics, 6 (2), pp.133-148.

3. Las operaciones de la construcción dependen de un único diseño, disperso sobre sitios remotos, constantemente modificado, y ejecutado bajo la influencia de las condiciones ambientales¹⁹⁰.
4. Para un mismo producto acabado existen diversos procesos productivos alternativos, la mayoría de ellos poco susceptibles de mecanización¹⁹¹.
5. Las nuevas tecnologías se desarrollan para mejorar significativamente los procesos de la construcción¹⁹².
6. La personalidad de los técnicos que intervienen durante el diseño, y la construcción influyen en el resultado final¹⁹³.

El mercado sectorial está marcado por la demanda que se manifiesta para cada proyecto en particular y los distintos ofertantes compiten entre ellos para conseguir su adjudicación. La mayoría de las veces, la adjudicación se hace a la oferta más baja. En consecuencia, el precio del producto se formaliza con anterioridad al proceso productivo, y esta determinación previa lleva a que el empresario ajuste sus márgenes de beneficio. Sin embargo, el precio final del producto suele presentar variaciones sustanciales con respecto al pactado.

El carácter social del promotor permite distinguir entre obra pública y privada, dependiendo de si es la administración pública (estatales, autonómicas o locales) o la iniciativa particular quien encarga la ejecución de proyecto.

El ramo cuenta principalmente con dos subsectores principales: obra civil y edificación. La edificación representa el 71,1 % de la producción, en términos nominales, frente al 28,9% que genera la producción de obra civil¹⁹⁴. Con todo, la componente de obra civil es levemente más dinámica de las dos y en el 2006 posee un incremento real del 12,2%, mientras que la edificación obtuvo un 12,1%.

De acuerdo al informe anual del SEOPAN (asociación de las principales empresas constructoras españolas) del año 2006¹⁹⁵, podemos establecer que:

1. Más de tres cuartas partes de la actividad generada en construcción es debida a la contratación de empresas privadas; las restantes contrataciones son realizadas por las administraciones públicas (central, autonómica o local) y entes que dependen de ellas.
2. El 68,8% de la obra pública licitada corresponde a ingeniería civil y la parte restante a edificación.

La licitación pública, en el año 2006¹⁹⁶, ascendió al 5% del PIB frente 4,3% del año anterior, lo que supone una intensificación de la inversión. Obtuvo una producción total de 46.690 millones de euros, con un crecimiento nominal del 18,9% respecto al año anterior. Además, la licitación pública, tuvo la siguiente la siguiente distribución durante el año 2006:

1. Carreteras: 24,2%

¹⁹⁰ Paulson B. (1985) "Automation and robotics for construction". *Journal of Construction Engineering and Management*, 111(3), pp. 133-148.

¹⁹¹ Pellicer E., Sanz A., Catalá J. (2004) "El proceso proyecto-construcción". Ed. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

¹⁹² Tatum C. B. (1989) "Organizing to increase innovation in construction firms". *Journal of Construction Engineering and Management*, 115 (4), pp. 602-617.

¹⁹³ Pellicer E., Sanz A., Catalá J. (2004) "El proceso proyecto-construcción". Ed. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

¹⁹⁴ SEOPAN (2007) "Construcción: informe anual 2006". Ed ANCOP, Madrid.

¹⁹⁵ SEOPAN (2007) "Construcción: informe anual 2006". Ed ANCOP, Madrid.

¹⁹⁶ SEOPAN (2007) "Construcción: informe anual 2006". Ed ANCOP, Madrid.

2. Urbanizaciones: 15,5%
3. Infraestructura hidráulicas: 12,7%
4. Resto de obra Civil: 16,4%
5. Edificación: 31,2%

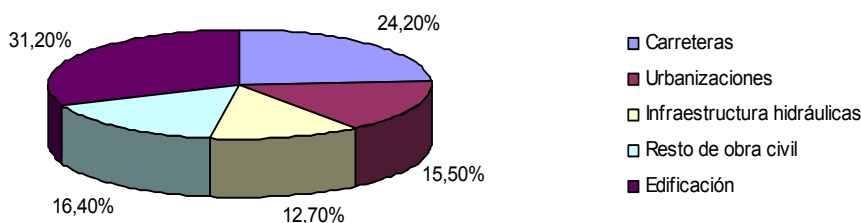


Figura 3.1. Distribución de la licitación pública año 2006¹⁹⁷

En cuanto a la distribución de obra pública licitada por organismo¹⁹⁸, fue la siguiente:

1. Comunidades autónomas: 34,2%
2. Ministerio de fomento: 23,8%
3. Administraciones locales: 32%
4. Ministerio de medio ambiente: 5,7%
5. Resto de la administración general del estado: 4,3%

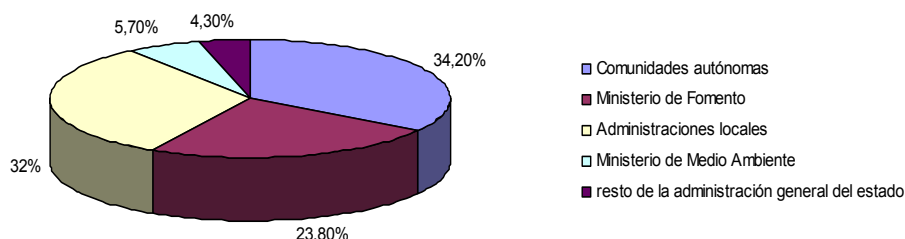


Figura 3.2. Distribución de la licitación pública en el año 2006¹⁹⁹

Dada la relevancia del sector de la construcción, es de esperar que acciones que busquen elevar el nivel, conlleve una mayor competitividad y tengan mayor efecto en la economía nacional. Han surgido diversas iniciativas para aprovechar la oportunidad que suscita el desarrollo tecnológico para dotar a la construcción de un sello innovador, específicamente en innovación tecnológica. Dentro de las iniciativas emprendidas por el sector de la construcción en España, se encuentran:

1. Por parte de la iniciativa privada: La Plataforma Española de la Construcción para la Innovación Tecnológica.
2. Por parte del Estado:
 - a. Las desgravaciones fiscales, que pueden llegar a suponer entre un 30% y un 70% del gasto correspondiente. Para ello, las empresas pueden aportar a la Administración

¹⁹⁷ SEOPAN (2007) "Construcción: informe anual 2006". Ed ANCOP, Madrid.

¹⁹⁸ SEOPAN (2007) "Construcción: informe anual 2006". Ed ANCOP, Madrid.

¹⁹⁹ SEOPAN (2007) "Construcción: informe anual 2006". Ed ANCOP, Madrid.

tributaria informes motivados relativos al cumplimiento de los requisitos científicos y tecnológicos. Corresponde al Ministerio de Ciencia y Tecnología, de conformidad con lo previsto en el artículo 33.4 de la ley 43/1995, de 27 de diciembre, del Impuesto sobre Sociedades, emitir los informes motivados relativos al cumplimiento de estos requisitos.

- b. Dentro del Programa Nacional de Construcción 2004-2007 se encuentra la iniciativa PROFIT (Programa de Fomento de la Investigación Técnica), que apuesta por el aumento de los gastos en I+D y donde se espera que las actuaciones de I+D+i, correspondan a 1/3 a la administración pública, y los 2/3 restantes al sector empresarial²⁰⁰. Hoy, el Programa Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación 2008-2011 contempla el área de desarrollo e innovación sectorial, en el cual, la construcción es considerada un sector clave. Se pretende “desarrollar a través de la I+D+i medidas encaminadas a mejorar la eficiencia y sostenibilidad de los procesos y productos relacionados con la concepción, construcción, explotación y mantenimiento del hecho constructivo²⁰¹”.
- c. Finalmente, el Ministerio de Fomento ha incorporado, en el nuevo pliego de cláusulas administrativas para la contratación de obras, por el sistema de concurso, una quinta variable sobre tecnología e I+D+i en la evaluación de ofertas técnicas, que puede llegar a suponer del 10% al 25% de la puntuación total, según la importancia tecnológica de la obra²⁰². De hecho se señala que: “se valorarán en particular la utilización en obra de tecnologías que hayan sido desarrolladas en el marco de proyecto 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”.

Pese a lo anterior, según el informe de innovación en la construcción publicado en el año 2000 por la fundación COTEC²⁰³, en lo que respecta al papel de la administración pública debemos destacar los siguientes aspectos no han sido respondidos aún:

1. El sistema público de I+D es desconocido por buena parte del sector de la construcción que considera que el sistema está alejado de sus problemas y necesidades.
2. El número de proyectos de investigación en el sector financiados por el plan nacional de I+D+i es muy reducido.
3. El Plan Nacional de I+D+i carece de una dotación presupuestaria para el sector.
4. La definición de un programa conjunto para el desarrollo de la innovación en la construcción. La administración debe asumir que determinadas obras son experimentales en su totalidad o en alguna de sus partes.
5. Propiciar convocatorias atractivas para las empresas.

Por último, dos reflexiones que se mantienen del documento COTEC sobre las necesidades tecnológicas del sector constructor en España son:

1. El mercado, tradicionalmente proteccionista, y la falta de iniciativa empresarial han inhibido el dinamismo y la innovación.

²⁰⁰ Aldama, E. (2005) “Presentación de la plataforma: hacia el 2030. Innovación y cambio eficiente en el sector de la construcción”. Revista de Obras Públicas, 3409, pp 9-10.

²⁰¹ Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (2007) “Plan nacional de investigación científica, desarrollo e innovación tecnológica 2008-2011”. Ministerio de Ciencia y Tecnología, Madrid.

²⁰² García A. (2005) “Fomento de la I+D+i”. Revista Rutas, 111, p 3.

²⁰³ Villar-Mir J. (2001) “I+D+i en el sector de la construcción”. Revista de Obras Públicas, 3409, pp. 7-29.

2. Las empresas han invertido poco en este concepto porque no lo consideran un factor clave de competitividad y así la capacidad de la empresa española para innovar ha sido históricamente insuficiente.

3.2.2 El proceso proyecto-construcción

La concreción de un proyecto de construcción involucra una serie de secuencias que permiten cumplir uno o varios objetivos determinados “a priori”: el diseño se materializa, generalmente, en la construcción de una infraestructura que se pone en uso y explotación para beneficio del promotor y de los usuarios. Por ello se plantea la expresión “proceso proyecto-construcción”²⁰⁴. En el proceso proyecto-construcción, aparecen las siguientes fases básicas:

1. Diseño (redacción de estudios previos y proyectos).
2. Construcción (ejecución de obras, convenientemente dirigidas).
3. Uso y explotación de la infraestructura.

El proceso se retroalimenta puesto que toda infraestructura en uso y explotación con el paso del tiempo necesita de nuevas actuaciones para mantenerla, repararla e incluso, en un momento dado, demolerla y finalizar su ciclo.

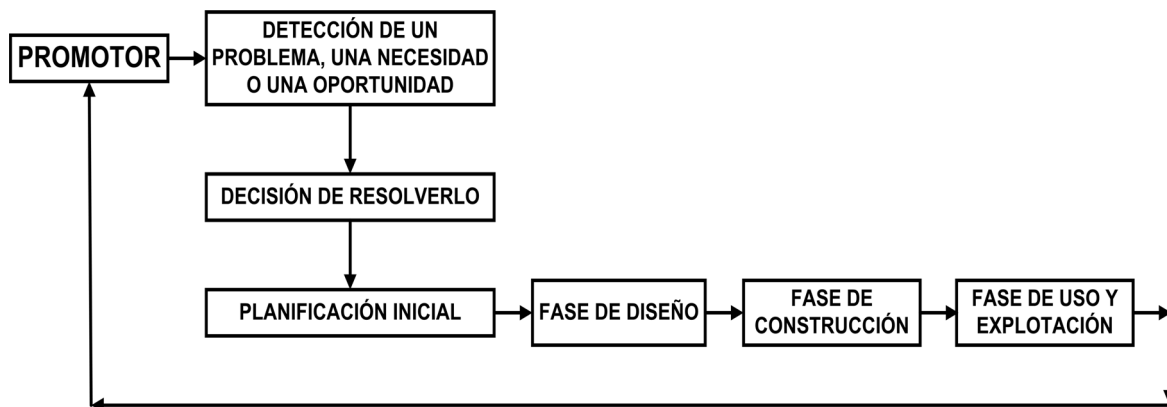


Figura 3.3. Esquema general del proceso proyecto-construcción²⁰⁵

El proceso proyecto-construcción tiene como punto de partida:

1. La detección de una necesidad, un problema o una oportunidad.
2. La decisión de resolverlo.
3. La planificación inicial de la resolución.

Definir un proyecto requiere especificar los requerimientos técnicos y de desempeño. Los primeros se refieren a los procesos y criterios de aceptación necesarios para llevar a cabo la obra. Los segundos incluyen costo, tiempo y calidad para completar la obra. Es necesario determinar el alcance, complejidad y dificultad del proyecto para definir la fase constructiva.

²⁰⁴ Pellicer E., Sanz A., Catalá J. (2004). “El proceso proyecto-construcción”. Ed. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

²⁰⁵ Pellicer E., Sanz A., Catalá J. (2004). “El proceso proyecto-construcción”. Ed. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

La fase de construcción implica realizar el diseño proyectado. Es ahí donde se percibe que el proyecto no es la recopilación de un conjunto de gráficos, esquemas, cálculos y prescripciones, sino que es una clara y coherente exposición de los documentos para ejecutar la obra de modo lógico y rentable.

Para Reichstein et al.²⁰⁶ es posible identificar seis factores en el proceso-proyecto construcción que determinan la naturaleza de la innovación:

1. El carácter temporal de las obras obstaculiza que las lecciones sean transmitidas de un proyecto a otro. Existe la tendencia a re-inventar procesos en cada nuevo proyecto y en algunas ocasiones los detalles técnicos de las actividades ejecutadas son imposibles de transferir a los nuevos proyectos.
2. Muchas veces la construcción implica la inmovilidad del lugar de producción. Este factor impide el desarrollo de rutinas asociadas con la producción industrial, quedando sujetos los procesos de construcción a las condiciones medioambientales.
3. La demanda dependiente de la decisión de invertir capital fijo, abarca la participación de diversas partes, consume tiempo y crea una complejidad en el mercado de la construcción que no existe en otros mercados. El sector se caracteriza por ser sensible a la demanda, fuertemente influenciada por factores externos, altamente fragmentada, basada en proyectos, geográficamente localizada, servida por varios proveedores y altamente competitiva²⁰⁷. Esta demanda también es fuertemente dependiente de ciclos económicos y de la inversión pública. Los clientes, deseando recuperar la competitividad, demandan “más construcción por el dinero”²⁰⁸ y consideran el uso de tecnología avanzada como una forma de conseguirlo²⁰⁹, piden mayor flexibilidad en el uso de nuevas tecnologías²¹⁰, exigen estructuras industriales cada vez más complejas y esto requiere el uso de nuevas tecnologías en su construcción²¹¹.
4. Estructura dominada por pequeñas empresas. De hecho, se estima que el 99% de las contratistas tienen menos de 5 profesionales trabajando para ellos²¹². Según el Directorio Central de Empresas (DIRCE)²¹³, en el estrato inferior están las empresas pequeñas y microempresas con menos de 10 empleados que son aproximadamente 200.000, seguidas por las empresas medianas que son aquellas que tienen entre 20 y 199 empleados, cuyo número asciende a 15.360 y por último, se encuentran 493 empresas grandes con más empleados. El informe anual del SEOPAN²¹⁴, indica que las empresas grandes representan el 1,3 % del sector, las medianas el 41,8% y las pequeñas el 56,8%. En el año 2006 se crearon más de 30.758 empresas de la construcción.
5. La etapa de diseño está separada de la producción y del mantenimiento, por lo que resulta difícil asegurar una retroalimentación entre cada una de estas etapas del proceso.
6. El último factor corresponde a la cadena de proveedores. El sector depende de organizaciones responsables de la construcción “in situ” de la obra; de la instalación de

²⁰⁶ Reichstein T., Salter A., Gann D. (2005) “Last among equals: a comparison of innovation in construction, services and manufacturing in the UK”. *Construction Management and Economics*, 23, pp. 631-644.

²⁰⁷ Cassimatis P. J. (1969) “Economics of the construction industry”. The Conference Borrada, Nueva York.

²⁰⁸ Summary Report of the Construction Industry Cost Effectiveness Project (1983) “More construction for the Money”. Business Roundtable, Nueva York.

²⁰⁹ Tatum C. B. (1989) “Organizing to increase innovation in construction firms”. *Journal of Construction Engineering and Management*, 115 (4), pp. 602-617

²¹⁰ Tatum C. B. (1989) “Organizing to increase innovation in construction firms”. *Journal of Construction Engineering and Management*, 115(4), pp. 602-617

²¹¹ Tatum C. B. (1989) “Organizing to increase innovation in construction firms”. *Journal of Construction Engineering and Management*, 115 (4), pp. 602-617

²¹² Gann D. M. (2000) “Building innovation: complex constructs in a changing world”. Thomas Telford, Londres.

²¹³ Elaborado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) el 1 de enero 2004.

²¹⁴ SEOPAN (2007) “Construcción: informe anual 2006”. Ed ANCOP, Madrid.

sistemas especializados, por ejemplo, eléctricas, alarma, ascensores, etc.; y de un amplio rango de proveedores como arquitectos, ingenieros, consultores, etc. Cumplir con el proyecto es complejo y requiere la concurrencia de diversos actores (por ejemplo: estructuras normativas, la red de proveedores, las empresas, los proyectos y las estructuras de soporte técnico) y tecnologías que participan en la cadena de valor del proceso de construcción.

3.2.3 Las empresas constructoras

Las empresas constructoras se caracterizan por ejecutar obras, es decir, a construir, reparar, explotar y mantener infraestructuras que, por su complejidad, tamaño o singularidad, no pueden realizarse en serie. Cada obra, es singularizada en su propio proyecto al no existir la posibilidad de repetir el producto final. La ejecución de las obras involucra la concurrencia de diferentes actores y tecnologías, donde los procesos y organizaciones se reformulan de acuerdo a la naturaleza del proyecto. El uso de las tecnologías, el flujo de la información y redes de comunicación entre los agentes pueden garantizar el éxito de un proyecto.

En general las principales características de las empresas que trabajan en la construcción son²¹⁵:

1. Los procesos de diseño y producción son organizados en torno a proyectos.
2. El producto o servicio es único y altamente focalizado al cliente.
3. Operan en coaliciones difusas con otras organizaciones a lo largo de la cadena de valor.

El proceso de producción de estas empresas radica en construir nuevas infraestructuras, modificar las existentes, explotarlas y/o conservarlas. En consecuencia, sus principales insumos son:

1. Mano de obra.
2. Subcontratista de mano de obra.
3. Maquinaria propia.
4. Subcontratista de maquinaria.
5. Materiales y equipos.
6. Instalaciones, vehículos y oficinas.

Anteriormente señalamos que las constructoras ejecutan proyectos, por lo que se podría concebir esquemáticamente a la empresa en dos niveles paralelos, empresa y obra. Bajo este contexto, las empresas llevan a cabo dos procesos de gestión: una asociada directamente con las empresas y la otra con los proyectos. No obstante, existen principios administrativos que son aplicables tanto a empresas como a proyectos, con las adaptaciones que exigen sus características propias.

La mayoría de los proyectos suponen un riesgo para la constructora. Las empresas deben comprometerse a ejecutar una obra sin conocer todos los requerimientos técnicos, físicos, ni el coste real. Debe ofrecer un precio provisional si las condiciones se lo permiten, o cerrar un precio contra prestaciones predeterminadas. La elaboración de este precio requiere de la medición y valoración de la obra. Para ello, descomponen la obra en un conjunto de partes elementales denominadas unidades de obra. Además, el análisis de los costes se basa en técnicas y en experiencias pasadas similares que, se intentarán ajustar a la realidad.

²¹⁵ Gann D., Salter A. (2000) "Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and system". Research Policy, 29, pp. 955-972.

El entorno de negocio que rodea a las empresas constructoras es de suma importancia. Las variables de entorno deben conocerse, ya que pueden fijar los límites de actuación de la empresa. Los elementos del entorno crean dinámica en los productos inmobiliarios, siendo el más relevante los relativos a las exigencias medioambientales.

Así, la mayoría de los factores productivos están sujetos a cierto grado de aleatoriedad, que deberá ser mínimo para que no se presenten desviaciones presupuestarias difíciles de controlar. En general, las constructoras deben incluir en su oferta un margen suficiente para cubrirse de riesgos. Pero el incremento de la competencia y la dureza impuesta por las administraciones en el pliego de condiciones no le permiten incorporar este margen si quieren obtener la adjudicación.

La realización de obras dispersas geográficamente obliga a tener varios centros de producción. Esta dispersión obliga a la contratación temporal de mando de obra no cualificada, quedando fijos en la empresa solo el personal cualificado.

Las empresas constructoras deben delegar la responsabilidad a un grupo de personas que lleve a cabo la obra. Los tres tipos de organigrama que las empresas adoptan para el manejo de los proyectos, son: (1) funcional, (2) independiente y (3) matricial. Cada uno impone diferentes formas de reparto de las tareas, relaciones de autoridad y flujo de la información. La singularidad de cada obra obliga a las constructoras a elegir entre estos diferentes tipos organización. Es frecuente que se formen equipos de obra para hacerse cargo de cada uno de esos proyectos. Sin embargo, es necesario preocuparse por la creación de procedimientos que acumulen en la empresa la experiencia que deja cada nueva labor, para hacer más eficiente las realizaciones futuras.

Las obras requieren programas de trabajo que adapten materiales, equipos, mano de obra y recursos financieros para cumplir con éxito los objetivos técnicos y, además, los beneficios esperados. Existen métodos que integran la logística con el coste y el tiempo de ejecución de las actividades para lograr la eficiencia productiva. Cada uno de estos métodos permite preveer el calendario de trabajo y, en consecuencia, las fechas más probables para los sucesos constructivos. Los métodos más conocidos corresponden a los diagramas de barras (Gantt), los diagramas de redes (CPM, PERT) y la línea de balance.

La dirección de la empresa acostumbra a llevar el control operativo de cada una de las obras con el fin de detectar cualquier discrepancia entre lo programado y lo realmente ejecutado. En la medida en que se detecten diferencias significativas que pongan en riesgo los objetivos del proyecto, deben hacerse los ajustes al plan y aplicar las medidas correctivas pertinentes. En general, los controles llevados a cabo en los proyectos de construcción a:

1. Control de la calidad.
2. Control de avance.
3. Control de presupuesto.
4. Control de la gestión interna.

La mayoría de las empresas constructoras están más orientadas a maximizar beneficios que a crear nuevas oportunidades de negocio. Por ello, no consideran que la innovación sea un factor determinante de su estrategia, con la salvedad, quizás, de algunas grandes empresas o de alta especialización²¹⁶ donde su política de innovación está ligada a su misma estructura.

²¹⁶ Villar-Mir J. (2001) "I+D+i en el sector de la construcción". Revista de Obras Públicas, 3409, pp. 7-29

Para la actividad constructora en sentido estricto, la información sobre cambios tecnológicos en los productos y equipos, así como las demandas tecnológicas de los “mercados emergentes” es hoy un elemento indispensable de política de innovación²¹⁷. En este sentido hay dos aspectos a tener en cuenta: materiales y componentes y, maquinaria y robótica.

En promedio, las empresas constructoras solo dedican a I+D+i el 0,122% sobre las ventas, esfuerzo muy inferior al esfuerzo medio del sector en Europa que está en torno al 1%. Esto significa que Europa esta por detrás de Japón en donde las cinco mayores compañías dedican anualmente a I+D+i aproximadamente el 1,3% de su facturación²¹⁸.

EMPRESA	Cifra de Negocios		Gastos en "I+D"	
	Millones de Euros (2004)		Miles de Euros (2004)	% / Cifra de Negocios Nacional
	Consolidado	Nacional		
ACS-DRAGADOS	5.230	4.746	3.496	0,074%
FERROVIAL-AGROMAN	3.583	2.720	1.893	0,070 %
FCC	3.090	2.958	3.096	0,105%
ACCIONA	-	2.481	10.092	0,407%
SACYR-VALLEHERMOSO	1.988	1.052	2.994	0,285%
OHL	1.265	1.066	544	0,051%
CONSTRUCTORA SAN JOSÉ	1.053	958	-	-
GRUPO ISOLUX-CORSÁN *	571	397	5.392	1,358%
COMSA	651	225	-	-
ALDESA	504	492	-	-

Tabla 3.1. Cifras de negocio v/s gastos “I+D”

*Las cifras del grupo Isolux Corsán son del año 2003.

*Los gastos en “I+D” corresponden a los saldos de la cuenta Investigación y Desarrollo a fecha 31-12-04, para las respectivas empresas.

El promedio de gasto en I+D sobre la cifra de negocios nacional, para las 10 empresas con mayor cifra de negocio en 2004, es del 0,22 %. ACCIONA lidera la inversión en “I+D” en el mercado Español y, según indican en sus informes anuales, se autoproclama el grupo constructor “Líder Tecnológico Europeo”. Por otro lado, aunque las cifras del grupo Isolux Corsán corresponden al año 2.003, representan el mayor porcentaje (1,35%) de inversión en “I+D”, a nivel nacional.

3.3 LA INNOVACIÓN EN SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN ESPAÑOL

Entender el proceso de innovación dentro de la construcción ha adquirido importancia en los últimos años, especialmente, como las empresas pueden mejorar su capacidad para innovar. Hoy este interés se ha acelerado con el programa Ingenio 2010 y la decisión del Ministerio de Fomento de promover la innovación en el sector, a través de las empresas.

²¹⁷ Checa A. (1997) “Sector de la construcción: documento COTEC sobre necesidades tecnológicas”. COTEC, consultado el 30 de Mayo del 2006 de: <http://www.cotec.es/>.

²¹⁸ Villar-Mir J. (2001) “I+D+i en el sector de la construcción”. Revista de Obras Públicas, 3409, pp. 7-29.

Con el nuevo pliego de cláusulas administrativas para las obras por el sistema de concurso²¹⁹ aparece un reto competitivo para las empresas que les obliga a gestionar su propia innovación, organizando y sistematizando las actividades de innovación que siempre han realizado, pero que por falta de tiempo o preocupación no se abordaban con los criterios y el espíritu científico, que les hubieran reportado un mayor valor añadido. Esto requerirá una visión estratégica, un cambio en la cultura de la organización, una movilización de recursos relativamente importantes, y para la mayor parte de las empresas, una colaboración decidida con universidades, centros de investigación y la cooperación entre empresas. Es claro que una innovación cooperativa es la mejor opción frente a la competencia destructiva.

Aunque la industria de la construcción no ha sido tan analizada como otros sectores (manufacturera y servicios), ésta se ha catalogado como no innovadora^{220,221,222}. Sin embargo, otros investigadores señalan que este sector es innovador. Al respecto, Manseau y Shields²²³ mantienen que la innovación ciertamente ocurre en la construcción y esta relacionada con otras industrias; Jones y Saad²²⁴ señalan que el sector ha demostrado su capacidad para innovar respondiendo a los cambios de mercado, instituciones, regulaciones, tecnologías y transformando las relaciones entre los diferentes actores del proceso de construcción. Quizás lo más acertado es decir que la construcción se caracteriza por presentar un nivel de innovación bajo, aunque es cierto que el progreso ha sido mayor en el último siglo que en toda su historia, la inercia que arrastra el sector ha hecho muy difícil su evolución. Las razones para su bajo nivel de innovación se encuentran, según diversos investigadores, en:

1. Las actividades de innovación que se realizan en las empresas no quedan registradas de manera ordenada, por lo que las estadísticas del sector arrojan unas cifras bajas de actividad innovadora²²⁵.
2. La complejidad del proceso, la poca repetitividad, el conservadurismo inherente al producto, la progresiva descualificación de la mano de obra, etc²²⁶.
3. La heterogeneidad y fragmentación del sector, la intervención de numerosas profesiones, el carácter de único de la mayoría de los proyectos de construcción, la dependencia con los ciclos económicos, el uso de la mano de obra intensiva, de baja capacitación y con gran movilidad se oponen al desarrollo de un proceso sistemático de innovación en las empresas constructoras²²⁷.
4. Las actuales fórmulas de contratación que no favorecen la coincidencia de los objetivos particulares de cada participante del proyecto con un objetivo único, orientado a conseguir

²¹⁹ Ministerio de Fomento (2005) "Pliego de cláusulas administrativas particulares para la contratación de obras por el sistema de concurso". Dirección General de Carreteras, Madrid.

²²⁰ Blayse A. M., Manley K. (2004) "Key influences on construction innovation". *Construction Innovation*, 4, pp. 143-154.

²²¹ Shenhar A. J., Dvir D. (1996) "Toward a typological theory of project management". *Research Policy*, 25, pp. 607-632.

²²² Tucker R. L., Borcharding J. D. (1977) "Constructor attitudes in construction firms". *Journal of Construction Engineering and Management*, 115 (4), pp. 602-617.

²²³ Manseau A., Shields R. (2005) "Building tomorrow: innovation in construction and engineering". Ashgate Publishing, Londres.

²²⁴ Jones M., Saad, M. (2003) "Managing innovation in construction". Thomas Telford, Londres.

²²⁵ COTEC (2000) "Informe sobre el sistema español de innovación: innovación en construcción". Consultado el 30 de Mayo del 2006 de: <http://www.cotec.es/>

²²⁶ Checa A. (1997) "Sector de la construcción: documento COTEC sobre necesidades tecnológicas". COTEC, consultado el 30 de Mayo del 2006 de: <http://www.cotec.es/>.

²²⁷ Villar-Mir J. (2001) "I+D+i en el sector de la construcción". *Revista de Obras Públicas*, 3409, pp 7-29.

un producto final, en plazo, económico, rentable y de alta calidad²²⁸ y la casi nula implicación de los clientes y proveedores en los procesos de innovación.

En España, el Plan Nacional de Investigación científica, desarrollo e innovación tecnológica 2004-2007 señala algunas peculiaridades del sector de la construcción, que lo dotan de especial singularidad con respecto a otros sectores industriales:

1. Importante repercusión en el medio ambiente a lo largo de su ciclo de vida completo.
2. Materiales en constante evolución ante nuevas y más exigentes prestaciones.
3. Descentralización de las responsabilidades y centros de decisión, provocado por la propia dispersión de los centros de trabajo.
4. Estructura diferenciada del personal, con alta rotación y carencias formativas del personal de obra, en determinadas constructoras, y con baja rotación y alto nivel de cualificación en las industrias que suministran materiales, maquinaria o servicios técnicos.
5. Alto grado de subcontratación, motivado por la búsqueda del abaratamiento de los costes y la flexibilidad para las puntas de trabajo, lo que motiva que el sector esté constituido fundamentalmente por PYMES (más del 95 %) y un número reducido de grandes empresas.
6. Altos riesgos laborales en las empresas constructoras, muy superiores a otros sectores industriales, que se constatan por la alta siniestralidad, superior en España respecto a otros países más avanzados de Europa.
7. Capacidad de adaptar y crear un entorno construido de edificaciones e infraestructuras que permita su acceso y utilización a todas las personas, de manera especial a las discapacitadas.
8. Niveles bajos de I+D en las empresas constructoras, mientras que es más alto en la industria suministradora de materiales, de maquinaria y de servicios técnicos”.

Con todo, existe consenso en que las características de la construcción ofrecen grandes oportunidades para la mejora continua e innovación^{229,230, 231, 232,233}.

Como se ha dicho en reiteradas ocasiones, el esfuerzo innovador del conjunto de las empresas constructoras en España es bajo, porque la mayoría no lo han considerado hasta ahora un factor clave de competitividad; a pesar de que las grandes empresas cuentan con departamentos técnicos dedicados total o parcialmente a I+D. En comparación con otros países europeos, la dedicación a I+D de la construcción está en un nivel inferior. Para la mayoría de las constructoras las inversiones en I+D+i no son atractivas, pues los logros obtenidos no suelen ser patentables pudiendo copiar fácilmente. La generalización de algunas innovaciones es difícil por tratarse de mercados muy estrechos o limitados. La presión de los plazos y la competencia feroz impide reposados planteamientos de innovación, con la racionalidad con que se viene haciendo en otras industrias. Existen dificultades para que un promotor acepte una innovación propuesta por una empresa constructora. Todos estos factores

²²⁸ Checa A. (1997) “Sector de la construcción: documento COTEC sobre necesidades tecnológicas”. COTEC, consultado el 30 de Mayo del 2006 de: <http://www.cotec.es/>.

²²⁹ Gann D. M. (2000) “Building innovation: complex constructs in changing world”. Thomas Telford, Londres.

²³⁰ Groak S. (1994) “Is construction an industry?”. *Construction Management and Economics*, 12, pp. 287-293.

²³¹ Slaughter E. S. (1998) “Models of construction innovation”. *Journal of Construction Engineering and Management*, 124 (3), pp. 226-231.

²³² Tatum C. B. (1989) “Organizing to increase innovation in construction firms”. *Journal of Construction Engineering and Management*, 115 (4), pp. 602-617.

²³³ Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (2007) “Plan nacional de investigación científica, desarrollo e innovación tecnológica 2008-2011”. Ministerio de Ciencia y Tecnología, Madrid.

inhiben la inversión por parte de las constructoras en proyectos de I+D+i cuya aplicación final no depende de ellos.

Entre las razones para que una empresa constructora quiera innovar se encuentran en tres aspectos principales²³⁴:

1. **Factores inducidos por la lógica de mercado:** Básicamente las empresas recurren a la innovación tecnológica para responder al mercado y mejorar su competitividad.
2. **Factores inducidos por la sostenibilidad general y particular:** El uso de la tecnología para disminuir el riesgo de generar impactos negativos en el entorno y de esta forma sostener la actividad empresarial en el medio y largo plazo.
3. **Factores estratégicos:** El apoyo a las prioridades nacionales e internacionales en materia de investigación básica. El apoyo de las empresas de este tipo de trabajos facilita un posicionamiento estratégico en el desarrollo final de productos.

Para entender la innovación en el sector de la construcción es necesario comprender el proceso innovador, desde la concepción de la idea hasta que se lleva al mercado con éxito comercial. Según el informe COTEC²³⁵ las características del proceso innovador son las siguientes:

1. El detonante del proceso constructivo es el promotor (privado o público) y esto ha de definirse en el proyecto.
2. El constructor materializa las innovaciones del resto de agentes. Las posibles formas de relación promotor, proyectista y el constructor proceden del grado de intervención que el promotor quiera dar al constructor, lo que influye en la posibilidad de innovación que pueda tener cada uno de los agentes.
3. La innovación es un proceso empresarial, ésta se produce cuando se utiliza un recurso (nuevo o no) desarrollado por otra empresa (o no) con un fin nuevo (probablemente no previsto por ésta). De esta forma la introducción de nueva tecnología, producto o material de construcción significará el desarrollo de nuevos procesos y posiblemente un cambio de producto.

La estrategia de innovación en las constructoras se apoya escasamente en actividades de I+D+i, siendo la principal fuente de innovación la solución directa de los problemas que presentan las obras adjudicadas. Este proceso ocurre cuando se enfrentan a problemas específicos del proyecto que se encuentran en el borde de las capacidades técnicas de la empresa y cuentan con un departamento técnico como soporte para la investigación. Así, los departamentos técnicos apoyan las innovaciones en los problemas concretos de las obras, resultado en la adopción y adaptación de ideas de otras industrias. A modo de ejemplo Pérez-Fadón²³⁶ escribe que “a veces también hacemos I+D, pero cuando hacemos I+D los plazos son algo largos. Por eso la mayor parte de las veces hacemos *i* minúscula de innovación, dentro de los plazos de la obra que tenemos que hacer, como media uno o dos años”.

Dependiendo del tipo de contrato e influencia del constructor en cada una de las etapas del proceso proyecto-construcción es posible distinguir las siguientes posibilidades²³⁷:

²³⁴ González-Mayo H. (2005) “Construcción sostenible e I+D+i”. Revista de Obras Públicas, 3457, pp 87-88.

²³⁵ COTEC (2000) “Informe sobre el sistema español de innovación: innovación en construcción”. Consultado el 30 de Mayo del 2006 de: <http://www.cotec.es/>.

²³⁶ Pérez-Fadón S. (2005) “Ejemplos de I+D+i en la construcción”. Revista de Obras Públicas, 3457, pp 51-54.

²³⁷ Pellicer E., Sanz, A., Catalá J. (2004). “El proceso proyecto-construcción”. Ed. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

1. **Contratos de obra:** En este caso el constructor debe atenerse a lo fijado. Sus únicas posibilidades de innovar están en los procesos de ejecución. No habrá, pues, por su parte ninguna innovación de productos.
2. **Contrato de obra con admisión de variantes:** Contratos de construcción en que el promotor permite al constructor realizar variantes al proyecto siempre y cuando el proyectista lo apruebe. En este caso es posible encontrar innovaciones de producto y procesos.
3. **Contrato de proyecto y obra:** Cuando el proyecto y obra depende del constructor. Este podrá libremente introducir innovaciones de producto o procesos.
4. Por último, **contrato de concesión o similares:** En los cuales el constructor oferta proyecto, obra y explotación de lo construido. El constructor puede innovar en materiales, productos de construcción, uso de nuevas tecnologías, etc., por lo que es posible encontrar innovaciones de productos y procesos.

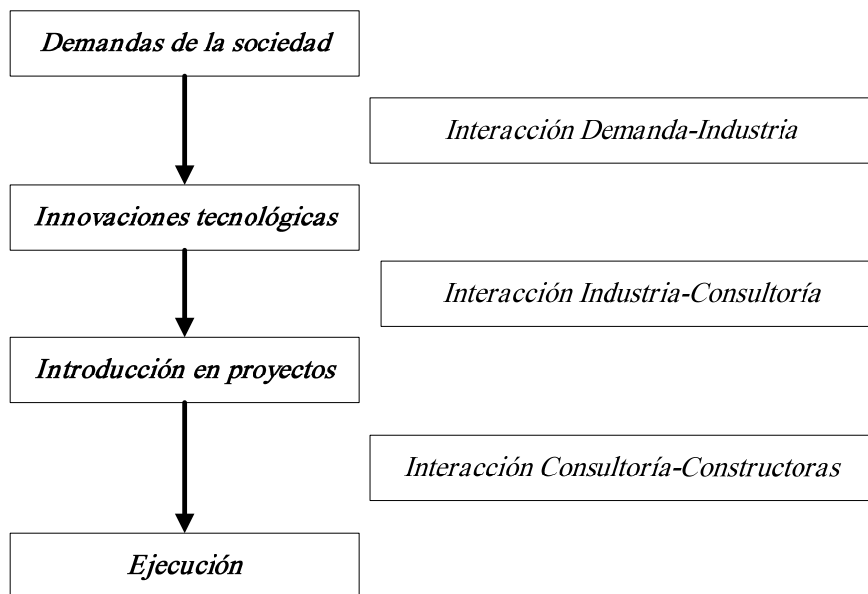


Figura 3.4 Proceso de innovación constructoras-consultoras²³⁸

La literatura analizada presenta dos modelos básicos del proceso innovador en el sector de la construcción español. El primero, perteneciente a Estefanía²³⁹, está apoyado en la interacción de las consultorías con el entorno y las empresas constructoras (ver Figura 3.4). La sociedad demanda servicios que mejoren su bienestar y beneficio lo que obliga a los promotores y empresas constructoras a implantar nuevas tecnologías en sus procesos, productos y proyectos. Las empresas consultoras, quienes el entorno, encuentran y desarrollan innovaciones que aplican a los proyectos de construcción.

El segundo modelo (ver Figura 3.5), corresponde al desarrollado por Jones y Saad²⁴⁰, quienes reconocen como principales etapas de un proceso de innovación: (1) la identificación de la necesidad de innovar, (2) investigación, (3) selección de la innovación, (4) planificación de la innovación, y (5) finalmente, su implementación. Sin duda alguna, el éxito de la innovación subyace en su correcta implementación en obra. En esta etapa, como resultado del aprendizaje

²³⁸ Estefanía S. (2005) "Industria e innovación en el sector de la construcción". Revista de Obras Públicas, 3457, pp. 71-74.

²³⁹ Estefanía S. (2005) "Industria e innovación en el sector de la construcción". Revista de Obras Públicas, 3457, pp. 71-74.

²⁴⁰ Jones M., Saad M. (2003) "Manging innovation in construction". Thomas Telford, Londres.

y experiencia, la innovación es revisada y modificada para cumplir de mejor forma los objetivos de la organización y proyectos.

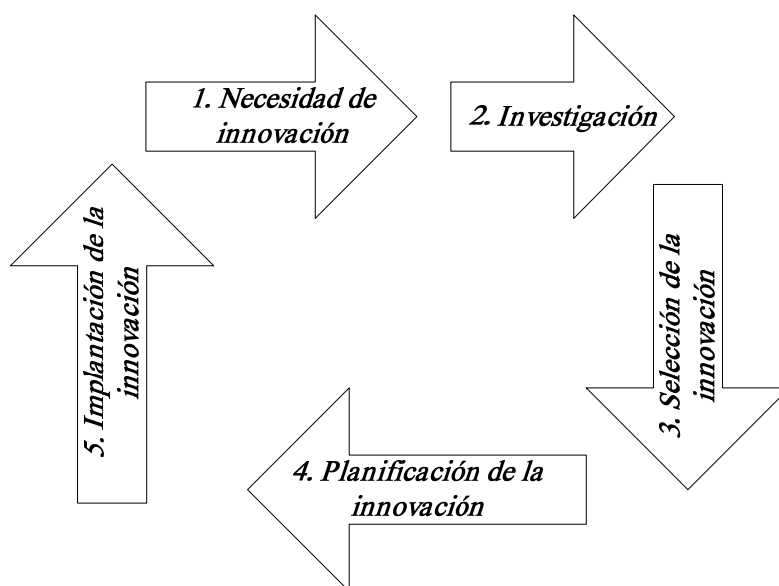


Figura 3.5. Principales etapas del proceso de innovación²⁴¹

Para Monjo²⁴² la innovación en construcción tiene que apoyarse en cuatro soportes: la investigación básica y aplicada, realizada por los centros de investigación y universidad; la experimentación directa, llevada a cabo por los agentes participantes del proceso-proyecto construcción; el interés por parte de los promotores y el apoyo económico, la financiación, la subvención, que puede venir por vía oficial.

La actividad de I+D en construcción más significativa de España la desarrollan algunos centros públicos de investigación, como el Centro de Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), el Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento (IETCC), el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), el Instituto Técnico de la Construcción de Cataluña (ITEC) y diversos laboratorios de las universidades. El trabajo de estas instituciones suele orientarse al conocimiento de los fenómenos naturales y a la investigación preformativa, es decir, a la definición de normas e instrucciones relativas a materiales y procesos constructivos. Es frecuente que participen constructoras para implementar los resultados de la investigación. También se identifican varios centros tecnológicos con gran prestigio dedicados esencialmente al estudio de materiales y sus procesos de fabricación. De los parques tecnológicos solo en Málaga y Valencia existen centros que desarrollan actividades directamente relacionadas o de soporte a la innovación de la construcción.

El informe de innovación publicado en el año 2000 por la fundación COTEC²⁴³ señala las recomendaciones indicadas en la Tablas 3.2 para mejorar el grado de innovación del sector de la construcción.

²⁴¹ Jones M., Saad M. (2003) "Manging innovation in construction". Thomas Telford, Londres.

²⁴² Monjo J. (2005) "La innovación en la construcción: realidades de los últimos 10 años". Revista de Obras Públicas, 3457, pp 57-60.

²⁴³ COTEC (2000) "Informe sobre el sistema español de innovación: innovación en construcción". Consultado el 30 de Mayo del 2006 de: <http://www.cotec.es/>.

- La Administración debería incluir a este sector en la encuesta de innovación.
- La Administración debe diseñar políticas tecnológicas específicas para este sector dentro del programa de inversiones billonarias que está previsto para infraestructura. Estos programas deben responder a los siguientes fines:
 - Normalización y certificación de materiales,
 - Desarrollo de proyectos dentro del Plan Nacional de I+D+i.
- La Administración debe definir un programa de ayudas para el desarrollo de innovaciones en obras concretas que permitan resolver problemas de interés general del sector.
- La Administración, junto con las asociaciones del sector deben hacer un esfuerzo más intenso de difusión de los programas disponibles, acercándolas a todas las empresas.
- La Administración debe fomentar el que las empresas se integren en sus asociaciones respectivas, especialmente en sectores muy atomizados, de modo que se incremente su capacidad de acción en aspectos diversos, entre los que están el desarrollo y la innovación.

Tabla 3.2a. Recomendaciones de las Administraciones Públicas

- Para que la innovación quede integrada en la política empresarial, se debe involucrar la dirección y difundir luego en el personal de las empresas el concepto de innovación, fomentando ésta a través de estímulos económicos o de cualquier tipo.
- El acercamiento de las empresas al sistema público de I+D facilitaría la adquisición de experiencia y la participación en proyectos nacionales e internacionales, así como la colaboración mutua.
- Las asociaciones empresariales deben colaborar con la administración para diseñar las políticas tecnológicas (proyectos conjuntos, medidas fiscales, subvenciones...) destinadas al sector.
- Las asociaciones empresariales deben hacer una campaña de difusión del concepto y de las ventajas de considerarlo en la definición de la política y estrategias de las empresas.
- Las asociaciones de materiales deben preocuparse de que los proyectistas reciban suficiente información y apoyo sobre nuevos productos.
- Se debería establecer acuerdos de “partnering” con empresas colaboradores en la búsqueda de soluciones innovadoras.

Tabla 3.2b. Recomendaciones a empresas

- El sistema público debe difundir sus capacidades a través de las asociaciones empresariales mediante reuniones específicas en las que se expresen las necesidades tecnológicas del sector.
- El sistema público de I+D debe esforzarse en lograr un mayor conocimiento de las necesidades tecnológicas del sector de la construcción y hacerlas explícitas a los centros que la componen y adaptar sus programas de investigación.

Tabla 3.2c. Recomendaciones del sistema público de I+D+i

- Debe debatirse el papel que debería asumir las infraestructuras para apoyar los procesos innovadores del sector.
- Las infraestructuras deben difundir sus capacidades a través de las asociaciones empresariales mediante reuniones específicas en las que se expresen las necesidades tecnológicas del sector.

Tabla 3.2d. Recomendaciones de la infraestructura de soporte a la innovación

- Educación:
 - Es necesario y urgente responder, con uniformidad y en número adecuado, a las necesidades de formación de los graduados universitarios a los que da empleo el sector.
 - Es necesario armonizar los títulos españoles con los de la UE.
 - Hay que facilitar una formación de base sólida que proporcione una potencialidad innovadora en los niveles universitarios más selectivos.
 - La Administración y los agentes sociales deben colaborar para resolver las necesidades de la formación profesional de los trabajadores de este sector.
- El mercado
 - Los concursos públicos deberían valorar con más peso las propuestas de soluciones innovadoras, los sistemas de ejecución novedosos, la introducción de nuevas tecnologías...
 - Las administraciones deben asumir que determinadas obras son experimentales, en su totalidad o en alguna de sus partes, como medio de fomentar la innovación y el progreso tecnológico.
 - La Administración y las asociaciones deben desarrollar campañas de información a los usuarios finales sobre las características y la calidad de los productos que permitan sensibilizar hacia su exigencia.
- Regulación.
 - La Administración, como órgano regulador, debe definir con mayor precisión las competencias normativas de los órganos que la tienen.
- La normativa necesaria debe dejar las puertas abiertas a la innovación.

Tabla 3.2e. Recomendaciones sobre el entorno

La recomendación del informe COTEC respecto a la armonización de los títulos españoles necesita un estudio más profundo, que queda fuera de los objetivos de este trabajo. Por tanto, se reconoce la necesidad de aumentar el nivel de gasto en I+D del sector y estimular esfuerzos de difusión del conocimiento adquirido y la coordinación de las actividades de I+D+i para evitar duplicidad de esfuerzos. Es por ello que se ha creado recientemente la Plataforma Tecnológica Española de la Construcción (PTEC) que tiene por objeto la integración de los agentes involucrados en el proceso proyecto-construcción y la propagación de las iniciativas de innovación. Asimismo, esta plataforma pretende conseguir un importante avance en la mejora en la eficacia, productividad y seguridad laboral que sin duda contribuirán a incrementar la competitividad de las empresas y del sector en general²⁴⁴.

La PTEC cuenta con la participación de más de 200 miembros, incluyendo constructoras, proveedores de materiales, centros de investigación, universidades, administraciones públicas, empresas de comunicaciones, desarrolladores de software, laboratorios, oficinas técnicas, etc.

²⁴⁴ Capilla F. (2005) "La plataforma tecnológica española de construcción". Revista de Obras Públicas, 3457, pp. 47-50.

La PTEC está estructurada en una serie de líneas estratégicas o grupos de trabajo liderados por representantes de la industria:

1. Ciudades y Edificios (NECSO)
2. Construcción Sostenible (OHL y Ferrovial Agruman)
3. Construcción Subterránea (Dragados y ACC)
4. Patrimonio Histórico (GEOCISA y Labein)
5. Aplicación de TICs en Construcción (ALDESA y Softec)
6. Seguridad y Salud (FCC)

Cada línea estratégica trabaja individualmente en la definición de un documento de Visión y una Agenda Estratégica, dentro de su campo de estudio, con el objeto de la posterior integración de estos trabajos en los documentos de Visión y Agenda Estratégica para todo el sector de la construcción.

Los programas en curso de la PTEC, son:

1. **ManuBuild**, de industrialización de la edificación (6º Programa Marco).
2. **Tunconstruct**, de aumento de la automatización de la construcción subterránea (6º Programa Marco).
3. **La Ciudad Multidimensional**, centrado en las obras subterráneas (Proyecto Científico-Tecnológico de Carácter Estratégico del Ministerio de Educación y Ciencias).
4. **Habitat 2030**, nueva tecnología en materiales y componentes para edificios (Proyecto Científico-Tecnológico de Carácter Estratégico del Ministerio de Educación y Ciencias).
5. **Arfrisol**, de arquitectura bioclimática y frío solar (Proyecto Científico-Tecnológico de Carácter Estratégico del Ministerio de Educación y Ciencias).
6. **Futuruespacio**, de gestión inteligente de procesos constructivos (Proyecto Científico-Tecnológico de Carácter Estratégico del Ministerio de Educación y Ciencias).

Por su parte, la “Plataforma Tecnológica Europea de la Construcción”, que trabaja de forma paralela a la PTEC, cuenta con una presencia importante de empresas y centros españoles que lideran algunas de las líneas que se desarrollan. La estructura de la Plataforma Europea y los retos que afrontan son similares a los de la PTEC. El número de organizaciones implicadas en esta plataforma supera las 300 y hay más de 450 usuarios registrados. A nivel europeo las líneas de investigación planteadas son las siguientes:

1. Ciudades y Edificios (Acciona-Saint Gobain)
2. Construcción Sostenible (NCC-Soletanche)
3. Construcción Subterránea (DRAGADOS-FCC)
4. Patrimonio Histórico (GI ZRMK)
5. Materiales (Heidelberg Cement-Leonardo)
6. Redes de Infraestructura (Autostrade)

Desde el sector público el principal eje de fomento de la innovación era hasta hace poco el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2004-2007, aprobado por el Consejo de Ministros en noviembre de 2003. Este plan constituía el eje estratégico de la política española de I+D+i para el periodo de aplicación. El objetivo primordial era “contribuir a la generación de conocimiento, de manera que esté al servicio de la sociedad y se logre así la mejora del bienestar”. Los objetivos específicos del Plan Estratégico eran:

- “La búsqueda del incremento del nivel de la ciencia y la tecnología españolas.
- Aumentar los recursos humanos dedicados a la I+D+i, tanto en el sector público, como en el privado.

- Reforzar los derechos y las garantías de los investigadores.
- Fortalecer la dimensión internacional de la ciencia y la tecnología españolas, especialmente en el Espacio Europeo de Investigación.
- Nuevas actuaciones en grandes instalaciones.
- Potenciar el papel de la investigación básica, y mejorar la comunicación a la sociedad de los avances que se vayan produciendo”.

Las estimaciones establecidas en dicho Plan, preveía un presupuesto de 4.414 y 4.792 millones de Euros, para 2004 y 2005, respectivamente.

Las áreas temáticas contempladas en el Plan, eran las siguientes:

- Ciencias de la vida.
- Ciencias y tecnologías agroalimentarias y medioambientales.
- Ciencias del espacio, matemáticas y físicas.
- Energía.
- Química, materiales y diseño y producción industrial.
- Seguridad y defensa.
- Tecnologías de la sociedad de la información.
- Transporte y construcción.
- Humanidades, ciencias sociales y económicas.

Cada área temática, era dividida a su vez en programas específicos. Para el área de transporte y construcción, encontramos:

- Programa nacional de medios de transporte.
- Programa nacional de construcción.

En este plan, para el sector de la construcción existía específicamente un programa nacional de construcción cuyos objetivos generales eran:

- “Alcanzar un desarrollo sostenible de las actividades de construcción, en especial en relación con aspectos medioambientales, de durabilidad, de seguridad y salud laboral, y grado de satisfacción del usuario final, contemplando las diversas etapas que definen el ciclo de vida del objeto constructivo en sus diferentes fases: concepción (planificación), materialización (proyecto, materiales, ejecución de sistemas y procesos), utilización (gestión y mantenimiento), y reintegración (demolición, reciclado reutilización o rehabilitación).
- Disminuir la siniestrabilidad en las en las actividades de construcción derivadas, entre otras causas, de la inexistencia de tecnologías apropiadas y de la falta de metodologías adecuadas para la formación e información de los agentes implicados.
- Aprovechar las oportunidades que brindan las nuevas tecnologías de producción y tecnologías de la información y las comunicaciones, en primera instancia, y las sinergias con el resto de tecnologías, como herramientas tecnológicas fundamentales para el desarrollo de las prioridades temáticas de los diferentes ámbitos de actuación previstos en el programa.
- Incrementar el grado de conocimiento y difusión de los avances tecnológicos existentes y futuros en el sector de la construcción, entre todos los agentes intervinientes en el hecho constructivo en general y entre los propios usuarios finales”.

En la actualidad existe un nuevo Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2007-2011, aprobado por el Consejo de Ministros en septiembre del

2007. Los principios básicos que guían este plan son: “poner las actividades de investigación, desarrollo e innovación al servicio de la ciudadanía, del bienestar social y de un desarrollo sostenible, con plena e igual incorporación de la mujer; constituirse en un factor de mejora de la competitividad de las empresarial y ser un elemento esencial de la generación de nuevos conocimientos”. Sin embargo, el sector de la construcción carece de un plan específico. Por lo tanto, las empresas deberán aunar más sus esfuerzos para innovar.

Por último, es posible detectar múltiples oportunidades de innovación en el sector. Gann²⁴⁵ sugiere como áreas de investigación: las condiciones económicas y de mercado en la construcción, las fuerzas que impulsan el cambio de los procesos de construcción, las tecnologías emergentes y el entendimiento del desarrollo de soluciones para el cumplimiento de las condiciones ambientales. Checa²⁴⁶ considera como factores determinantes para la evolución del sector el progreso tecnológico generalizado, la calidad, el medioambiente, la formación, la seguridad y la salud laboral. Finalmente, algunos de los principales factores para la evolución de las técnicas y los oficios de las construcción prevista para el 2025, de acuerdo con la obra “Techniques et Métiers de la Construction”²⁴⁷, publicada por el CSTB (Centre Scientifique et technique du Bâtiment), son:

1. La protección del medio ambiente.
2. La búsqueda por economizar materiales en los procesos de producción.
3. La energía.
4. El perfil de la mano de obra.
5. El aumento del nivel de vida.
6. El cambio en la demanda.

3.4 ANÁLISIS DE LA I+D+i: ENCUESTA DE LA CONSTRUCCIÓN

El Ministerio de Fomento, a través de la Subdirección General de Estadísticas y Estudios, ha venido realizando desde de 1980 la “Encuesta de la Estructura de la Construcción”. Dicha encuesta, proporciona un valioso acervo de información detallada, actualizada, fidedigna y completa del sector, que permite conocer sus principales características estructurales, en un contexto nacional. Los datos disponibles a la fecha de elaboración del presente trabajo, son del año 2006. Un breve resumen de información relacionada con la actividad innovadora se indica en la Tabla 3.3.

En la Tabla 3.3 se observa que el total de personas empleadas, durante el año 2006, en la construcción fue de 2.797.500, de las cuales un 0,07 % desarrollaron actividades de I+D. La mayor concentración de personas dedicadas a esta labor, se encuentra en las empresas de 1.000 o más trabajadores. Esta tendencia se presenta no solo para el caso de la construcción, sino que también es habitual en los demás sectores, debido a que generalmente son las empresas grandes las que tienen mayor posibilidad de dirigir recursos humanos y financieros hacia la realización de proyectos de I+D.

²⁴⁵ Gann D. (1997) “Should governments fund construction research?”. Building Research and Information, 25, pp. 257- 267.

²⁴⁶ Checa A. (1997) “Sector de la construcción: documento COTEC sobre necesidades tecnológicas”. COTEC, consultado el 30 de Mayo del 2006 de: <http://www.cotec.es/>.

²⁴⁷ Aballea B., Biau V., Bobroff J., Bonnet M., Campagac E. (1992) “Techniques et Métiers de la Construction”. Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, París.

Estratos según personas empleadas	Total personas empleadas (1)=(2)+(3)	Tipo de jornada		Modalidad laboral de los asalariados			Otros indicadores		
		Completa (2)	Parcial (3)	Fijos	Eventuales	Nº de aprendices	Nº personal facilitado por ETT (*)	Personal dedicado a I+D	% del personal dedicado a I+D/Total personal I+D
<i>Empresas sin asalariados</i>	216.339	213.538	2.801			1.518			
<i>Empresas con asalariados</i>	2.581.161	2.489.809	91.352	989.647	1.394.868	37.732	17.833	2.017	100%
De 1 a 9	789.394	749.130	40.264	321.173	310.446	19.819	1.307	48	2%
De 10 a 19	457.545	442.166	15.379	194.164	238.980	7.385	2.104	94	5%
De 20 a 49	585.679	564.164	21.515	221.681	352.429	5.397	6.848	326	16%
De 50 a 99	266.128	259.908	6.220	87.875	175.992	1.480	2.906	135	7%
De 100 a 249	199.457	195.961	3.496	66.510	132.358	807	1.860	385	19%
De 250 a 499	78.576	77.395	1.181	27.661	50.874	304	805	195	10%
De 500 a 999	69.174	68.262	912	27.073	42.092	292	826	69	3%
De 1000 y más trabajadores	135.208	132.823	2.385	43.510	91.697	2.248	1.177	765	38%
<i>Total</i>	2.797.500	2.703.347	94.153	989.647	1.394.868	39.250	17.833	2.017	100%

Tabla 3.3. Personas empleadas según tipos de jornada, modalidad laboral y otros indicadores por estrato de tamaño²⁴⁸

Estratos según grupos de actividad CNAE-93	Total personas empleadas (1)=(2)+(3)	Tipo de jornada		Modalidad laboral de los asalariados			Otros indicadores		
		Completa (2)	Parcial (3)	Fijos	Eventuales	Nº de aprendices	Nº personal facilitado por ETT (*)	Personal dedicado a I+D	% del personal dedicado a I+D/Total personal I+D
45.1. Preparación de obras	75.119	71.998	3.121	31.958	34.043	494	163		0%
45.1N Preparación de obras (1)									
45.11 Demolición y movimiento de tierras	72.312	69.314	2.998	30.688	32.915	458	132		0%
45.12 Perforaciones y sondeos	2.807	2.684	123	1.270	1.128	36	31		0%
45.2. Construcción general de inmuebles y obras de ingeniería civil	1.695.438	1.647.120	48.318	538.640	986.519	13.606	6.705	1.365	67,67%
45.2N Const. Gral. Inmuebles y obras ingeniería civil (1)									
45.21 Construcción general de edificios y obras singulares de ingeniería civil	1.350.879	1.313.319	37.560	428.206	769.431	11.106	3.508	756	37,48%
45.22 Construcción cubiertas y estructuras de cerramiento	81.435	77.649	3.786	27.352	45.925	483	212	29	1,44%
45.23 Construcción autopistas, carreteras, vías férreas, etc	95.106	92.459	2.647	36.444	57.639	744	1.418	245	12,15%
45.24 Obras hidráulicas	42.122	41.370	752	11.972	29.116	166	268	327	16,21%
45.25 Otras construcciones especializadas	125.896	122.323	3.573	34.666	84.408	1.107	1.299	8	0,40%
45.3. Instalaciones de edificios y obras	540.442	516.792	23.650	262.001	184.447	14.488	5.857	509	25,24%
45.3N Instalaciones de edificios y obras (1)									
45.31 Instalaciones eléctricas	278.027	264.892	13.135	142.171	108.925	7.445	4.827	447	22,16%
45.32 Aislamiento térmico, acústico y antivibratorio	36.109	35.321	788	16.332	13.437	533	55	14	0,69%
45.33 Fontanería e instalación de climatización	223.334	213.963	9.371	102.028	61.159	6.415	868	48	2,38%
45.34 Otras instalaciones de edificios y obras	2.972	2.616	356	1.470	926	95	107		
45.4. Acabado de edificios y obras	475.611	456.822	18.789	150.622	186.622	10.621	5.022	143	7,09%
45.4N Acabado de edificios y obras (1)									
45.41 Revocamiento	105.851	100.136	5.715	26.150	50.703	1.533	382	10	0,50%
45.42 Instalaciones de carpintería	116.016	112.311	3.705	46.706	21.394	3.783	3.395	85	4,21%
45.43 Revestimiento de suelos y paredes	151.621	146.621	5.000	41.927	70.935	2.690	285	10	0,50%
45.44 Acristalamiento y pintura	77.658	74.199	3.459	27.072	35.490	2.553	760	38	1,88%
45.45 Otros trabajos de acabado de edificios y obras	24.465	23.555	910	8.767	8.100	62	200		
45.5. Alquiler de equipo de construcción o demolición dotados de operario	10.890	10.615	275	6.426	3.237	41	86		
45.5N Alquiler de equipo de construcción o demolición dotados de operario (1)	10.890	10.615	275	6.426	3.237	41	86		
<i>Total construcción</i>	2.797.500	2.703.347	94.153	989.647	1.394.868	39.250	17.833	2.017	100%

Tabla 3.4. Personas empleadas según tipo de jornada, modalidad laboral y otros indicadores por grupos de actividad²⁴⁹

A la luz de los indicadores de las Tablas 3.4 y 3.5 se pueden resaltar algunos aspectos relevantes:

1. De un total de 460.452 empresas constructoras (para el año 2006), únicamente 1.944 realizaron actividades de I+D. Lo cual deja entrever que solamente un 0,4% del total invirtió en dichas actividades. Un porcentaje mediocre si se compara con la media de la

²⁴⁸ Ministerio de Fomento (2008). "Encuesta de la estructura de la construcción. Año 2006". Consultado el 6 de Junio del 2008 en http://www.fomento.es/mfom/lang_castellano/informacion_mfom/informacion_estadistica/publicaciones/estructura_construccion/default.htm.

²⁴⁹ Ministerio de Fomento (2008). "Encuesta de la estructura de la construcción. Año 2006". Consultado el 6 de Junio del 2008 en http://www.fomento.es/mfom/lang_castellano/informacion_mfom/informacion_estadistica/publicaciones/estructura_construccion/default.htm.

Unión Europea. Y peor aún, si lo comparamos con otros sectores productivos (farmacéutico, informático, etc.).

Actividad de I+D	Total		Empresas sin asalariados		Empresas con asalariados					
	Nº	%	Nº	%	De 1 a 499		De 500 a 999		De 1000 y más trabajadores	
Empresas que han realizado actividades de I+D	1.944	100%	109	100%	1.798	100%	15	100%	22	100%
Por la propia empresa	278	14%			266	15%	5	33%	7	32%
Contratas a terceros	1.569	81%	109	100%	1.456	81%	4	27%		
Por la empresa y terceros	97	5%			76	4%	6	40%	15	68%
Nº de empleados dedicados a I+D	2.017	100%			1.183	100%	69	100%	765	100%
Titulados superiores	929	46%			418	35%	45	65%	466	61%
Titulados de grado medio	692	34%			480	41%	12	17%	200	26%
Personal auxiliar	396	20%			285	24%	12	17%	99	13%
Gastos totales en I+D (miles de euros)	142.833,61	100%	878,06	100%	57.475,31	100%	11.008,86	100%	60.766,37	100%
Internos	77.159,22	54%			26.895,14	47%	8.069,87	73%	42.194,20	69%
Externos	65.674,39	46%	878,06	100%	43.285,18	75%	2.938,99	27%	18.572,16	31%

Tabla 3.5. Indicadores de I+D por estrato de tamaño²⁵⁰

- De estas 1.944 empresas, un 80,71% delegan o externalizan las tareas de I+D+i a centros tecnológicos, laboratorios especializados, o universidades. Sin embargo, el porcentaje de los gastos en I+D desarrollados dentro de la empresa es mayor (54%), frente al 46% que representan los gastos externos por igual concepto. Por lo tanto, la subcontratación se está convirtiendo en una constante en gran parte de las empresas.
- Los gastos en I+D de las 22 empresas de 1.000 ó más trabajadores concentran el 42,54% del total. Este grupo se caracteriza, además, porque un porcentaje elevado de sus recursos se destinan a labores de I+D “interna” 54,68%; evidenciando su capacidad para la creación de laboratorios especializados y puestos específicos.

Las cifras expuestas en la Tabla 3.6 proporcionan un marco de análisis para conocer el número por comunidades autónomas.

La Tabla 3.7 muestra que el sector de la construcción registra tan solo el 2,45% de los gastos internos totales en “I+D” ejecutados por las empresas en la economía nacional. Ello indica su falta de compromiso en torno al fomento de las actividades de investigación y desarrollo – determinantes clave para la supervivencia y para el éxito competitivo de las mismas.

La Tabla 3.8 ilustra la evolución del esfuerzo inversor por parte de los principales grupos sectoriales. En la construcción, podemos resaltar que, aunque a través de los años su esfuerzo inversor ha sido positivo, éste es aún muy escaso. Por tanto, será necesario concienciar a los dirigentes de la trascendencia de una agenda de inversión adecuada en investigación y desarrollo.

La Tabla 3.9 muestra el incremento constante de empresas constructoras que realizan algún tipo de actividad innovadora. De igual forma, la tabla 3.10 refleja las empresas del sector de la construcción certificadas bajo la norma UNE 166002 (a fecha de 31 de Diciembre de 2007).

²⁵⁰ Ministerio de Fomento (2008). “Encuesta de la estructura de la construcción. Año 2006”. Consultado el 6 de Junio del 2008 en http://www.fomento.es/mfom/lang_castellano/informacion_mfom/informacion_estadistica/publicaciones/estructura_construccion/default.htm.

Comunidad Autónomas	Total		Empresas sin asalariados		Empresas con asalariados					
	Nº	%	Nº	%	De 1 a 499		De 500 a 999		De 1000 y más	
					Nº	%	Nº	%	Nº	%
ANDALUCÍA	60.366	13,11%	18.885	10%	41.361	16%	76	14%	44	8%
ARAGÓN	16.302	3,54%	7.273	4%	8.972	3%	23	4%	34	6%
ASTURIAS, PRINCIPADO DE	10.710	2,33%	5.507	3%	5.145	2%	23	4%	35	6%
BALEARS, ILLES	13.455	2,92%	5.185	3%	8.220	3%	17	3%	33	6%
CANARIAS	16.661	3,62%	7.373	4%	9.228	3%	29	5%	31	5%
CANTABRIA	7.030	1,53%	3.262	2%	3.730	1%	15	3%	23	4%
CASTILLA-LA MANCHA	24.770	5,38%	9.635	5%	15.065	6%	33	6%	37	7%
CASTILLA Y LEÓN	34.155	7,42%	17.214	9%	16.870	6%	34	6%	37	7%
CATALUÑA	79.847	17,34%	36.682	19%	43.066	16%	56	10%	43	8%
COMUNIDAD VALENCIANA	49.663	10,79%	17.521	9%	32.044	12%	56	10%	42	7%
EXTREMADURA	8.910	1,94%	3.024	2%	5.841	2%	18	3%	27	5%
GALICIA	28.536	6,20%	12.955	7%	15.522	6%	28	5%	31	5%
MADRID, COMUNIDAD DE	54.203	11,77%	23.707	12%	30.376	11%	75	14%	45	8%
MURCIA, REGIÓN DE	16.800	3,65%	4.354	2%	12.382	5%	32	6%	32	6%
NAVARRA, COMUNIDAD FORAL DE	7.728	1,68%	3.443	2%	4.260	2%	6	1%	19	3%
PAÍS VASCO	26.144	5,68%	14.594	8%	11.505	4%	16	3%	29	5%
RIOJA, LA	4.459	0,97%	1.743	1%	2.688	1%	6	1%	22	4%
CEUTA	314	0,07%	116	0%	194	0%	1	0%	2	0%
MELILLA	399	0,09%	95	0%	299	0%	3	1%	2	0%
Total	460.452	100%	192.568	100%	266.768	100%	547	100%	568	100%

(*) Existen empresas que trabajan en varias CC.AA en el mismo ejercicio

Tabla 3.6. Número de empresas que realizan actividades de construcción en las distintas comunidades autónomas²⁵¹

Sector	Subsector	Resultados en I+D en 2006 por rama de actividad				
		Número de empresas que realizan I+D	Personal total dedicado a I+D (número de personas)	Gastos en I+D interna (miles de euros)	Gastos en I+D externa (miles de euros)	Empresas que han solicitado patentes en el período 2004-2006
Agricultura CNAE 01,02,05		240	1.521	60.206	6.719	12
Industria		6.567	55.432	3.419.479	1.061.238	1.148
	Industrias extractivas y del petróleo CNAE 10,11,12,13,14,23	61	1.043	67.817	16.244	3
	Alimentación, bebidas y tabaco CNAE 15,16	793	4.134	170.802	35.123	76
	Textil, confección y peletería, cuero y calzado CNAE 17,18,19	474	2.692	105.395	9.373	30
	Madera, papel, edición y artes gráficas CNAE 20,21,22	347	1.684	73.057	11.548	50
	Química CNAE 24	862	10.027	861.780	285.049	135
	Caucho y materias plásticas CNAE 25	369	2.220	93.725	15.246	78
	Productos minerales no metálicos diversos CNAE 26	334	1.765	116.608	15.755	57
	Metalurgia CNAE 27	152	1.411	77.129	26.814	23
	Manufacturas metálicas CNAE 28	707	3.624	141.928	21.365	134
	Maquinaria, material de transporte CNAE 29 A 35	2.081	24.204	1.614.218	586.729	483
	Industrias manufactureras diversas CNAE 36	293	1.454	48.254	6.219	69
	Reciclaje CNAE 37	31	99	6.495	1.244	3
	Energía y agua CNAE 40,41	61	1.075	42.272	30.530	8
	Construcción CNAE 45	678	3.923	161.040	75.131	115
Servicios		5.090	52.274	2.916.804	719.875	520
	Comercio y hostelería CNAE 50,51,52,55	1.268	5.398	196.686	32.296	110
	Transportes y almacenamiento CNAE 60,61,62,63	98	1.177	56.677	25.120	5
	Comunicaciones CNAE 64	89	2.080	351.518	181.500	11
	Intermediación financiera CNAE 65,66,67	172	2.381	133.359	58.156	2
	Inmobiliarias, servicios a empresas CNAE 70,71,72,73,74	2.821	37.298	2.059.938	404.567	337
	Servicios públicos, sociales y colectivos CNAE 85,90,92,93	641	3.941	118.627	18.236	54
TOTAL		12.575	113.150	6.557.529	1.862.963	1.795

Tabla 3.7. Gasto de las empresas españolas en I+D por sectores y subsectores²⁵²

²⁵¹ Ministerio de Fomento (2008). "Encuesta de la estructura de la construcción. Año 2006". Consultado el 6 de Junio del 2008 en http://www.fomento.es/mfom/lang_castellano/informacion_mfom/informacion_estadistica/publicaciones/estructura_construccion/default.htm.

²⁵² Instituto Nacional de Estadística (2008). "Fuente Estadística sobre las actividades en I+D. Indicadores básicos 2006". Consultado el 28 de Mayo en: <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft14%2Fp057%2Fa2006&file=pcaxis&L=0&divi=&his=>.

Sector	2001	2001(*)	2002	2003	2004 (P)	2005 (P)	2006 (A)
Agricultura	0,05	0,07	0,06	0,11	0,2	0,21	0,24
Energía	0,45	0,45	0,53	0,65	0,4	0,39	0,41
Industria	1,86	1,92	2,02	2,01	2,27	2,35	2,5
Construcción	0,06	0,06	0,06	0,1	0,09	0,12	0,15
Servicios de mercado	0,45	0,44	0,47	0,55	0,54	0,59	0,7
Servicios de no mercado	3,43	3,24	3,34	3,55	3,55	5,37	3,93

1) Los Gastos en I+D/VAB(precios básicos) de los años 2001(*), 2002, 2003, 2004, 2005 y 2006 incluyen I+D continua y ocasional

Fuente VAB (Valor Añadido Bruto): INE. Contabilidad Nacional de España Base 2000

(P) Estimación provisional del PIB

(A) Estimación avance del PIB

Tabla 3.8. Distribución sectorial del esfuerzo en I+D de las empresas de ámbito nacional²⁵³

Año	Nº de empresas
2002	78
2003	265
2004	504
2005	549
2006	678

Tabla 3.9. Nº de empresas que realizaron actividades de I+D+i en el sector de la construcción

Nº	Certificado	Nombre de la empresa	Provincia
1	IDI-0012/2006	Asoc. de Investigación y Cooperación Ind. de Andalucía	Andalucía
2	IDI-0007/2007	Construcciones y Obras Llorente, S.A.	Castilla y León
3	IDI-0019/2007	Construcciones y Estudios S.A	Comunidad Valenciana
4	IDI-0013/2007	IVA-Leying, S.A.	Comunidad Valenciana
5	IDI-0007/2006	Romyrmar, S.A.	Comunidad Valenciana
6	IDI-0001/2006	Inst. Tecnológico de las Rocas Ornamentales y Mat. Const.	Extremadura
7	IDI-0012/2007	Acciona, S.A.	Madrid
8	IDI-0037/2006	Eurolimp	Madrid
9	IDI-0009/2007	FCC Construcción S.A.	Madrid
10	IDI-0002/2006	Ferrovial-Agroman S.A.	Madrid
11	IDI-0039/2006	Ferrovial Servicios S.A.	Madrid
12	IDI-0038/2006	Grupisa Infraestructuras S.A.	Madrid
13	IDI-0002/2007	Vías y Construcciones S.A.	Madrid
14	IDI-0003/2006	Sacyr Vallehermoso, S.A.	Madrid
15	IDI-0020/2007	Terratest Medioambiente, S.L.	Madrid
16	IDI-0013/2005	A&B Laboratorios de Biotecnología, S.A.	País Vasco

Tabla 3.10. Empresas del sector de la construcción certificadas por la UNE 166002 a 31 de diciembre de 2007²⁵⁴

²⁵³ Instituto Nacional de Estadística (2008). “Fuente Estadística sobre las actividades en I+D. Indicadores básicos 2006”. Consultado el 28 de Mayo en: <http://www.ine.es> / jaxi / menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft14%2Fp057%2Fa2006&file=pcaxis&L=0&divi=&his=.

²⁵⁴ Fuente AENOR. Consultado el 31 de Diciembre del 2007 en: <http://www.aenor.es>.

ESTADO DE LA CUESTIÓN
de la innovación en la construcción

4	ESTADO DE LA CUESTIÓN DE LA INNOVACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN.....	109
4.1	INTRODUCCIÓN	109
4.2	ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA CUESTIÓN	110
4.2.1	Recolección, registro y almacenamiento de la información	110
4.2.2	Análisis, clasificación y selección de la información	114
4.2.3	Categorización del estado de la cuestión	114
4.3	EL CONCEPTO DE INNOVACIÓN.....	118
4.3.1	Definiendo la innovación	118
4.3.2	Razones para innovar	119
4.3.3	Tipos de innovación.....	120
4.3.4	El proceso de innovación	121
4.4	LA GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN	123
4.4.1	La gestión de la innovación en la construcción y su sistema.....	123
4.4.2	Modelos para la gestión de la innovación.....	129
4.4.3	Sistemas de gestión complementarios.....	130
4.5	FACTORES DETERMINANTES EN EL DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA I+D+I	133
4.5.1	Estrategia.....	133
4.5.2	Las capacidades organizativas	134
4.5.3	El entorno de negocio o externo	138
4.6	MODELOS DE I+D+i PARA EMPRESAS CONSTRUCTORAS	140

4 ESTADO DE LA CUESTIÓN DE LA INNOVACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

4.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan los resultados de la investigación bibliográfica realizada sobre innovación en el sector de la construcción. Para ello, en primer lugar, se describe el procedimiento utilizado en el análisis del estado de la cuestión. Luego, se exponen y discuten los resultados obtenidos.

El análisis del estado de la cuestión comienza con la recolección, el registro y el almacenamiento en una base de datos documental de los artículos de revistas, congresos e informes de investigación relacionados con la innovación en el sector de la construcción. Se continúa con la selección de los artículos más relevantes, en función de dos criterios: el número de veces que el artículo fue citado por otros autores y la valoración cualitativa realizada. Luego, se procedió a la elaboración de mapas mentales los artículos, para extraer las ideas fundamentales y las conclusiones clave de cada uno de los artículos. Finalmente, componiendo estas ideas se proponen modelos explicativos de la gestión de la I+D+i.

Los resultados, principales ideas y conclusiones, del proceso de análisis se dividen en cuatro categorías generales:

1. El concepto de innovación:
 - a. Definición
 - b. Razones para innovar
 - c. Tipos de innovación
 - d. Proceso de innovación
2. La gestión de la innovación en la construcción:
 - a. La gestión de la innovación en la construcción y su sistema
 - b. Modelos para la gestión de la innovación
 - c. Sistemas de gestión complementarios
3. Factores determinantes del rendimiento del sistema de gestión de la I+D+i:
 - a. Estrategia
 - b. Capacidades organizativas
 - c. Entorno de negocio
4. Modelos explicativos del sistema de gestión de la I+D+i

De esta forma se pretende facilitar el entendimiento del problema de la innovación en la construcción, la estructura adoptada para la gestión de la I+D+i y las afirmaciones propuestas en el capítulo 7: “Análisis de datos, resultados y discusión”.

La investigación revela la existencia de diversas perspectivas para la gestión de la innovación dentro del sector. Existe una gran variedad de definiciones de la palabra innovación. Clarificar este concepto y entender su proceso facilitará el desarrollo del sistema de I+D+i en la empresa. En general, todo sistema de innovación debe apoyarse en la estrategia creada e impulsada por la dirección. Su elaboración necesita del conocimiento del entorno y de las capacidades de la organización para innovar. Dentro de las variables del entorno es fundamental considerar las partes interesadas del proceso de innovación, especialmente el cliente. La innovación requiere la mejora continua de las capacidades técnicas de todo el personal, incluyendo directivos. Por ello, la organización deberá invertir en formación, y

fomentar la práctica y experimentación de sus miembros. Esta estrategia requiere del entendimiento y apoyo al personal.

Un sistema de gestión de la I+D+i debe ser capaz de: (1) integrar componentes independientes como un todo coherente para la detección, desarrollo, implementación, transferencia de innovaciones y (2) conocer detalladamente los requerimientos del cliente, las reglas y regulaciones de la industria. Los recursos para innovar de toda empresa constructora son escasos, por ello, cualquier sistema de gestión implantado deberá ser inteligente en el uso de los recursos, considerar el trabajo cooperativo con otras empresas y la vinculación permanente con universidades e instituciones relacionadas con la I+D+i. Además, un sistema de I+D+i requiere integrarse con los procesos empresariales y necesita del apoyo de otros sistemas de gestión.

4.2 ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA CUESTIÓN

4.2.1 Recolección, registro y almacenamiento de la información

Esta etapa consiste en la observación documental de artículos de revistas, libros, tesis doctorales, actas de congresos e informes de investigación, considerando las siguientes palabras clave: “Innovation”, “Knowledge”, “Technology” y “Construction” como criterios de búsqueda.

La búsqueda bibliográfica se centró fundamentalmente en revistas internacionales con revisión externa, también, se tuvieron en cuenta algunas comunicaciones relevantes de congresos internacionales. Tras una búsqueda exhaustiva, se encontraron 90 artículos (incluidos en 22 revistas diferentes y congresos) directamente relacionados con las palabras clave y que, además, cumplían los requisitos anteriormente descritos. Únicamente 76 artículos fueron accesibles desde el Polibuscador de la Universidad Politécnica de Valencia, se encontraban disponibles en la Hemeroteca de la UPV o pudieron ser adquiridos. El anexo Anexo A.1 contiene la información relevante de cada artículo seleccionado: fuente, título, autores, año de publicación, valoración, ISSN, tipo de soporte y nº de veces citado.

Tal y como puede apreciarse, el número de artículos relacionados con la investigación ha crecido exponencialmente (ver Figura 4.1). Las revistas con mayor número de artículos seleccionados son “Journal of Construction Engineering and Management”, con 18, publicada por American Society of Civil Engineers (ASCE); “Building Research and Information”, con 15, publicada por Routledge; y “Construction Management and Economics”, con 12, publicada por Taylor & Francis (ver Figura 4.2). Los dos autores que más han escrito sobre el tema son C. B. Tatum y David M. Gann.

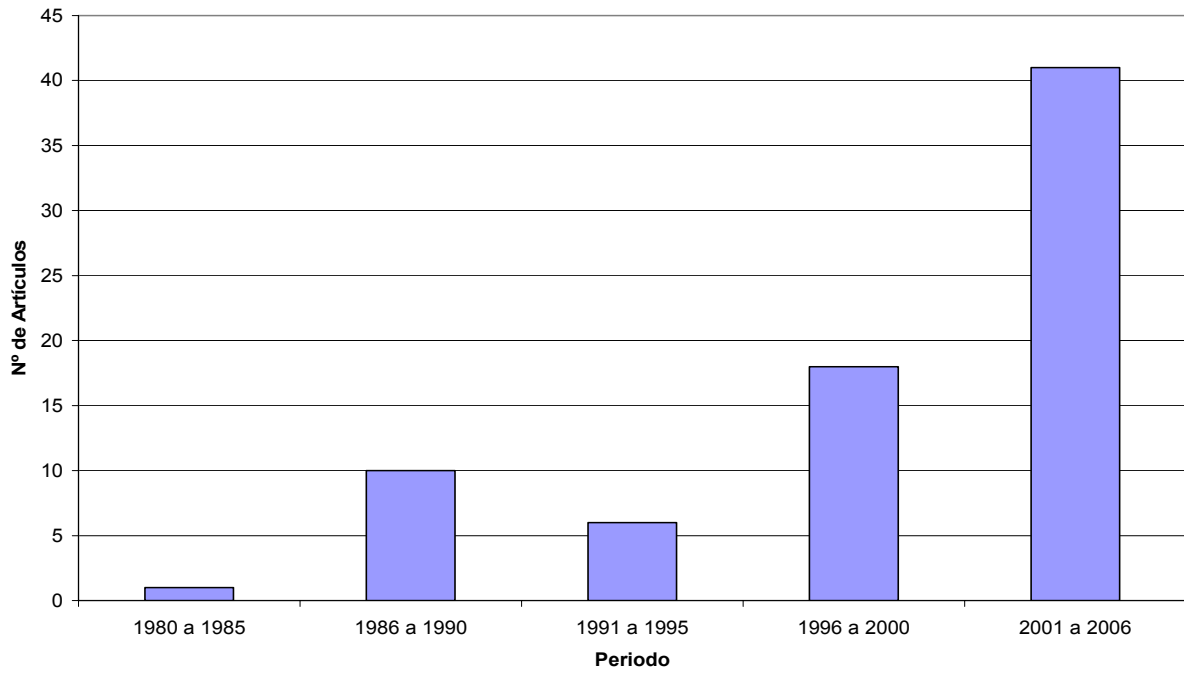


Figura 4.1. Artículos por quinquenio

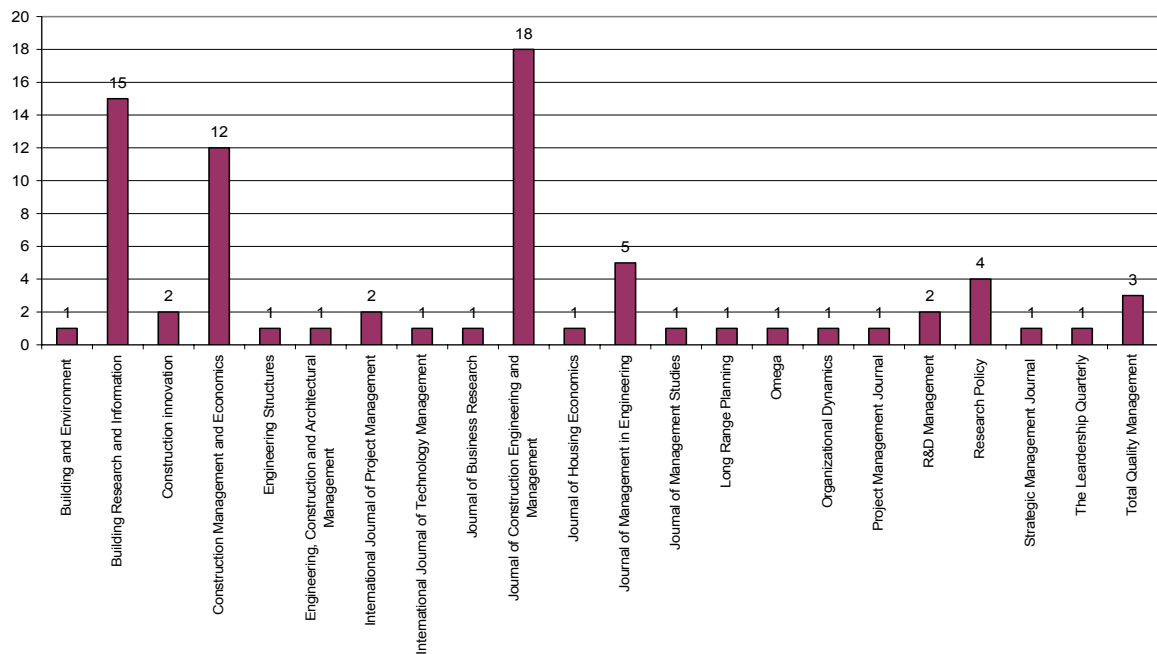


Figura 4.2. Artículos por revista

A continuación, incluimos la distribución de las revistas consultadas respecto a la cantidad de artículos publicados por quinquenio en cada una de ellas (ver Tabla 4.1).

Nombre	Índice de Impacto (2005)	ISSN	Año					Total Publicaciones
			1980 a 1985	1986 a 1990	1991 a 1995	1996 a 2000	2001 a 2006	
<i>Building and Environment</i>	0,676	0360-1323					1	1
<i>Building Research and Information</i>	0,494	0961-3218			1	5	9	15
<i>Construction Innovation</i>		1471-4175					2	2
<i>Construction Management and Economics</i>		0144-6193		1	1	1	9	12
<i>Engineering Structures</i>	0,625	0141-0296				1		1
<i>Engineering, Construction and Architectural Management</i>		0969-9988					1	1
<i>International Journal of Project Management</i>		0263-7863				1	1	2
<i>International Journal of Technology Management</i>	0,240	0267-5730					1	1
<i>Journal of Business Research</i>	0,694	0148-2963					1	1
<i>Journal of Construction Engineering and Management</i>	0,464	0733-9364	1	7	3	4	3	18
<i>Journal of Housing Economics</i>	0.583	1051-1377				1		1
<i>Journal of Management in Engineering</i>	0,333	0742-597X		1		2	2	5
<i>Journal of Management Studies</i>	1,326	0022-2380			1			1
<i>Long Range Planning</i>	1,054	0024-6301					1	1
<i>Omega</i>	0.648	0305-0483					1	1
<i>Organizational Dynamics</i>	0,712	0090-2616					1	1
<i>Project Management Journal</i>		8756-9728		1				1
<i>R&D Management</i>	0,506	0033-6807				1	1	2
<i>Research Policy</i>	1,835	0048-7333					4	4
<i>Strategic Management Journal</i>	1,897	0143-2095					1	1
<i>The Leadership Quarterly</i>	1,750	1048-9843					1	1
<i>Total Quality Management</i>		0954-4127					2	3
Total Publicaciones			1	10	6	18	41	76

Tabla 4.1. Clasificación de artículos por revista y quinquenio

Cada uno de los artículos fue registrado de acuerdo a la ficha de registro y almacenamiento (ver Tabla 4.2), tomando como referencia la elaborada por Carvajal²⁵⁵ en la cual se plasman los datos bibliográficos y las principales ideas de cada uno de los textos analizados. Con la información disponible en cada ficha se elaboró la Tabla 4.2 que contiene la fuente, tipo de fuente, título del artículo, autor(es), año, valoración, ISSN, soporte y número de veces citado. En esta tabla los datos se encuentran ordenados alfabéticamente por el apellido del autor.

²⁵⁵ Carvajal G. I. (2005) “Marco teórico y estado del conocimiento de la seguridad y salud laboral: evolución de la investigación aplicada al sector de la construcción”. Diploma de Estudios Avanzados, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

BÚSQUEDA DE BIBLIOGRAFÍA		
		NÚMERO:
		00036
TÍTULO:	CAPÍTULO / APARTADO	
A literature synthesis of innovation in small construction firms: insights, ambiguities and questions		
AUTOR (es)		
Sexton, M., Barrett, P.		
FUENTE		ISSN
Construction Management and Economics (2003), 21, pp 613-622		0144-6193
DONDE ESTA?	SOPORTE	NÚMERO:
	PDF	2
VALORACIÓN	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
	3 <input type="checkbox"/>	4 <input checked="" type="checkbox"/>
		5 <input type="checkbox"/>
IDEAS CLAVES		
1. Identifica problemas en la literatura sobre innovación en pequeñas empresas. 2. Entre un modelo para entender esta falta de conocimiento 3. Entrega un modelo genérico del proceso de innovación		
DOCUMENTACIÓN ANEXA		
ÍNDICE	<input type="checkbox"/>	
BIBLIOGRAFÍA CITADA	<input type="checkbox"/>	
RESUMEN ENFOCADO A IDEAS CLAVES	<input type="checkbox"/>	
SINOPSIS (AUTOR)	<input type="checkbox"/>	
OBSERVACIONES:		
Importante para describir el proceso de innovación. Palntea una forma simple, directa y clara para comprender la gestión de la innovación en las empresas constructoras		

Tabla 4.2. Modelo de ficha bibliográfica

La ficha contiene la siguiente información:

1. Número de ficha: es un número de registro que indica el orden de consecución del documento.
2. Título.
3. Autor.
4. Fuente: en la cual se indica la fuente, la editorial, el volumen, las páginas y año de publicación.

5. International Standard Serial Number (ISSN).
6. Tipo de copia o soporte que se tiene del documento.
7. Lugar específico en que la información se encuentra almacenada.
8. Número de veces que el artículo ha sido citado por otras investigaciones: Este número es un indicador de la calidad del documento sobre el tema. Para conocerlo recurrimos a dos bases de datos, Web of Science y EBSCO Host Research Database. Este ítem puede tomar valores mayor o igual a cero cuando dicha información fue encontrada.
9. Valoración: se establece en una escala del 1 al 5 considerando que la calificación mínima es 1 y la máxima 5 dependiendo de la relevancia de las ideas o información para la investigación.
10. Ideas claves del documento, en especial, aquellas que son propias de los autores y que se demuestran en el artículo científico.
11. Documentación anexa.
12. Observaciones: donde se coloca una breve descripción del contenido del texto.

4.2.2 Análisis, clasificación y selección de la información

Antes de extraer la información relevante de cada uno de los artículos, se evaluaron dos aspectos básicos: el número de veces que el artículo fue citado por otros autores y la valoración cualitativa realizada (Tabla 4.3).

Numero de veces citadas	Valoración				
	1	2	3	4	5
0	General	Básico	Bueno	Importante	Muy Importante
1	Básico	Bueno	Muy Bueno	Muy Importante	↓ Fundamental
2	Bueno	Muy Bueno	Muy Importante		
3	Importante			Muy Importante	
4 o más	Muy Importante				Fundamental

Tabla 4.3. Matriz de valoración

Se consideraron relevantes un total de 34 referencias (Anexo A.2), las cuales debían cumplir con los siguientes criterios:

1. Citado al menos una vez y obtenido una calificación de 3 sobre 5 según los autores.
2. Calificación de 4 sobre 5 sin necesidad de ser citados por un tercero; de este modo se trato de evitar la exclusión de trabajos publicados recientemente.

4.2.3 Categorización del estado de la cuestión

Tras determinar las fuentes relevantes, se construyeron mapas mentales de cada uno de los artículos (ver Figura 4.3). Un mapa mental²⁵⁶ es un diagrama usado para representar las palabras, ideas, tareas, u otros conceptos ligados y dispuestos radialmente alrededor de una palabra clave o de una idea central. Se utiliza para la generación, visualización, estructura, y clasificación taxonómica de las ideas, y como ayuda interna para el estudio, organización, solución de problemas, toma de decisiones y escritura. Para ello, se utilizó el programa “Mindjet Mindmanager 6.0 Pro”²⁵⁷.

²⁵⁶ Ontoria A., Gomez J., Luque A. (2002) “Aprender con mapas mentales: una estrategia para pensar y estudiar”. Ediciones Narcea, Madrid.

²⁵⁷<http://www.mindjet.com>.

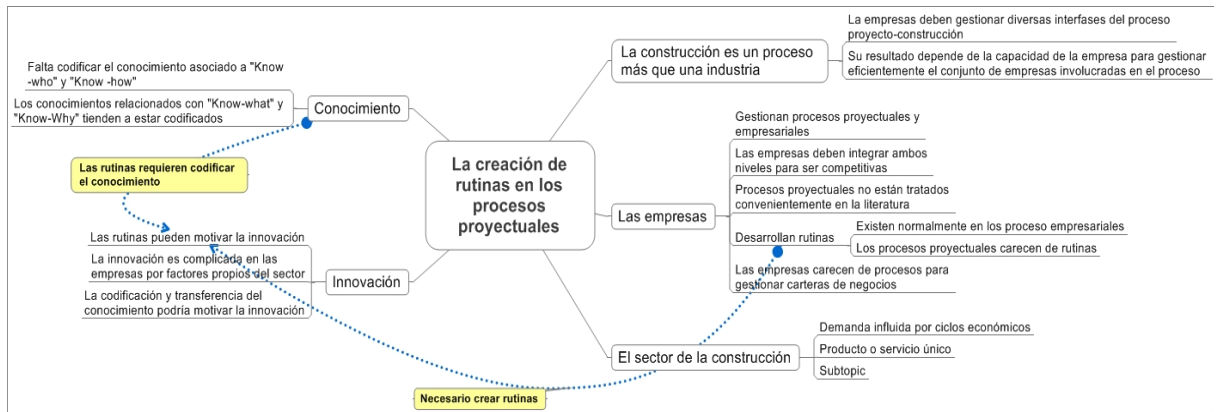


Figura 4.3. Ejemplo de mapa mental (Artículo: “Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and system”)

Luego, se procedió a categorizar, usando un diagrama de afinidad. Los artículos científicos se agrupan por su afinidad mutua o similitud las ideas más relevantes en ideas generales que permitan clarificar el tema. La Figura 4.4 resume, a modo de ejemplo, algunos de los artículos seleccionados tras la revisión bibliográfica, reflejados como parte del diagrama de afinidad.

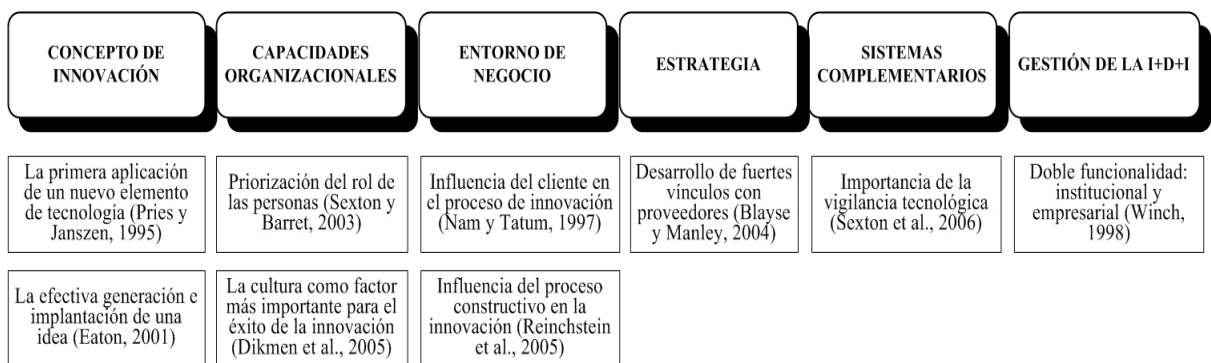


Figura 4.4. Diagrama de afinidad simplificado para los artículos e ideas más destacados

El proceso de agrupación de las ideas surgió de las siguientes conceptos generales: (1) concepto de innovación, (2) factores contextuales, (3) capacidades organizacionales, (4) sistemas de gestión y (5) sistema de I+D+i. Cada idea principal encontrada en los artículos analizados que no pudieran considerarse como parte de las categorías existentes, significó la creación de una nueva categoría; la incorporación de ideas específicas dentro de las existentes; o la eliminación de alguna idea existente y reagrupación de conceptos asignados. El proceso finalizó con las siguientes ideas generales:

1. **Concepto de innovación:** la bibliografía estudiada revela 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 concreto del proceso constructivo, más que un proceso continuo que conduce a un producto específico o a la adopción de una línea de negocio²⁵⁸.

²⁵⁸ Manseau, A.; Shields, R. (2005) “Building tomorrow: innovation in construction and engineering”. Ashgate Publishing, Londres.

2. **Capacidades organizacionales:** se refiere a los rasgos de la organización que soportan la estrategia innovadora. Están relacionadas con la estructura organizacional²⁵⁹, el tipo de liderazgo²⁶⁰, la cultura²⁶¹ y los recursos^{262,263}.
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^{264,265,266,267}. Entre los factores que pueden impulsar o frenar la innovación se encuentran: los clientes^{268,269}; la estructura de la producción²⁷⁰; las relaciones entre los agentes intervinientes^{271,272}; los procedimientos de licitación²⁷³; y las normas y regulaciones^{274,275}.
4. **Estrategia:** abarca las ideas relevantes para la elaboración, implantación y evaluación de la estrategia de innovación. Para Blayse y Manley²⁷⁶ 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^{277,278}. Sexton et al.²⁷⁹ afirman que la vigilancia

²⁵⁹ Tatum C. B. (1986) "Potencial mechanisms for construction innovation". *Journal of Construction Engineering Management*, 112 (2), pp. 178-191.

²⁶⁰ Nam C. H., Tatum C. B. (1997) "Leaders and champions for construction innovation". *Construction Management and Economics*, 15(3), pp. 259-270.

²⁶¹ Park M., Nepal M. P., Dulaimi M. F. (2004) "Dynamic modeling for construction innovation". *Journal of Management in Engineering*, 20(4), pp. 171-177.

²⁶² Keegan A., Turner R. (2002) "The management of innovation in project-based firms". *Long Range Planning*, 35 (4), pp. 367-388.

²⁶³ Dikmen I., Birgonul M. T., Artuk S. U. (2005) "Integrated framework to investigate value innovations". *Journal of Management in Engineering*, 21 (2), pp. 81-89.

²⁶⁴ Seaden G., Goulla M., Douxtriaux J., Nash J. (2003) "Strategic decisions and innovation in construction firms". *Construction Management and Economics*, 21 (6), pp. 603-612.

²⁶⁵ Sexton M., Barret, P. (2003) "A literatura synthesis of innovation in small construction firms: insights, ambiguities and question". *Construction Management and Economics*, 21(6), pp. 613-622.

²⁶⁶ Pries F., Janszen F. (1995) "Innovation in the construction industry: the dominant role of the environment". *Construction Management and Economics*, 13 (1), pp. 43-51.

²⁶⁷ Eaton D. (2001) "A temporal typology for innovation within the construction industry". *Construction Innovation*, 1(3), pp. 165-179.

²⁶⁸ Blayse A. M., Manley K. (2004) "Key influences on construction innovation". *Construction Innovation*, 4(3), pp. 143-154.

²⁶⁹ Mitropoulos P., Tatum C. B. (1999) "Technology adoption decisions in construction organizations". *Journal of Construction Engineering and Management*, 125(5), pp. 330-338.

²⁷⁰ Blayse A. M., Manley K. (2004) "Key influences on construction innovation". *Construction Innovation*, 4(3), pp. 143-154.

²⁷¹ Dubois A., 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.

²⁷² Miozzo M., Dewick P. (2002) "Building competitive advantage: innovation and corporate governance in European construction". *Research Policy*, 31(6), pp. 989-1008.

²⁷³ Kumaraswamy M., Dulaimi M. (2001) "Empowering innovative improvement through creative construction procurement". *Engineering Construction and Architectural Management*, 8 (5-6), pp. 325-335.

²⁷⁴ Tatum C. B. (1987). "Process of innovation in construction firm". *Journal of Construction Engineering and Management*, 113 (4), pp. 648-663.

²⁷⁵ Gann D. M., Salter A. (1998) "Learning and innovation management in project-based, service-enhanced firms". *International Journal of Innovation Management*, 2(4), pp. 431-454.

²⁷⁶ Blayse A. M., Manley K. (2004) "Key influences on construction innovation". *Construction Innovation*, 4(3), pp. 143-154.

²⁷⁷ Keogh W., 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.

²⁷⁸ Kanji G. K. (1996) "Can total quality management help innovation". *Total Quality Management*, 7(1), pp. 3-9.

tecnológica permite a las empresas conocer tecnologías no accesibles. Para Hardie et al.²⁸⁰, la gestión del conocimiento es un sistema clave para innovar. Por otro lado, es necesario que la organización incorpore la innovación dentro de las prácticas habituales. En este sentido el aprendizaje organizativo permite modificar el comportamiento de la empresa para reflejar los nuevos conocimientos y su entendimiento²⁸¹. 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

6. **Gestión de la innovación o sistemas de I+D+i:** la gestión de la I+D+i comprende todas las actividades necesarias para la introducción eficiente 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^{282,283}, (b) proyectos^{284,285}, (c) proceso constructivo²⁸⁶, y (d) dentro del sistema de I+D+i nacional²⁸⁷.

De cada uno de los artículos analizados se extrajeron varias ideas específicas (al menos dos por artículo), tal y como queda reflejado en el anexo A.2. La Tabla 4.4 resume las ideas principales agrupadas por categoría. A partir de ellas se obtuvo el peso porcentual de las seis categorías generales propuestas (nº de ideas por categoría/nº de ideas totales); para ello no se tuvo en cuenta su relevancia relativa, que se utilizó únicamente para aceptar o rechazar el artículo.

La agrupación realizada ha respaldado la hipótesis de que una administración 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 aclarar la función de cada uno de los sistemas de gestión, incluyendo el de innovación. La gestión del cambio requiere de herramientas que permitan la administración de la cartera de proyectos de I+D+i, su implantación, 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.

²⁷⁹ Sexton M., Barret P, Aouad G. (2006) "Motivating small construction companies to adopt new technology". *Building Research and Information*, 34(1), pp. 11-22.

²⁸⁰ Hardie M., Miller G., Manley K., 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*. 31 de Julio a 4 de Agosto, Portland.

²⁸¹ Garvi D. A. (1993) "Building a learning organization". *Harvard Business Review*, July-August 1993, pp. 78-91.

²⁸² Winch G. (1998) "Zephyrs of creative destruction: understading the management of innovation in construction". *Building Research and Information*, 26(4), pp. 268-279.

²⁸³ Gann D., Salter A. (2000) "Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and system". *Research Policy*, 29 (7-8), pp. 955-972.

²⁸⁴ Tatum C. B. (1989) "Organizing to increase innovation in construction firms". *Journal of Construction Engineering and Management*, 115 (4), pp. 602-617.

²⁸⁵ Gann D., Salter A. (2000) "Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and system". *Research Policy*, 29 (7-8), pp. 955-972

²⁸⁶ Kangari R., Miyatake Y. (1997) "Developing and managing innovative construction technologies in Japan". *Journal of Construction Engineering and Management*, 123(1), pp. 72-78.

²⁸⁷ Gann D. (1997) "Should goverments fund construction research?". *Building Research and Information*, 25 (5), pp. 257- 267.

Categoría general	Peso (%)	Idea 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

Tabla 4.4. Categorías generales e ideas específicas detectadas del diagrama de afinidad

Finalmente, Correa et al.²⁸⁸ señalan que el asentamiento efectivo 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, debería contarse con un adecuado apoyo de las instituciones públicas. En las empresas constructoras, además, la innovación se ve influenciada directamente por la administración del proceso constructivo.

4.3 EL CONCEPTO DE INNOVACIÓN

Para elaborar un sistema de I+D+i, que soporte la competitividad de la empresa, debemos comenzar por entender el significado de la palabra innovación, identificar sus tipos y comprender su proceso en el ámbito de la construcción.

4.3.1 Definiendo la innovación

La norma UNE 166000²⁸⁹ define innovación como aquella actividad cuyo resultado es la obtención de nuevos productos o procesos, o mejoras sustancialmente significativas a las existentes, y específicamente, la innovación tecnológica como la actividad de incorporación, en el desarrollo de un nuevo producto o proceso, de tecnologías básicas existentes y disponibles en el mercado. Esta definición es general y no necesariamente apropiada a la realidad del sector de la construcción. La bibliografía analizada resalta que para la construcción la palabra innovación ha tomado diferentes significados:

²⁸⁸ Correa C., Yepes V., Pellicer E. (2007) “Factores determinantes y propuestas para la gestión de la innovación en empresas constructoras”. Revista de Ingeniería de Construcción, 22(1), pp. 05-14.

²⁸⁹ AENOR (2006), “UNE 166002:2006 Gestión de la I+D+i: requisitos del sistema de gestión de la I+D+i”, Ed. AENOR, Madrid.

1. La primera aplicación de un nuevo elemento de tecnología²⁹⁰.
2. La efectiva generación e implementación de una idea^{291, 292}.
3. El proceso a través del cual nuevas ideas generan nuevos componentes para los productos de la construcción que significan una mejora del valor económico, funcional o tecnológico²⁹³.
4. El uso o desarrollo por primera vez de una mejora no trivial de los actuales productos, procesos o sistemas en uso por la empresa²⁹⁴.
5. La generación, desarrollo e implementación de ideas nuevas para una organización y que tiene beneficios prácticos y económicos²⁹⁵.

Cada una de estas acepciones presenta la debilidad de definir innovación en función de su resultado, producto o proceso nuevo para un específico actor del proceso proyecto-construcción, más que un proceso continuo que conduce a un producto específico o a la adopción de un proceso de negocio²⁹⁶.

4.3.2 Razones para innovar

Para Sexton y Barret²⁹⁷ las pequeñas empresas constructoras se ven impulsadas a innovar de acuerdo a una estructura jerárquica de necesidad (Figura 4.5). En el nivel inferior se encuentra *la supervivencia*: las empresas quieren garantizar su permanencia en el mercado y focalizan su esfuerzo innovador a proyectos que aseguren su supervivencia. En nivel intermedio se sitúa *la estabilidad*: las empresas ven la innovación como el camino para consolidar y afianzar su mercado y posición competitiva. En el nivel superior está *el desarrollo*: explotar sus mercados para desarrollarse y crecer. El estudio revela que las pequeñas constructoras no siempre están motivadas para el cambio; cuando se encuentran en el nivel inferior buscan limitar la incertidumbre y coste de la innovación en lo posible; la evolución desde un nivel a otro en la estructura jerárquica es cíclico y dinámico, no en progresión lineal; y no todas las empresas quieren crecer indefinidamente, buscan un tamaño de acuerdo a las aspiraciones de sus propietarios o accionistas.

²⁹⁰ Pries F., Janszem F. (1995) "Innovation in the construction industry: the dominant role of the environment", *Construction Management and Economics*, 13, pp. 43-51

²⁹¹ Eaton D. (2001) "A temporal typology for innovation within the construction industry". *Construction Innovation*, 1, pp. 165-179.

²⁹² Marquis D. (1969) "The anatomy of successful innovations". *Innovation*, 1(7), pp. 42-50.

²⁹³ Motawa I.A., Price A.D.F., Sher W. (1999) "Scenario planning for implementing construction innovation". *Cobra (RICS)*, Londres.

²⁹⁴ Schmookler J. (1952) "The changing deficiency of the American economy, 1869-1938". *Review of Economic and Statistics*, 34, pp. 214.

²⁹⁵ Park M., Dulaimi M. F. (2004) "Dynamic modeling for construction innovation". *Journal of Management in Engineering*, 20 (4), pp. 170-177.

²⁹⁶ Manseau A., Shields R. (2005) "Building tomorrow: innovation in construction and engineering". Ashgate Publishing, Londres.

²⁹⁷ Sexton M., Barret P. (2003) "Appropriate innovation in small construction firms". *Construction Management and Economics*, 21 (6), pp. 623-633.



Figura 4.5. Estructura jerárquica de necesidad por innovar²⁹⁸

4.3.3 Tipos de innovación

Slaughter²⁹⁹ distingue para la construcción entre innovación incremental, radical, arquitectónica y modular en función del salto o avance que significan en conocimiento y enlace con otros sistemas. Una innovación incremental es una pequeña mejora de las prácticas corrientes de trabajo y tiene un impacto mínimo en otros componentes o sistemas³⁰⁰. Por el otro lado, la innovación en arquitectura es una pequeña mejora dentro de un área específica del conocimiento, pero requiere un cambio significativo de los otros componentes del sistema en cuanto a su función³⁰¹. Una innovación modular significa una mejora en el conocimiento de una determinada área y no requiere de cambios en otros componentes o sistemas³⁰². Finalmente, la innovación radical implica conocimientos nuevos, lo cuales dejan obsoletas las antiguas soluciones y replantean totalmente la relación entre componentes o sistemas³⁰³. Aquí aparece el concepto de sistema de innovación como un conjunto complementario de innovaciones que trabajan en conjunto para proveer nuevos atributos o funciones y avanzar significativamente en el estado del conocimiento o prácticas³⁰⁴. El problema con las clasificaciones es que la realidad implica la combinación de distintas innovaciones³⁰⁵. Además, la clasificación de una innovación dependerá del evaluador en la cadena de valor³⁰⁶.

²⁹⁸ Sexton M., Barret P. (2003) "Appropriate innovation in small construction firms". *Construction Management and Economics*, 21 (6), pp. 623-633.

²⁹⁹ Slaughter E. S. (2000) "Implementation of construction innovations". *Building Research and Information*, 28 (1), pp. 2- 17.

³⁰⁰ Marquis D. (1969) "The anatomy of succesful innovations". *Innovation*, 1(7), pp. 42-50.

³⁰¹ Henderson, R.M.; Clark, K.B. (1990) "Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms". *Administrative Science Quarterly*, 35, pp. 9-30.

³⁰² Henderson, R.M.; Clark, K.B. (1990) "Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms". *Administrative Science Quarterly*, 35, pp. 9-30.

³⁰³ Nelson R.R., Winter S.G. (1977) "In search of a useful theory of innovation". *Research Policy*, 6, pp. 36-76.

³⁰⁴ Cainarca G.C., Colombo M.G., Mariotti S. (1989) "An evolutionary pattern of innovation difusión: the case of flexible automation". *Research Policy*, 18, pp. 59-86.

³⁰⁵ Mansseau A., Shields R. (2005) "Building tomorrow: innovation in construction and engineering". Ashgate Publishing, Londres.

³⁰⁶ Slaughter E. S. (2000) "Implementation of construction innovations". *Building Research and Information*, 28 (1), pp. 2- 17.

La mayoría de las empresas constructoras basan su competitividad en los costes, lo que las lleva a mejorar sus tecnologías, procesos y productos para incrementar su productividad, reducir costes y aumentar su rentabilidad. Como resultado de esta estrategia la mayoría de las innovaciones del sector son incrementales y se encuentran orientadas hacia la mejora de procesos³⁰⁷.

Si analizamos el origen de la innovación desde la perspectiva de los actores del proceso proyecto-construcción, vemos que gran cantidad de estos cambios pertenecen a los proveedores y están directamente asociados a productos para la construcción^{308,309}. Muchas provienen de otras industrias, como la química, metálica, eléctrica y maquinaria. Al respecto Gann³¹⁰ plantea que la construcción podría entenderse como el recipiente de los productos desarrollados para otras industrias, especialmente automovilísticos y aeroespaciales. Complementando esta idea Kangari y Miyatake³¹¹ señalan que las constructoras pueden apoyar el desarrollo de innovaciones en la fusión tecnológica. Por ello, raramente el proceso de cambio en la construcción es repentino y radical³¹². Los nuevos métodos se introducen progresivamente, muchas veces influenciados por modificaciones en las regulaciones y normas. El hecho de que muchas de las innovaciones en la construcción son pequeños refinamientos a lo largo de un período de tiempo asegura la introducción gradual de la innovación y su mejor entendimiento.

Slaughter³¹³ señala que los constructores aplican su experiencia y conocimientos en el desarrollo de ideas útiles, efectivas y de bajo costo; particularmente apropiadas para la integración de estos productos con los diversos componentes del sistema constructivo. Atendiendo al tamaño de la empresa, la innovación llevada a cabo por las pequeñas constructoras tiende a estar más envuelta en la innovación de procesos, mientras que, las grandes constructoras presentan una fuerte actividad en la innovación de productos³¹⁴. Con respecto al uso de los resultados y su protección frente a los competidores las grandes empresas presentan ventajas sobre las pequeñas³¹⁵.

4.3.4 El proceso de innovación

La aplicación en la construcción de modelos de innovación desarrollados para el sector manufacturero requiere ciertas cautelas. Existen diferencias como: la dispersión geográfica del trabajo, la dependencia de un único diseño, los continuos movimientos de la mano de obra de

³⁰⁷ Pries F., Dorée A. (2005) "A century of innovation in the Dutch construction industry". *Construction Management and Economics*, 23(6), pp. 561-564.

³⁰⁸ Pries F., Dorée A. (2005) "A century of innovation in the Dutch construction industry". *Construction Management and Economics*, 23(6), pp. 561-564.

³⁰⁹ Pries F., Janszen F. (1995) "Innovation in the construction industry: the dominant role of the environment". *Construction Management and Economics*, 13 (1), pp. 43-51.

³¹⁰ Gann D. (1997) "Should governments fund construction research?". *Building Research and Information*, 25, pp. 257- 267.

³¹¹ Kangari R., Miyatake Y. (1997) "Developing and managing innovative construction technologies in Japan". *Journal of Construction Engineering and Management*, 123 (1), pp. 72-78.

³¹² Lasley P. (1996) "Innovation: the role of research, education and practice", in P. Harlow, (Ed.): *Construction Papers*, 59, CIOB, Ascot.

³¹³ Slaughter S. (1993) "Builders as source of construction innovation". *Journal of Construction Engineering and Management*, 119 (3), pp. 532-549.

³¹⁴ Pries F., Dorée A. (2005) "A century of innovation in the Dutch construction industry". *Construction Management and Economics*, 23 (6), pp. 561-564.

³¹⁵ Pries F., Janszem F. (1995) "Innovation in the construction industry: the dominant role of the environment", *Construction Management and Economics*, 13 (1), pp. 43-51

un lugar a otro de trabajo, las modificaciones en las configuraciones de los productos, la incertezas del clima y del sitio de trabajo, entre otras. Por lo anterior, diversas investigaciones^{316,317,318,319,320} llevadas a cabo dentro del sector han identificado las siguientes etapas del proceso de innovación:

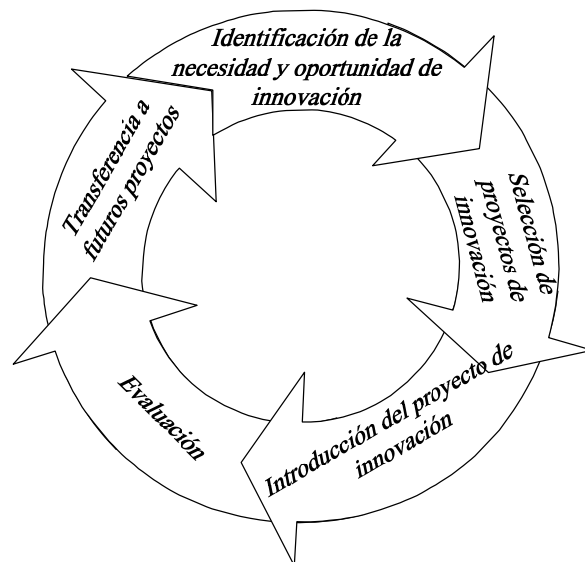


Figura 4.6. Proceso de innovación en la construcción³²¹

1. **Identificación de la necesidad y oportunidad de innovación:** Determinar los procedimientos constructivos es el primer paso para la planificación de la obra. Así es posible determinar la secuencia de actividades de la obra, su duración y costo. La empresa debe identificar posibles alternativas o ideas innovadoras que le permitan alcanzar los objetivos asociados con el proyecto y la organización. Esta etapa está muy influenciada por: el alcance, complejidad y dificultad del proyecto; demandas del mercado; competidores; oportunidades de negocio; regulaciones; acceso a nuevas tecnologías; etc. Muchas veces estas ideas se generan dentro de la organización, sin embargo, también pueden provenir de otros actores que intervienen en el proceso proyecto-construcción.
2. **Selección de proyectos de innovación en obra:** La decisión sobre la innovación en obra dependerá de los objetivos del proyecto de construcción, beneficios o ventajas competitivas esperadas por la organización, flexibilidad de la innovación a otros

³¹⁶ Sexton M., Barret P. (2003) "A literatura síntesis of innovation in small construction firms: insights, ambiguities and questions". *Construction Management and Economics*, 21(6), pp. 613-622.

³¹⁷ Slaughter E. S. (2000) "Implementation of construction innovations". *Building Research and Information*, 28 (1), pp. 2- 17.

³¹⁸ Tatum C. B. (1987) "Process of innovation in construction firms". *Journal of Construction Engineering and Management*, 113 (4), pp. 648-663.

³¹⁹ Tatum C. B. (1987) "Innovation on the construction project: a process view". *Project Management Journal*, 13 (5), pp. 57-67.

³²⁰ Laborde M., Sanvido V. (1994) "Introducing new process technologies into construction companies". *Journal of Construction Engineering and Management*, 120 (3), pp. 488-508.

³²¹ Elaboración propia a partir de las referencias anteriores.

proyectos, etc. Para Winch³²² la evaluación de las alternativas de innovación debe considerar todos los objetivos del proyecto y de la empresa; y no debe consistir solamente en la comparación de cada uno de los atributos conocidos en cada alternativa tomados individualmente. También, se debe considerar el avance que significa en el conocimiento de la empresa; la modificación que implica en el proceso constructivo y en su vinculación con otros componentes del sistema; y especialmente de acuerdo a la norma UNE 166000, el nivel de “mejora de la calidad y valor técnico”³²³.

3. **Introducción del proyecto de innovación en obra:** Implementar una innovación en obra requiere del compromiso de toda la organización, del equipo innovador y del equipo de obra. La empresa debe preparar al personal para implantar la innovación en la obra. De igual manera, la organización debe asignar los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto de innovación. Como esta etapa corresponde a la aplicación de la innovación probablemente será necesario llevar a cabo la experimentación y el refinamiento de la innovación.
4. **Evaluación:** El equipo innovador y la organización deberán evaluar el cumplimiento de los objetivos del proyecto de innovación. En la valoración se debe considerar cada una de las etapas del proceso y todos aquellos aspectos relacionados con este.
5. **Transferencia a futuros proyectos:** La completa explotación de los resultados del proyecto de innovación requiere la transferencia a otros proyectos. En otras palabras, para que el proyecto sea una “innovación” debe ser aprendida, codificada y aplicada a futuros proyectos³²⁴.

4.4 LA GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

4.4.1 La gestión de la innovación en la construcción y su sistema

La gestión de la innovación comprende todas las actividades necesarias para la eficiente implantación de una idea en soluciones efectivas³²⁵, la capitalización y el reforzamiento de la capacidad y deseo por innovar³²⁶.

Gann y Salter³²⁷ establecen que la construcción es un proceso (proceso proyecto-construcción) más que una industria. La naturaleza de los diferentes proyectos supone que la empresa tenga que administrar redes complejas de contratistas, proveedores, consultores, arquitectos, etc. Los proyectos suponen cumplir con normas, regulaciones y los requerimientos del cliente. La colaboración es necesaria para el funcionamiento del proyecto.

³²² Winch G. (1998) “Zephyrs of creative destruction: understanding the management of innovation in construction”. *Building Research and Information*, 26 (3), pp. 268-279.

³²³ Ministerio de Fomento (2005) “Pliego de cláusulas administrativas particulares para la contratación de obras por el sistema de concurso”. Dirección General de Carreteras, Madrid.

³²⁴ Winch G. (1998) “Zephyrs of creative destruction: understanding the management of innovation in construction”. *Building Research and Information*, 26 (3), pp. 268-279.

³²⁵ Drejer A. (2002) “Situation for innovation management: toward a contingency model”. *European Journal of Innovation Management*, 5 (1), pp. 4-17.

³²⁶ Thommsdorff, V. (1990) “Innovations management in kleinen und mittleren unternehmen”. Franz Vahlen, Munich.

³²⁷ Gann D. M., Salter A. (2000) “Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and systems”. *Research Policy*, 29 (7-8), pp. 955-972.

Por ello, innovar en construcción es un proceso complejo que abarca un gran número de actores y componentes interrelacionados³²⁸.

Por otro lado, las empresas basadas en proyectos presentan los siguientes problemas comunes³²⁹:

1. Los procesos proyectuales normalmente causan discontinuidades en el flujo de información, conocimiento y aprendizaje entre un proyecto a otro.
2. Los procesos proyectuales suelen tener conexiones débiles con las restantes partes de la empresa.
3. Existe falta de acoplamiento entre los proyectos con el aprendizaje y procesos de negocio.
4. Aparece dificultad para gestionar las relaciones con el cliente en el largo plazo.
5. Existe dificultad para diseñar una estructura organizativa que satisfaga las necesidades de proyecto, y al mismo tiempo, mantenga la coherencia organizativa de la empresa.
6. Se malgasta mucho esfuerzo en fracasos.

Así, la innovación en la construcción tiene dos rasgos que determinan su gestión. En primer lugar, las empresas deben ser capaces de: (1) administrar los procesos, recursos y actores insertos dentro del proceso proyecto-construcción; y (2) interactuar con su entorno³³⁰. En segundo lugar, el proceso de innovación para la construcción podría ser enmarcado dentro del modelo llamado “sistema de productos complejos”³³¹, caracterizado por:

1. Muchas interconexiones y elementos personalizados para los clientes organizados en una estructura jerárquica.
2. Mejoras no lineales y continuas donde pequeños cambios de un elemento puede llevar a cambios importantes.
3. Un alto grado de participación del cliente en el proceso de innovación.

Además, existen rasgos que distinguen al sector de la construcción de otros sistemas complejos de producción al momento de innovar, siendo estos:

1. Un sistema integrador en cada una de las fases del proceso proyecto-construcción. Este rol es asumido por arquitectos e ingenieros, quienes sirven de nexo entre el entorno (cliente-administraciones-proveedores) y la empresa.
2. La existencia de diferentes partes interesadas en el proyecto de innovación.
3. La negociación con proveedores o contratistas especializados es raramente hecha con autoridad técnica y se requiere de la participación de consultores.

Por lo anterior, la gestión debe: integrar los componentes independientes como un todo coherente; conocer los requerimientos del cliente, las reglas y regulaciones de la industria; y permitir la innovación a nivel institucional y empresarial. Es importante conectar diseño y construcción entre las diferentes disciplinas de la organización y con los participantes del proceso proyecto-construcción (por ejemplo, clientes y proveedores). Es decir, hay que integrar la red difusa de trabajo formado por consultoras, contratistas, proveedores, etc, para proveer una nueva idea, prevenir posibles problemas, construir consensos, obtener aprobación

³²⁸ Manseau A., Shields R. (2005) “Building tomorrow: innovation in construction and engineering”. Ashgate Publishing. Londres.

³²⁹ Gann D.M., Salter A. J. (1998) “Learning and innovation management in project-based, service-enhanced firms”. *International Journal of Innovation Management*, 2 (4), pp. 431-454.

³³⁰ Winch G. (1998) “Zephyrs of creative destruction: understanding the management of innovation in construction”. *Building Research and Information*, 26(4), pp. 268-279.

³³¹ Millar R., Hobday M., Leroux-Demes T., Ollerros X. (1995) “Innovation in complex system industries: the case of flight simulation”. *Industrial and Corporate Change*, 4 (2), pp. 363-400.

y compromiso, permitir la temprana investigación y posibles innovaciones que satisfagan los objetivos del proyecto y requerimientos del diseño³³².

La gestión de la innovación en la construcción requiere que la organización trabaje en dos niveles: institucional y empresa^{333,334}. El primer nivel corresponde a clientes, administraciones, organismos reguladores y colegios de profesionales; y el segundo atañe a contratistas, proveedores y consultores.

En este sentido, Gann y Salter³³⁵ distinguen de procesos de negocios y procesos proyectuales. Los primeros son continuos y repetitivos, mientras que los segundos son únicos y temporales. Las empresas desarrollan procedimientos en aquellas actividades repetitivas. Las rutinas dan la oportunidad para estandarizar, desarrollar mejoras e innovar. Los procesos de negocios vinculan los diversos procesos llevados a cabo en cada proyecto y permiten comprender su relación para alcanzar una ventaja competitiva sostenible. De esta forma la integración de los procesos de negocios y de proyectos es la clave para incrementar las capacidades tecnológicas y la oportunidad de innovar.

La decisión de innovar tiene dos fuentes (ver Figura 4.7). La primera proveniente de la dirección de la empresa y asociada con la adopción de innovaciones; y la segunda de la identificación y solución de problemas relacionados con los proyectos^{336,337,338}. Apoyando esta idea Mitropoulos y Tatum³³⁹ identifican dos procesos de decisión dentro de la organización: (1) un proceso de decisión estratégica y (2) un proceso de decisión a nivel de proyecto.

En general, entre los factores que afectan a la elección de proyectos de innovación se encuentran la importancia de la selección, es decir, el nivel de impacto dentro de la empresa, su costo, y la actitud de decisor hacia la tecnología³⁴⁰. El éxito del proceso de decisión debe basarse en la evaluación de los beneficios esperados, del análisis constante de las capacidades tecnológicas de la organización, del estudio de las especificaciones y requerimientos para la nueva tecnología y la participación activa de la dirección³⁴¹. En las obras, la resolución de problemas es el principal impulsor de nuevas tecnologías³⁴².

³³² Tatum C. B. (1989) "Organizing to increase innovation in construction firms". *Journal of Construction Engineering and Management*, 115 (4), pp. 602-617

³³³ Winch G. (1998) "Zephyrs of creative destruction: understanding the management of innovation in construction". *Building Research and Information*, 26 (3), pp. 268-279.

³³⁴ Rankin J.H., Luther R. (2006) "The innovation process: adoption of information and communication technology for the construction industry". *Canadian Journal of Civil Engineering*, 33(12), pp. 1538-1546.

³³⁵ Gann D. M., Salter A. (2000) "Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and systems". *Research Policy*, 29 (7-8), pp. 955-972.

³³⁶ Winch G. (1998) "Zephyrs of creative destruction: understanding the management of innovation in construction". *Building Research and Information*, 26 (4), pp. 268-279.

³³⁷ Manseau A., Shields R. (2005) "Building tomorrow: innovation in construction and engineering". Ashgate Publishing, Londres.

³³⁸ Tatum C. B. (1987) "Innovation on the construction project: a process view". *Project Management Journal*, 13 (5), pp. 57-67.

³³⁹ Mitropoulos P., Tatum C. B. (1999) "Technology adoption decisions in construction organizations". *Journal of Construction Engineering and Management*, 125 (5), pp. 330-338.

³⁴⁰ Mitropoulos P., Tatum C. B. (1999) "Technology adoption decisions in construction organizations". *Journal of Construction Engineering and Management*, 125 (5), pp. 330-338.

³⁴¹ Mitropoulos P., Tatum C. B. (1999) "Technology adoption decisions in construction organizations". *Journal of Construction Engineering and Management*, 125 (5), pp. 330-338.

³⁴² Mitropoulos P., Tatum C. B. (1999) "Technology adoption decisions in construction organizations". *Journal of Construction Engineering and Management*, 125 (5), pp. 330-338.

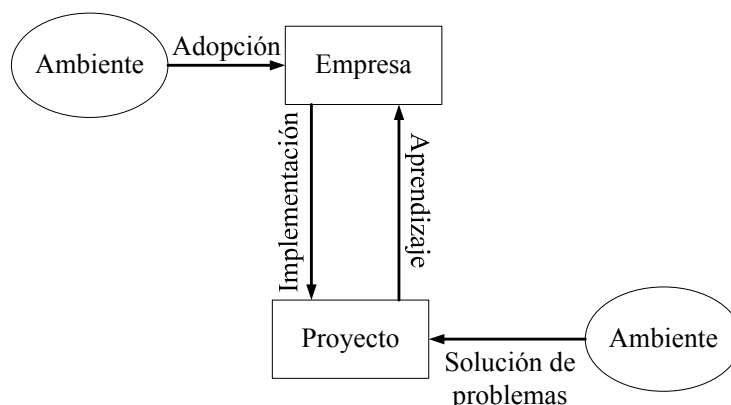


Figura 4.7. Modelo del proceso de innovación³⁴³

La investigación y el desarrollo (I+D) constituye el mayor impulsor de la innovación y es una actividad crítica del sistema de innovación³⁴⁴. De esta forma el gasto en (I+D) y el personal en (I+D), la cantidad de publicaciones científicas y citaciones, y las patentes se consideran indicadores de la capacidad para innovar de las empresas. En particular para las constructoras las actividades de (I+D) no reflejan la capacidad de innovar del sector³⁴⁵. Para Sexton y Barret³⁴⁶ el entorno influye en el modo en que la actividad de I+D+i genera innovación. Al respecto, identifican dos modos: el primero es característico de ambientes restrictivos e inciertos y está orientada a la dirección de proyectos de I+D+i independientes, evaluadas en función de su coste y con una clara orientación hacia el cliente; y el segundo es propio de ambientes menos restrictivos, concentrada en la gestión de proyectos múltiples evaluados por su valor para el cliente. Según estos autores las empresas deben pasar del primer modo al segundo.

Para innovar se requiere una organización creativa, con visión a largo plazo, consciente del riesgo y los fracasos, flexible en la toma de decisiones y con un alto flujo de información entre los grupos innovadores. Meter y Waterman³⁴⁷ señalan cinco condiciones para crear un sistema de gestión de innovación exitoso: (1) conciencia de fallo en la mayoría de las iniciativas de nuevos productos, (2) proveer un ambiente innovador aislado, (3) dividir la organización dentro de grupos focalizados al desarrollo de productos específicos, (4) motivar competiciones internas y (5) proveer mecanismos de comunicación intensos. Sobre la estrategia para su implantación existen dos objetivos: (1) maximizar la probabilidad de éxito o (2) minimizar las consecuencias de fallos.

³⁴³ Winch G. (1998) "Zephyrs of creative destruction: understanding the management of innovation in construction". *Building Research and Information*, 26 (4), pp. 268-279.

³⁴⁴ Dikmen I., Birgonul M. T., Artuk S. U. (2005) "Integrated framework to investigate value innovations". *Journal of Management in Engineering*, 21 (2), pp. 81-89.

³⁴⁵ Dikmen I., Birgonul M. T., Artuk S. U. (2005) "Integrated framework to investigate value innovations". *Journal of Management in Engineering*, 21 (2), pp. 81-89.

³⁴⁶ Sexton M., Barret P. (2003) "A literatura síntesis of innovation in small construction firms: insights, ambiguities and question". *Construction Management and Economics*, 21 (6), pp. 613-622.

³⁴⁷ Peters T., Waterman R. H. (1982) "In search of excellence: lessons from America's best run companies". Harper and Row, Nueva York.

Para Pries y Janszen³⁴⁸ la innovación se enfrenta a que la mayoría de los ingenieros ponen énfasis en los resultados inmediatos de los proyectos y tienen una formación técnica orientada a procesos y productos. Pocas investigaciones existen sobre como las empresas pueden enlazar las operaciones proyectuales y empresariales³⁴⁹. Otros trabajos³⁵⁰ sugieren que los procedimientos de construcción tradicionales frenan la innovación; por ejemplo, Winch³⁵¹ ha sugerido que la jerarquía de roles tiene una importante consecuencia para la innovación. Los sistemas tradicionales de planificación y control dificultan los cambios al rechazar proyectos que estén fuera de los objetivos determinados al principio del proyecto³⁵². La evaluación de proyectos de I+D+i de acuerdo a estrictos criterios predefinidos descartan proyectos que no producen resultados inmediatos. Esto resulta contradictorio, dado que un proyecto de innovación se caracteriza por “que los resultados a los que llegan pueden diferenciarse sustancialmente de los objetivos iniciales y no por ello dejar de ser valiosos, ya que a veces conseguir algo nuevo, distinto del objetivo previsto, o no conseguir el objetivo, es un resultado apropiado para la I+D+i”³⁵³.

Eaton³⁵⁴ señala que las condiciones que contribuyen de manera significativa al proceso de innovación son la capacidad para trabajar con otras organizaciones, la especialización, la preocupación por satisfacer al cliente y el desarrollo de capacidades de investigación. La capacidad para co-innovar con otros participantes del proceso proyecto-construcción puede ser crucial para sostener y acrecentar la competitividad^{355,356,357,358,359,360,361}. Las organizaciones crean nuevos productos, procesos y estructuras organizativas por medio del uso de recursos, conocimiento y competencias complementarias entre ellas^{362,363,364}.

³⁴⁸ Pries F., Janszen F. (1995) “Innovation in the construction industry: the dominant role of the environment”. *Construction Management and Economics*, 13 (1), pp. 43-51.

³⁴⁹ Gann D. M., Salter A. (2000) “Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and systems”. *Research Policy*, 29 (7-8), pp. 955-972.

³⁵⁰ Koskela L., Vrijhoef R. (2001) “Is the current theory of construction a hindrance to innovations?”. *Building Research and Information*, 29 (3), pp. 197-207.

³⁵¹ Winch G. M. (2000) “Innovativeness in British and French construction: the evidence from transmanche-link”. *Construction Management and Economics*, 18 (7), pp. 807-818.

³⁵² Keegan A., Turner R. (2002) “The management of innovation in project-based firms”. *Long Range Planning*, 35 (4), pp. 367-388.

³⁵³ AENOR (2006) “UNE 166001:2006 Gestión de la I+D+I: Requisitos de un proyecto de I+D+i”. Ed. AENOR, Madrid.

³⁵⁴ Eaton D. (2001) “A temporal typology for innovation within the construction industry”. *Construction Innovation*, 1, pp. 165-179.

³⁵⁵ Kangari R., Miyatake Y. (1997) “Developing and managing innovative construction technologies in Japan”. *Journal of Construction Engineering and Management*, 123 (1), pp. 72-78.

³⁵⁶ Hakanson L. (1987) “Industrial technological development: a network approach”. Ed. Croom Helm. Londres.

³⁵⁷ Rothwell R., Dogson M. (1991) “External linkages and innovation in small and medium-sized enterprise”. *R&D Management*, 21 (2), pp. 125-137.

³⁵⁸ Gemünden H.G., Heydebreck P., Herden R. (1992) “Technological interweavement: a means of achieving innovation success”. *R&D Management*, 22 (4), pp. 359-376.

³⁵⁹ Tidd J. (1995) “Development of novel products through intraorganizational and interorganizational networks: the case of home automation”. *Journal of Product Innovation Management*, 12 (4), pp. 307-322.

³⁶⁰ Bretón P., Hulbert J.M., Pit L.F. (1999) “To serve or create? Strategic orientations toward customer and innovation”. *California Management Review*, 42 (1), pp. 37-58.

³⁶¹ Doz Y. L., Olk P.M., Smith Ring P. (2000) “Formation processes of R&D consortia; Which path to take: where does it lead?”. *Strategic Management Journal*, 21, pp. 239-266.

³⁶² Grandori A., Soda G. (1995) “Inter-firm networks: antecedents, mechanisms and forms”. *Organization Studies*, 16 (2), pp. 183-214.

³⁶³ Osborn R.N., Hagedoorn J. (1997) “The institutionalization and evolutionary dynamics of interorganizational alliances and networks”. *Academy of Management Journal*, 40 (20), pp. 261-278.

³⁶⁴ Oliver A. L., Ebers M. (1998) “Networking network studies: an analysis of conceptual configuration in the study of inter-organizational relationships”. *Organization Studies*, 19 (4), pp. 549-583.

La formación de redes de pequeñas y medianas empresas constructoras se debe a que muchas carecen de los recursos y los conocimientos necesarios para desarrollar innovación por sí mismas. Estas organizaciones de co-innovación se han desarrollado en Canadá, Suiza y Reino Unido.

Los procesos de innovación en el sector de la construcción pueden llevarse en cuatro niveles: a) dentro de la empresa; b) en proyectos, caracterizados por diferentes tipos de mercados tales como vivienda, centros comerciales, infraestructura industrial, etc.; c) en instituciones de la industria, las cuales juegan el rol de entregar la infraestructura necesaria para la transferencia del conocimiento y aprendizaje organizativo; y d) dentro de agencias del gobierno o no-gubernamentales como instituciones de investigación o promoción^{365,366}.

Para que una innovación se considere como tal es necesaria su difusión a través de la industria. Blackley y Shepard³⁶⁷ señalan que la difusión y adopción de innovaciones en proyectos de edificios dependerá del tipo de construcción, del tamaño de la empresa y las características del lugar de trabajo. La innovación es más receptiva cuando se esperan aumentos de los ingresos por incremento en el tamaño de la empresa o de los mercados en que opera. Por otro lado, las investigaciones sugieren que la difusión de una tecnología depende de los atributos de esta³⁶⁸. Al respecto, Sexton et al.³⁶⁹ señalan que el éxito en la adopción de una tecnología se incrementa cuando más genérica sea su naturaleza, contenga principalmente conocimientos explícitos y no sea una tecnología estratégicamente crítica.

Hartmann³⁷⁰ propone un modelo para la evaluación de proyectos de innovación basados en su atractivo y fortaleza. En este sentido los proyectos son atractivos si presentan altos potenciales de difusión y resolución de problemas. Su fuerza esta dada por su capacidad para diferenciarse e implementarse.

³⁶⁵ Gann D. (1997) "Should governments fund construction research?". *Building Research and Information*, 25, pp. 257- 267.

³⁶⁶ Hansen K., Tatum C. B. (1996) "How strategies happen: a decision-making framework". *Journal of Management in Engineering*, 12 (1), pp. 40-48.

³⁶⁷ Blackley D., Shepard E. (1996) "The difusión of innovation in home building". *Journal of Housing Economics*, 5 (4), pp. 303-322.

³⁶⁸ Mitropoulos P., Tatum C. B. (2000) "Forces driving of new information technologies". *Journal of Construction Engineering and Management*, 126 (5), pp. 340-348.

³⁶⁹ Sexton M., Barret P, Aouad G. (2006) "Motivating small construction companies to adopt new technology". *Building Research and Information*, 34 (1), pp. 11-22.

³⁷⁰ Hartmann A. (2006) "The context of innovation management in construction firms". *Construction Management and Economics*, 24 (6), pp. 567-578.

4.4.2 Modelos para la gestión de la innovación

Diversos autores^{371,372,373,374,375} han propuesto modelos de innovación que pretenden establecer la relación de cada uno de estos factores con la empresa al momento de innovar. De ellos, hemos considerado conveniente explicar la teoría de Sexton y Barret³⁷⁶. Concretamente, este modelo propone que el éxito de la innovación en empresas constructoras dependerá de un apropiado enfoque innovador en respuesta a factores contextuales, realizado en base a las capacidades organizacionales y conducidas por efectivos y eficientes procesos innovadores (véase Figura 4.8). El enfoque innovador está relacionado con: la definición de innovación adoptada y las razones para innovar. Existen dos enfoques para guiar la innovación: basado en el mercado o en los recursos. Por factores contextuales se entiende las fuerzas externas e internas que influyen en el comportamiento innovador de la empresa y que impulsan el cambio. Capacidades organizacionales son el conjunto de características empresariales que facilitan y soportan la habilidad para cambiar. Finalmente el proceso de innovación está formado por: (1) diagnóstico, (2) plan de acción, (3) acción, (4) evaluación y (5) aprendizaje.

Una estrategia basada en el mercado busca orientar el esfuerzo innovador para aprovechar cambios en las condiciones de los mercados. En cambio, una estrategia basada en los recursos utiliza la innovación como una herramienta más dentro de la estrategia general de negocio. La estrategia general de negocio se elabora en función de los recursos disponibles.

De acuerdo a Sexton y Barret existen tres factores que determinan el contexto de la innovación: (1) la naturaleza del proceso proyecto-construcción, (2) la fragmentación del sector y (3) la carencia de información sobre las condiciones del entorno, interno y externo, que soporten los cambios.

Entre los rasgos de una organización que determinan su capacidad para la innovación se encuentran las capacidades cognitivas y organizativas. Las primeras corresponden a la actitud de los individuos para desarrollar o aprender innovaciones y las segundas atañen al uso de la gestión del conocimiento corporativo.

En resumen, el modelo genérico identifica factores de éxito de la innovación en las empresas constructoras:

1. **Un enfoque innovador adecuado:** asociados con la estrategia de innovación de la empresa, que depende del concepto de innovación adoptado, de las razones para innovar, de los factores contextuales y de las capacidades organizacionales.
2. **Los factores contextuales:** se encuentran directamente asociados con los factores internos y externos que influyen en la conducta de la empresa en innovación.

³⁷¹ Dikmen I., Birgonul M. T., Artuk, S. U. (2005) "Integrated framework to investigate value innovations". *Journal of Management in Engineering*, 21(2), pp. 81-89.

³⁷² Sexton, M.; Barret, P. (2003) "A literatura synthesis of innovation in small construction firms: insights, ambiguities and question". *Construction Management and Economics*, 21(6), pp. 613-622.

³⁷³ Winch G. (1998) "Zephyrs of creative destruction: understanding the management of innovation in construction". *Building Research and Information*, 26 (3), pp. 268-279.

³⁷⁴ Sexton M., Barret P. (2003) "Appropriate innovation in small construction firms". *Construction Management and Economics*, 21(6), pp. 623-633.

³⁷⁵ Seaden G., Goulla M., Douxtriaux J., Nash J. (2003) "Strategic decisions and innovation in construction firms". *Construction Management and Economics*, 21 (6), pp. 603-612.

³⁷⁶ Sexton M., Barret P. (2003) "A literatura synthesis of innovation in small construction firms: insights, ambiguities and question". *Construction Management and Economics*, 21(6), pp. 613-622.

3. **Las capacidades organizacionales:** relacionado con las características de la organización que definen su desempeño en innovación.
4. **La existencia de efectivos y eficientes procesos innovadores:** referente al proceso de innovación y su gestión.

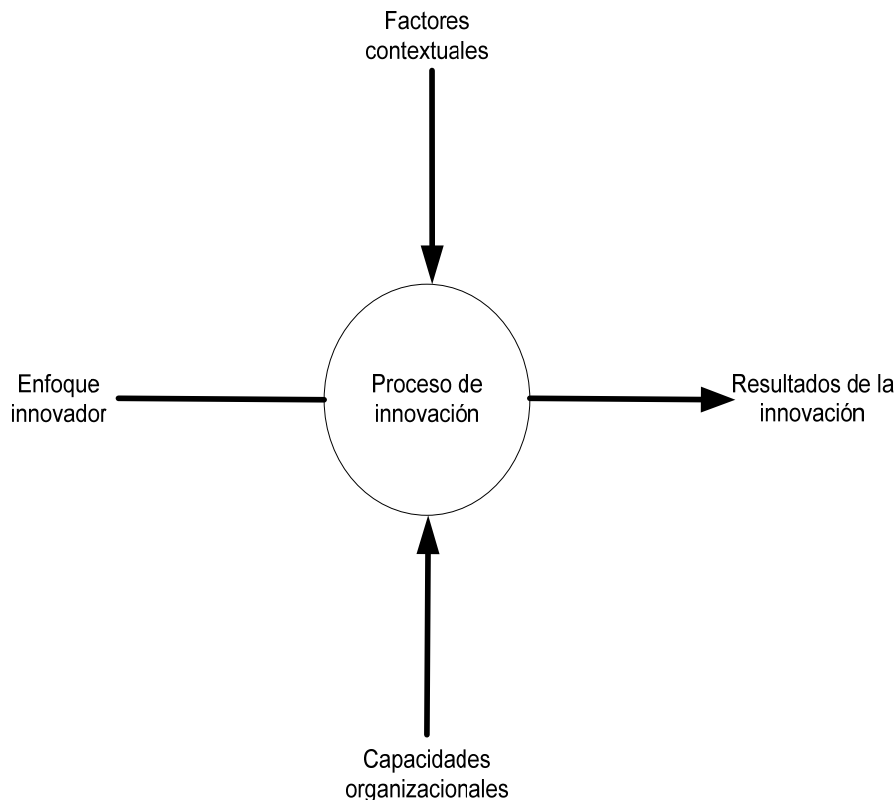


Figura 4.8. Modelo genérico de innovación³⁷⁷

4.4.3 Sistemas de gestión complementarios

Tal como se explicó en el “Marco teórico”, la adopción de sistemas de gestión de la innovación en las empresas constructoras requiere nuevas disciplinas. Estas disciplinas corresponden a la gestión de la calidad, gestión del conocimiento y aprendizaje, y la vigilancia tecnológica. Ellas están presentes en el modelo de competitividad y en los modelos de innovación estudiados. Por lo tanto, se presentan en los siguientes epígrafes las ideas principales encontradas respecto a estas disciplinas de gestión.

1. **Gestión de la calidad:** La bibliografía estudiada señala la existencia de un vínculo entre la innovación y la calidad³⁷⁸. Ambos pretenden satisfacer al cliente con la ayuda de la mejora continua³⁷⁹. La gestión de la calidad da soporte estratégico a la gestión de la innovación. Específicamente, el uso de las herramientas de la gestión de la calidad puede ser útil para

³⁷⁷ Sexton M., Barret P. (2003) “A literatura synthesis of innovation in small construction firms: insights, ambiguities and question”. *Construction Management and Economics*, 21(6), pp. 613-622.

³⁷⁸ Keogh W., Bower 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.

³⁷⁹ Kanji G. K. (1996) “Can total quality management help innovation?”. *Total Quality Management*, 7 (1), pp. 3-9.

crear las condiciones para desarrollar, supervisar y controlar la innovación. Es decir, la mejora continua permite acrecentar los resultados de los proyectos de innovación y la eficiencia del proceso de innovación^{380,381}.

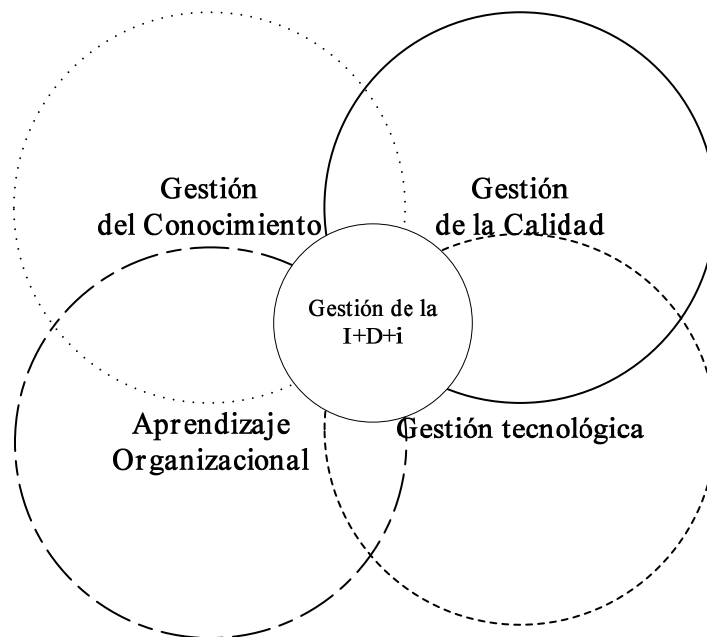


Figura 4.9. Disciplinas necesarias para la gestión de la I+D+i

2. **Gestión tecnológica:** Muchas empresas creen que la mayoría de los problemas que aparecen en sus proyectos ya están resueltos. La gestión tecnológica y, específicamente, la vigilancia tecnológica permite a las constructoras conocer tecnologías que de otra manera no serían accesibles³⁸². La vigilancia tecnológica proporciona información oportuna a la persona idónea en el momento adecuado para generar ideas o soluciones utilizables en proyectos, procesos empresariales y sistemas de I+D+i^{383,384}. La vigilancia tecnológica considera la captura, el análisis, la difusión y la explotación de las informaciones científicas y técnicas útiles para la supervivencia y el crecimiento de la empresa, además alerta sobre toda innovación científica o técnica susceptible de crear oportunidades. Para Davidson³⁸⁵ la vigilancia tecnológica provee la información necesaria para la toma de decisiones y la adopción de innovaciones. Para el mismo autor la vigilancia tecnológica dentro de la industria de la construcción no existe por las siguientes razones:
 - a. Escasa investigación sobre diseño y construcción.
 - b. Raramente los proyectos exigen alta tecnología o innovación.

³⁸⁰ Bossink B. A. (2002). "The strategic function of quality in the management of innovation". *Total Quality Management*, 13 (2), pp. 195-205.

³⁸¹ Prajogo D., Sohal A. (2006) "The integration of TQM and technology/R&D management in determining quality and innovation performance". *Omega*, 34 (3), pp. 296-312.

³⁸² Sexton M., Barret P., Aouad G. (2006) "Motivating small construction companies to adopt new technology". *Building Research and Information*, 34 (1), pp. 11-22.

³⁸³ Escorsa P., Valls, J. (2003) "Tecnología e innovación en la empresa". Ed. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona.

³⁸⁴ AENOR (2006) "UNE 166006:2006 Gestión de la I+D+i: Sistema de vigilancia tecnológica". Ed. AENOR, Madrid.

³⁸⁵ Davidson C. H. (2001) "Technology watch in construction industry: Why and how?". *Building Research and Information*, 29 (3), pp. 233-241.

- c. El sector está formado principalmente por pequeñas y medianas empresas con márgenes de beneficios pequeños.

Las empresas constructoras no consideran la vigilancia tecnológica como una actividad productiva. En consecuencia, trasplantar este concepto desde otros ámbitos requiere cambios en la percepción del empresariado y la reestructuración de la organización.

3. **Gestión del conocimiento:** Es la habilidad para identificar, adquirir, absorber y utilizar conocimiento externo o interno para la resolución de problemas de la empresa, y en consecuencia mejorar su competitividad. Hardie et al³⁸⁶ señalan que existe una fuerte correlación entre innovación tecnológica y una gestión proactiva de la sabiduría de la organización con un énfasis en la formación y el entrenamiento continuo. En otras palabras, la gestión del conocimiento soporta la innovación al utilizar la experiencia para innovar.

Muchas de las innovaciones tecnológicas aparecen cuando suceden eventos que se encuentran fuera del núcleo de actividades estables de la organización o en la interfase entre los sistemas tecnológicos, prácticas profesionales o de comercio de la empresa³⁸⁷. Los proyectos generan problemas novedosos y complejos que requieren medidas innovadoras. El equipo del proyecto debe buscar la solución de problemas técnicos, adaptar tecnologías a las necesidades específicas de la obra y elaborar productos ajustados a los requerimientos del cliente. Hoy muchos profesionales de la construcción actualizan su conocimiento a través de conversaciones con clientes, vendedores y colegas externos³⁸⁸. La búsqueda de información comienza con los subcontratistas, clientes, vendedores y la revisión de informes técnicos del personal; mientras que libros, manuales, normas, publicaciones científicas y la discusión con académicos ocurre en las fases finales. Además, raramente los cursos, conferencias o congresos se usan como fuente de innovaciones³⁸⁹. La información se analiza en términos de su experiencia laboral, características profesionales, edad y educación³⁹⁰. Además, la presión por trabajar dentro del tiempo y presupuesto establecido influyen en la búsqueda del remedio a un problema específico, de tal forma, que la solución implementada no se corresponde con la óptima. Es la razón por la que la gestión del conocimiento es un elemento clave para la competitividad y sostenibilidad de la empresa. La creación del ciclo de conocimiento significa: mejorar el proceso de búsqueda de información para que se transforme en una oportunidad para innovar³⁹¹; aumentar su capacidad técnica mediante la capacidad de resolución de problemas en la organización³⁹²; incentivar el aprendizaje entre los empleados; y progresar en la transferencia de las soluciones a los siguientes proyectos³⁹³.

³⁸⁶ Hardie M., Miller G., Manley K., 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*, 31 de Julio al 4 de Agosto.

³⁸⁷ Gann D. (1997). "Should governments fund construction research?". *Building Research and Information*, 25, pp. 257- 267.

³⁸⁸ Veshosky D. (1998) "Managing innovation information in engineering and construction firms". *Journal of Management in Engineering*, 14 (1), pp. 58-66.

³⁸⁹ Veshosky D. (1998) "Managing innovation information in engineering and construction firms". *Journal of Management in Engineering*, 14 (1), pp. 58-66.

³⁹⁰ Dulaimi M, Nepal M., Park M. (2005) "A hierarchical structural model of assessing innovation and project performance". *Construction Management and Economics*, 23 (6), pp. 565-577.

³⁹¹ Veshosky D. (1998) "Managing innovation information in engineering and construction firms". *Journal of Management in Engineering*, 14 (1), pp. 58-66.

³⁹² Tatum C. B. (2005) "Building better: technical support for construction". *Journal of Construction Engineering Management*, 131 (1), pp. 23-32.

³⁹³ Winch G. (1998) "Zephyrs of creative destruction: understanding the management of innovation in construction". *Building Research and Information*, 26(4), pp. 268-279.

4. **Aprendizaje organizativo:** La discontinuidad temporal de los proyectos realizados muchas veces genera un quiebro en el aprendizaje y la retroalimentación de un proyecto a otro³⁹⁴. La comunicación entre proyectos suele ser informal. La rotación del personal y las reuniones informales facilitan dicha comunicación. Cobra importancia asegurar el flujo conocimiento dentro de la firma para integrar las experiencias de los distintos proyectos. Así pues, el aprendizaje organizacional modifica el comportamiento de la organización para reflejar los nuevos conocimientos y su entendimiento, y asegurar su uso y transferencia en futuros proyectos.

Schindler y Eppler³⁹⁵ señalan que las principales razones para la pérdida de las lecciones de un proyecto están directamente relacionadas con el tiempo, motivación, disciplina y capacidad. En consecuencia los requisitos necesarios para la implantación de un proceso sistemático de gestión del conocimiento y aprendizaje son la disciplina, motivación, el desarrollo de capacidades de registro y el uso de un adecuado sistema de documentación.

4.5 FACTORES DETERMINANTES EN EL DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA I+D+I

4.5.1 Estrategia

Los cambios en el sector de la construcción han modificado la dirección de las empresas desde una actitud reactiva a las fuerzas del mercado a una más estratégica. Las estrategias son la clave para el éxito de las innovaciones³⁹⁶ y están dentro de la esfera de influencia de la dirección. La selección de una estrategia de innovación debería incrementar la rentabilidad al focalizar los recursos en el desarrollo de productos novedosos que exploten los cambios en la demanda, que creen nuevos mercados o que mejoren los procesos productivos.

La estrategia innovadora plantea el uso de los recursos para alcanzar los objetivos establecidos por la empresa. Su selección no solamente dependerá del contenido del proyecto de I+D+i, sino que es también relevante el contexto en que se desarrolla^{397,398}. Esta estrategia debe considerar cómo la firma desarrolla sus capacidades técnicas dentro de cada proyecto de I+D+i, la integración de las competencias de los profesionales y técnicos, el intercambio de conocimiento y distribución de los beneficios entre empresas participantes del proyecto de I+D+i³⁹⁹. Esta visión estratégica debe ser clara, soportada por políticas y objetivos para la innovación⁴⁰⁰. En especial, en los aspectos relacionados con los recursos humanos, marketing

³⁹⁴ Gann D., Salter A. (2000) "Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and system". *Research Policy*, 29, pp. 955-972.

³⁹⁵ Schinder M., Epp.ler M. (2003) "Harvesting project knowledge: a review of project learning methods and success factor". *Internacional Journal of Project Management*, 21, pp. 219-228.

³⁹⁶ Manley K., McFallan S., Swainston M., Kajewski S. (2008) "Assessing the value of different bussiness strategies to innovation by firms in the construction industry". *Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology*, pp. 588-593.

³⁹⁷ Eaton D. (2001) "A temporal typology for innovation within the construction industry". *Construction Innovation*, 1, pp. 165-179.

³⁹⁸ Sexton M., Barret P. (2003) "A literatura synthesis of innovation in small construction firms: insights, ambiguities and question". *Construction Management and Economics*, 21(6), pp. 613-622.

³⁹⁹ Gann D. M., Salter A. (1998) "Learning and innovation management in project-based, service-enhanced firms". *International Journal of Innovation Management*, 2(4), pp. 431-454.

⁴⁰⁰ Little A. D. (1985) "From vision to reality: managing innovation". Ed. Cambridge, Mass.

y gestión del conocimiento que afectan la frecuencia de la innovación y su implementación⁴⁰¹. Blayse y Manley⁴⁰² señalan que la estrategia debe incluir una cultura de liderazgo para el cambio, formación de asesores de innovación y relación con proveedores. Para estos autores una estrategia de innovación debe reconocer:

1. La importancia del cliente en el proceso.
2. Desarrollar fuertes vínculos con proveedores abarcando sus proyectos de I+D.
3. Integrar las diferentes fases del proceso del proyecto-construcción e integrar actores.
4. Mejorar los flujos de información.
5. Integrar y transmitir el conocimiento desde un proyecto a otro.
6. Activar redes de innovación ente los diversos profesionales de proceso proyecto-construcción.
7. Promover sistemas de propuesta que incentiven la innovación.
8. Incitar el uso de normas sobre resultados y no prescriptivas.
9. Desarrollar sus capacidades organizacionales para innovar.

Un elemento importante de la estrategia de innovación es su orientación hacia cliente y, en especial, cuando significa una mejora de los servicios y productos ofrecidos⁴⁰³.

La estrategia de innovación de las pequeñas y medianas empresas debe elaborarse considerando tres elementos importantes. En primer lugar, estas empresas son más vulnerables a los movimientos y capricho de los mercados que las grandes y, por lo tanto, su estrategia de negocio es reactiva en naturaleza, flexible y ágil; en segundo lugar, su vulnerabilidad ha amplificado la necesidad de un cuidadoso posicionamiento en el mercado y el desarrollo de fuertes relaciones personales con sus clientes permitiéndole aminorar el riesgo de cargas de proyectos variables y por último, el rol dominante de sus propietarios en las decisiones del negocio le permiten responder rápidamente a las condiciones del entorno.

4.5.2 Las capacidades organizativas

El término organización se refiere a la forma en que los miembros de la empresa se agrupan, ordenan el conjunto de relaciones entre los centros funcionales u operativos que llevan a cabo tareas o actividades, bien para formalizar los flujos de autoridad, decisiones y los niveles jerárquicos en que estas se ponen en práctica, o bien lograr la adecuada coordinación entre los componentes de la organización para que las funciones desarrolladas respondan al plan común que se persigue⁴⁰⁴. Las capacidades organizacionales son los rasgos que soportan la estrategia competitiva y de innovación. Algunas investigaciones^{405,406} revelan que estas características pueden determinar el comportamiento al innovar y están muy relacionadas con los recursos disponibles, estructura y cultura.

⁴⁰¹ Hardie M., Miller G., Manley K., 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*, 31 de Julio al 4 de Agosto.

⁴⁰² Blayse A. M. (2004) "Key influences on construction innovation". *Construction Innovation*, 4, pp. 143-154.

⁴⁰³ Sexton M., Barret P., Aouad G. (2006) "Motivating small construction companies to adopt new technology". *Building Research and Information*, 34 (1), pp. 11-22.

⁴⁰⁴ Pellicer E. (2007) "Gestión de empresas consultoras". Master Universitario en Consultoría de Ingeniería Civil, Valencia.

⁴⁰⁵ Mitropoulos P., Tatum C.B. (2000) "Forces driving adoption of new information technologies". *Journal of Construction Engineering and Management*, 126 (5), pp. 340-348.

⁴⁰⁶ Dulaimi M. (1995) "The challenge of innovation in construction". *Building Research and Information*, 23 (2), pp. 106-109.

Numerosos estudios han examinado el impacto de los factores organizacionales sobre la capacidad de innovar de una empresa: el impacto de la estructura organizacional⁴⁰⁷; tipo de liderazgo⁴⁰⁸; la carencia de recursos⁴⁰⁹ y la gestión del conocimiento⁴¹⁰. Entre los principales factores internos que impulsan o detienen la innovación se encuentran:

1. El deseo de incrementar su competitividad⁴¹¹.
2. La estrategia de negocios adoptada⁴¹² y su orientación al cliente⁴¹³.
3. El uso del conocimiento en la resolución de problemas^{414,415}.
4. La naturaleza y calidad de los recursos de la organización (cultura, liderazgo para innovar, etc.)⁴¹⁶.
5. Aprovechar oportunidades tecnológicas⁴¹⁷ y de negocio⁴¹⁸.

Entre las barreras encontradas para la innovación tecnológica están las restricciones de tiempo de la mayoría de los proyectos de construcción⁴¹⁹, la naturaleza incierta y el riesgo que acompaña a la innovación.

Los recursos son los elementos necesarios para generar nuevas ideas e incluye factores financieros, humanos, tecnológicos y de infraestructura. El principal recurso son las personas quienes a través de sus habilidades, conocimiento y motivación ejecutan las tareas necesarias para llevar a cabo los procesos negocio. Ellas permiten a la empresa crear, gestionar y explotar la innovación. Al respecto estudios señalan que el desarrollo de una estrategia de innovación debe considerar el rol prioritario de las personas en el éxito de la innovación⁴²⁰. Para Nam y Tatum⁴²¹ las personas en el proceso de innovación pueden desarrollar tres roles:

1. **Impulsar la innovación:** Los individuos deben persuadir a la organización para participar en el proyecto y llevarlo a cabo.

⁴⁰⁷ Tatum C.B. (1986) "Potencial mechanisms for construction innovation". *Journal of Construction Engineering Management*, 112 (2), pp. 178-191.

⁴⁰⁸ Nam C. H., Tatum C. B. (1997) "Leaders and champions for construction innovation". *Construction Management and Economics*, 15(3), pp. 259-270.

⁴⁰⁹ Keegan A., Turner R. (2002) "The management of innovation in project-based firms". *Long Range Planning*, 35 (4), pp. 367-388.

⁴¹⁰ Carrillo P., Chinowsky P. (2006) "Exploiting knowledge management: the engineering and construction perspective". *Journal of Management in Engineering*, 22 (1), pp. 2-10.

⁴¹¹ Mitropoulos P., Tatum C.B. (2000) "Forces driving adoption of new information technologies". *Journal of Construction Engineering and Management*, 126(5), pp. 340-348.

⁴¹² Tatum C. B. (1987) "Process of innovation in construction firms". *Journal of Construction Engineering and Management*, 113 (4), pp. 648-663.

⁴¹³ Dikmen I., Birgonul M. T., Artuk S. U. (2005) "Integrated framework to investigate value innovations". *Journal of Management in Engineering*, 21(2), pp. 81-89.

⁴¹⁴ Dikmen I., Birgonul M. T., Artuk S. U. (2005) "Integrated framework to investigate value innovations". *Journal of Management in Engineering*, 21(2), pp. 81-89.

⁴¹⁵ Mitropoulos P., Tatum C.B. (2000) "Forces driving adoption of new information technologies". *Journal of Construction Engineering and Management*, 126 (5), pp. 340-348.

⁴¹⁶ Blayse A. M. (2004) "Key influences on construction innovation". *Construction Innovation*, 4, pp. 143-154.

⁴¹⁷ Mitropoulos P., Tatum C.B. (2000) "Forces driving adoption of new information technologies". *Journal of Construction Engineering and Management*, 126 (5), pp. 340-348.

⁴¹⁸ Tatum C. B. (1987) "Process of innovation in construction firms". *Journal of Construction Engineering and Management*, 113 (4), pp. 648-663.

⁴¹⁹ Veshosky D. (1998) "Managing innovation information in engineering and construction firms". *Journal of Management in Engineering*, 14 (1), pp. 58-66.

⁴²⁰ Dikmen I., Birgonul M. T., Artuk S. U. (2005) "Integrated framework to investigate value innovations". *Journal of Management in Engineering*, 21 (2), pp. 81-89.

⁴²¹ Nam C.H., Tatum C. B. (1997) "Leaders and champions for construction innovation", *Construction Management and Economics*, 15 (3), pp. 259-270.

2. **Colaborar técnicamente:** Deben proveer sus conocimientos, capacidades y experiencia para el éxito del proyecto de innovación y dependiendo del caso dar origen a nuevas ideas de innovación.
3. **Soportar la innovación:** Deben existir individuos con suficiente capacidad técnica y liderazgo para llevar el proyecto de innovación.

La tecnología es el medio por el cual trabajo y herramientas transforman materiales e información en resultados, como por ejemplo: productos y servicios. En esta categoría se encuentran los factores técnicos que permiten el desarrollo de la innovación de productos y servicios⁴²². El éxito de la explotación de los resultados de una innovación necesita de la habilidad de anticipar los cambios de la demanda o promoverlas⁴²³. Esta habilidad esta muy relacionada con el desarrollo de su capacidad técnica en cada una de las etapas del proceso proyecto-construcción. Para Gann y Salter⁴²⁴ las constructoras que integran los procesos de negocio y proyecto son más eficientes en controlar y gestionar sus capacidades tecnológicas.

La cultura se refiere a "el conjunto de normas, de valores y formas de pensar que caracterizan el comportamiento del personal en todos los niveles de la empresa, así como en la propia presentación de la imagen"⁴²⁵. La cultura es uno de los factores más importante en éxito de la innovación⁴²⁶. Little⁴²⁷ identifica tres elementos de una cultura organizacional que conducen a la innovación: (1) perspectiva de largo plazo y la voluntad por esperar mayor retorno, (2) habilidad para proveer un ambiente innovador y (3) altos niveles de comunicación formal e informal. También, es importante establecer incentivos para la acoger nuevas ideas desde el entorno de la empresa, desarrollar nuevas y mejores prácticas, y aprender de ellas⁴²⁸. Una cultura que soporte la innovación debe incorporar reconocimiento e incentivo económico a la creatividad; tolerancia al riesgo, fallos en la implementación y errores humanos; valorar la innovación y el cambio⁴²⁹. Ling⁴³⁰ remarca la necesidad de llevar a cabo proyectos de innovación solo en equipos altamente motivados durante todo el proceso, proyecto de I+D+i e implementación. Adicionalmente la dirección debe interesarse en innovar y, especialmente, se requiere un alto compromiso.

El proceso de innovación plantea dos problemas organizativos⁴³¹: (a) la gestión de los cambios, tales como introducción de las nuevas tecnologías o la preparación de nuevos productos; y (b) el funcionamiento de la organización, una vez efectuados los cambios. El primer problema tiene carácter transitorio, mientras que el segundo tiende a la permanencia.

⁴²² Mitropoulos P., Tatum C.B. (1999) "Forces driving adoption of new technologies". *Journal of Construction Engineering and Management*, 126 (5), pp. 340-348.

⁴²³ Eaton D. (2001) "A temporal typology for innovation within the construction industry". *Construction Innovation*, 1, pp. 165-179

⁴²⁴ Gann D. M., Salter A. (2000) "Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and systems". *Research Policy*, 29 (7-8), pp. 955-972.

⁴²⁵ Pumpin C., García S. (1988) "Cultura empresarial". Ed. Díaz de Santos, Madrid.

⁴²⁶ Dikmen I., Birgonul M. T.; Artuk, S. U. (2005) "Integrated framework to investigate value innovations". *Journal of Management in Engineering*, 21 (2), pp. 81-89.

⁴²⁷ Little A. D. (1985) "From vision to reality: managing innovation". Ed. Cambridge, Mass.

⁴²⁸ Winch G. (1998) "Zephyrs of creative destruction: understanding the management of innovation in constructio". *Building Research and Information*, 26 (4), pp. 268-279.

⁴²⁹ Park M., Nepal M. P., Dulaimi M. F. (2004) "Dynamic modeling for construction innovation". *Journal of Management in Engineering*, 20 (4), pp. 171-177.

⁴³⁰ Ling Y. (2003) "Managing the implementation of construction innovations". *Construction Management and Economics*, 21 (6), pp. 635-649.

⁴³¹ Escorsa P., Valls J. (2003) "Tecnología e innovación en la empresa". Ed. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

Las típicas organizaciones funcionales intentan el segundo objetivo mediante la delimitación de funciones y responsabilidades, el control centralizado, etc., pero se muestran poco aptas para gestionar los cambios. Por eso, a veces implantan estructuras híbridas, en la que junto a la organización funcional que asegura la producción, se crean en paralelo equipos de trabajo⁴³². Quin⁴³³ señala que las empresas innovadoras usan pequeñas organizaciones, con estructuras jerárquicas horizontales y un número limitado de ingenieros, técnicos y diseñadores en el desarrollo de productos.

De acuerdo con Little⁴³⁴, los principales tipos de organización utilizadas por las empresas en el proceso innovador son:

1. Organizaciones temporales con una tarea específica.
2. Organizaciones orientadas al desarrollo de nuevos productos.
3. Organizaciones de desarrollo aislado, físicamente separado de la organización.
4. Organizaciones para el desarrollo de nuevos negocios.

Edgard Robert⁴³⁵ identificó cinco tipos de personas necesarias para que la idea inicial llegue a su destino, es decir, se convierta en innovación:

1. **Director de innovación:** Dirige el proyecto de investigación y controla los gastos.
2. **El empresario o líder de negocio:** Conduce la idea desde su concepción hasta su salida al mercado o quien provee la estructura de negocio para la idea⁴³⁶.
3. **Jefe de proyecto o líder técnico:** Dirige el proceso de la nueva creación, hace los presupuestos y coordina los esfuerzos necesarios para avanzar. Es un planificador, sabe cómo acortar tiempos del proyecto y sabe mover los hilos de la organización.
4. **Patrocinador o líder ejecutivo:** Actúa como abogado y protector para facilitar el paso del estado de invención a la producción y comercialización, respaldando a las personas implicadas en el proceso del proyecto.
5. **Portero⁴³⁷ (“gate-keeper”):** Busca y difunde información sobre nuevas aplicaciones tecnológicas que podrían dar oportunidades para innovar y mejorar la competitividad. Está muy relacionado con la actividad de vigilancia del entorno de la empresa.

Nam y Tatum⁴³⁸ remarcan la necesidad de una dirección con autoridad y competencia técnica para vencer las incertidumbres y resistencias internas del proceso innovador. De hecho, ambos autores señalan que la innovación no es posible con directivos sin autoridad y capacidad técnica⁴³⁹. Por lo que lo más importante en el proyecto de innovación es el liderazgo y la capacidad técnica⁴⁴⁰. Al respecto, algunos autores^{441,442} ponen en relieve la

⁴³² Escorsa P., Valls, J. (2003) “Tecnología e innovación en la empresa”. Ed. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona.

⁴³³ Quinn J. B. (1985) “Managing innovation: controlled chaos.” Harvard Business Review, 63 (3), pp. 73-84.

⁴³⁴ Little A. D. (1985) “From vision to reality: managing innovation”. Cambridge, Mass.

⁴³⁵ Citado en el libro: Escorsa P., Valls, J. (2003) “Tecnología e innovación en la empresa”. Ed. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona.

⁴³⁶ Little A. D. (1985) “From vision to reality: managing innovation”. Ed. Cambridge, Mass.

⁴³⁷ Escorsa P., Valls, J. (2003) “Tecnología e innovación en la empresa”. Ed. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona.

⁴³⁸ Nam C.H., Tatum C. B. (1997) “Leaders and champions for construction innovation”, Construction Management and Economics, 15 (3), pp. 259-270.

⁴³⁹ Nam C.H., Tatum C. B. (1997) “Leaders and champions for construction innovation”, Construction Management and Economics, 15 (3), pp. 259-270.

⁴⁴⁰ Nam C.H., Tatum C. B. (1997) “Leaders and champions for construction innovation”, Construction Management and Economics, 15 (3), pp. 259-270.

⁴⁴¹ Park M., Nepal M. P., Dulaimi M. F. (2004) “Dynamic modeling for construction innovation”. Journal of Management in Engineering, 20 (4), pp. 171-177.

trascendencia del jefe de obra. Tienen la función de: (1) integrar la información e impulsar al personal para generar nuevas ideas; (2) coordinar y combinar la creatividad de equipo para facilitar la generación de ideas innovadoras; (3) convencer y vender las innovaciones para obtener su soporte y aprobación; y (4) adoptar e implantar nuevas ideas, soluciones o tecnologías en los proyectos de construcción.

4.5.3 El entorno de negocio o externo

En la última década, el sector de la construcción ha cambiado rápidamente: los mercados se han abierto, el medio ambiente ha cobrado importancia, las tecnologías de la información se transforman en herramientas claves de la competitividad y las empresas se han orientado hacia el cliente. Diferentes estudios^{443,444,445} analizan la relación entre el entorno de negocio e innovación en empresas constructoras. Estas relaciones tiene que ver con condiciones de mercado, producto, gestión, proceso proyecto-construcción y sector de la construcción⁴⁴⁶. Los principales factores del entorno de la empresa que pueden empujar o contener la innovación en la construcción son:

1. **Clientes:** a través de sus requerimientos pueden influir sobre las empresas e individuos para innovar^{447,448,449}. Mientras que en el sector manufacturero el cliente toma un rol pasivo, en la construcción su participación es más activa e indispensable en la ejecución del proyecto. El cliente junto con la compra de productos acabados, especifica los requerimientos técnicos y de desempeño; los mecanismos por los cuales las partes del proyecto se comunican y colaboran; toma decisiones técnicas sobre la ejecución del proyecto y algunas veces comparte el riesgo con el contratista. Un mayor éxito del proceso innovador requiere de la participación activa del cliente⁴⁵⁰, los cuales colaboran en la innovación de diversas formas:
 - a. Identifican requerimientos novedosos que deben resolverse por diseñadores, proveedores y constructores.
 - b. Incentivan la mejora del ciclo de vida total de un proyecto.
 - c. Solicitan flexibilidad de las obras para responder a cambios de funcionamientos desconocidos.
 - d. Incrementan el estándar de los trabajos.

Las administraciones públicas constituyen uno de los principales estímulos para la innovación en la construcción; especialmente cuando utiliza su posición de cliente para manifestar su deseo de innovar en las demandas y requerimientos⁴⁵¹.

⁴⁴² Dulaimi M, Nepal M., Park M. (2005) "A hierarchical structural model of assessing innovation and project performance". *Construction Management and Economics*, 23 (6), pp. 565-577.

⁴⁴³ Seaden G., Goulla M., Douxtriaux J., Nash J. (2003) "Strategic decisions and innovation in construction firms". *Construction Management and Economics*, 21 (6), pp. 603-612.

⁴⁴⁴ Sexton M., Barret P. (2003) "A literatura synthesis of innovation in small construction firms: insights, ambiguities and question". *Construction Management and Economics*, 21 (6), pp. 613-622.

⁴⁴⁵ Pries F., Janszen F. (1995) "Innovation in the construction industry: the dominant role of the environment". *Construction Management and Economics*, 13 (1), pp. 43-51.

⁴⁴⁶ Pries F., Janszen F. (1995) "Innovation in the construction industry: the dominant role of the environment". *Construction Management and Economics*, 13 (1), pp. 43-51.

⁴⁴⁷ Blayse A. M. (2004) "Key influences on construction innovation". *Construction Innovation*, 4, pp. 143-154.

⁴⁴⁸ Nam C.H., Tatum C. B. (1997) "Leaders and champions for construction innovation", *Construction Management and Economics*, 15 (3), pp. 259-270.

⁴⁴⁹ Mitropoulos P., Tatum C.B. (2000) "Forces driving adoption of new information technologies". *Journal of Construction Engineering and Management*, 126 (5), pp. 340-348.

⁴⁵⁰ Nam C.H., Tatum C. B. (1997) "Leaders and champions for construction innovation", *Construction Management and Economics*, 15 (3), pp. 259-270.

⁴⁵¹ Seaden G., Manseu A. (2001) "Public policy and construction innovation". *Building Research and Information*, 29 (3), pp. 532-549.

2. **Estructura de producción:** la existencia de un proceso de producción vinculado al lugar de trabajo, que es temporal y con un producto altamente durable crea la preferencia, por parte de clientes y empresas, de procedimientos constructivos comprobados y testados⁴⁵². Además, la durabilidad de las obras obliga a los proveedores a mantener un “stock” de productos por largo tiempo.
3. **Relaciones del sector:** Algunos autores^{453,454,455} señalan la repercusión de las relaciones en el flujo del conocimiento, la integración de los actores del proceso proyecto-construcción, la organización y coordinación entre los proyectos y la difusión de las innovaciones. Entender la innovación requiere clarificar el rol que juegan las diferentes partes del proceso proyecto-construcción. También, tiene interés entender el papel de los actores de la cadena de demanda⁴⁵⁶. Integrar los diferentes actores del proceso proyecto-construcción es la clave del proceso. A continuación analizamos brevemente la función de consultores y proveedores en el proceso de innovación:
 - a. Las consultoras dan forma a las demandas de sus clientes a través de la redacción de los proyectos. Para responder a los requerimientos muchas consultoras recurren a nuevas tecnologías y procesos provenientes de la empresa, universidades, otras industrias, proveedores, etc.
 - b. Los proveedores deben participar en el proceso innovador de las constructoras. Podrían asegurar la calidad, minimizar el costo, mejorar la aplicabilidad y desempeño a largo plazo de las novedades desarrolladas por los constructores, con el fin de perfeccionar la innovación en su conjunto, obra y confección en fábrica⁴⁵⁷.
4. **Sistema de propuestas:** Los sistemas actuales tienden a inhibir el desarrollo de innovaciones al premiar el precio, establecer sistemas rígidos de responsabilidades y promover un comportamiento no colaborativo y proteccionista⁴⁵⁸.
5. **Normas y regulaciones:** El estado juega un papel muy importante en la innovación al impulsarla como cliente, mediante subvenciones y normas más flexibles. Los gobiernos han reducido su influencia en el sector al establecer nuevas normas basadas en prestaciones (por ejemplo, código técnico de edificación o norma EHE de hormigón estructural). Gann et al.⁴⁵⁹ señalan los beneficios de normas basadas en el comportamiento o resultados sobre las de carácter prescriptivo que especifican materiales, configuraciones y procesos requeridos para alcanzar los objetivos de la norma⁴⁶⁰. Este tipo de norma da libertad a las empresas, incentivos al mercado y una estructura institucional que permiten innovar sobre la base de requerimientos-criterios-ensayo⁴⁶¹.

⁴⁵² Blayse A. M. (2004) “Key influences on construction innovation”. *Construction Innovation*, 4, pp. 143-154.

⁴⁵³ Andersons F., Manseu A. (1999) “A systemic approach to generation/transmission/use of innovation in construction activities”. *Third International Conference on Technology Policy and Innovation: Global Knowledge Partnership-Creating Value for the 21 st century*, Austin: Texas, 30 de Agosto-2 de Septiembre.

⁴⁵⁴ Dubois A., Gadde L.-E (2002) “The construction industry as a loosely coupled system: implications for productivity and innovations”. *Construction Management and Economics*, 20 (7), pp. 621-632.

⁴⁵⁵ Miozzo M., Dewick P. (1992) “Building competitive advantage: innovation and corporate governance in European construction”. *Research Policy*, 31 (6), pp. 989-1008.

⁴⁵⁶ Gann D. (1997) “Should governments fund construction research?”. *Building Research and Information*, 25, pp. 257- 267.

⁴⁵⁷ Slaughter S. (1993) “Builders as source of construction innovation”. *Journal of Construction Engineering and Management*, 119 (3), pp. 532-549.

⁴⁵⁸ Kumaraswamy M., Dulaimi M. (2001) “Empowering innovative improvement through creative construction procurement”. *Engineering Construction and Architectural Management*, 8 (5-6), pp. 325-335.

⁴⁵⁹ Gann D. M., Wang Y., Hawkins R. (1998) “Do regulations encourage innovation? The case of energy efficiency in housing”. *Building Research and Information*, 26 (4), pp. 280- 296.

⁴⁶⁰ Tatum C. B. (1987). “Process of innovation in construction firms”. *Journal of Construction Engineering and Management*, 113 (4), pp. 648-663.

⁴⁶¹ Gann D., Wang Y., Hawkins R. (1998) “Do regulations encourage innovation? – the case of energy efficiency in housing”. *Building Research and Information*, 26 (4), pp. 280-296.

4.6 *MODELOS DE I+D+i PARA EMPRESAS CONSTRUCTORAS*

A la vista del planteamiento expuesto, se propone un modelo de competitividad focalizado en la innovación (CFi), que parte de las ideas planteadas en los trabajos de Sexton y Barret⁴⁶² y de Pellicer et al.⁴⁶³. Basado en el CFi se plantea un modelo de gestión de I+D+i para empresas constructoras (GIDi) cimentado en el enfoque de procesos expuestos en la normas ISO 9001 y UNE 166002. La idea fundamental es la siguiente: un proceso de innovación exitoso requiere una adecuada estrategia de innovación y la existencia de un sistema eficiente de I+D+i apoyado por otros sistemas complementarios de gestión. Ambos, estrategia y sistema, deben elaborarse en función del concepto de innovación adoptado, de las capacidades organizacionales, 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, que incremente las capacidades organizacionales y lo integren en el resto de procesos operativos.

Tal y como puede apreciarse en la Figura 4.10, el modelo CFi plantea que el proceso innovador requiere 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 facilita a la empresa seguir la evolución de la tecnología y su aplicación por los competidores. Los resultados dependerán de la estrategia elaborada 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 deben conocer detalladamente los requerimientos del cliente, el entorno de negocio y las capacidades organizacionales de la empresa.

La gestión del conocimiento sistematiza la resolución de problemas^{464,465}. La innovación surge, en numerosas ocasiones, cuando la organización se enfrenta a estos problemas, algunos generados fuera de las actividades habituales y otras en la interfase entre sistemas tecnológicos, prácticas profesionales o comerciales. En resumen, la gestión de las experiencias supone una base sólida para innovar.

La vigilancia tecnológica permite descubrir soluciones que otros ya han encontrado a problemas concretos^{466,467}. La posibilidad de incorporar tecnología existente debe valorarse, antes de iniciar cualquier proyecto de I+D+i. Esta vigilancia puede aportar información al departamento encargado de generar nuevas ideas. La estrategia de innovación debe motivar la creatividad en los empleados, dotar a la empresa de los recursos necesarios, soportar el sistema de gestión de I+D+i y, en especial, proveer la información, políticas y objetivos que orienten el proceso innovador.

⁴⁶² Sexton M., Barret P. (2003) "App.ropriate innovation in small construction firms". *Construction Management and Economics*, 21 (6), pp. 623-633.

⁴⁶³ Pellicer E., Yepes V., Correa Ch. (2008) "Enhancing R&D&I through standardization and certification: the case of Spanish construction industry". *Revista Ingeniería de Construcción*, 23 (2), pp. 112-119.

⁴⁶⁴ Love P.D., Deum-Fotwe F., Irani, Z. (2003) "Management of knowledge in project environments". *International Journal of Project Management*, 21(3), pp. 155-166.

⁴⁶⁵ Maqsood T., Walker H.T. (2007) "Facilitating knowledge pull to deliver innovation through knowledge management". *Engineering, Construction and Architectural Management*, 14(1), pp. 94-109.

⁴⁶⁶ Davidson C.H. (2001) "Technology watch in construction industry: why and how?". *Building Research and Information*, 29(3), pp. 233-241.

⁴⁶⁷ Sexton, M.; Barret, P; Aouad, G. (2006) "Motivating small construction companies to adopt new technology". *Building Research and Information*, 34(1), pp. 11-22.

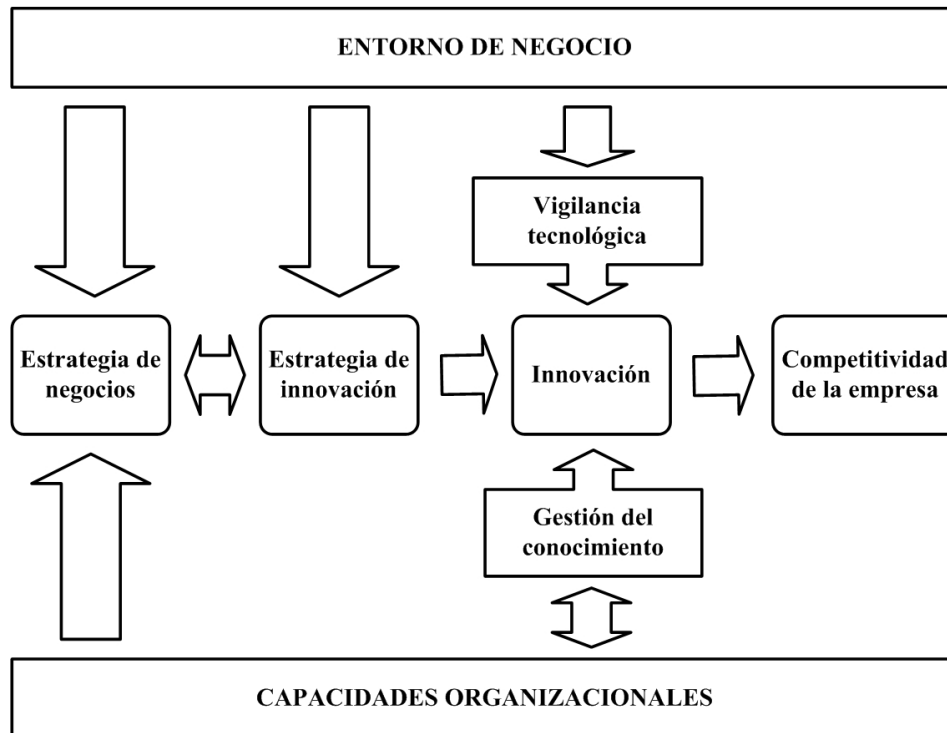


Figura 4.10. Modelo de competitividad focalizado en la innovación (CFi)

La teoría 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 4.11. 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 desarrollo. Una vez determinadas las oportunidades de mejora, la dirección debe seleccionar las prioritarias. 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 administrar 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 es la transmisión del conocimiento de los profesionales a la empresa y viceversa; esto supone una barrera para la innovación. A pesar del esfuerzo realizado por numerosos autores (a modo de ejemplo: Gann y Salter⁴⁶⁸, Schindler y Eppler⁴⁶⁹, Drejer y Vinding⁴⁷⁰) analizando este problema y proponiendo medidas prácticas al mismo, todavía no se dispone de una solución plenamente satisfactoria.

⁴⁶⁸ Gann D.M., 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.

⁴⁶⁹ Schindler M., 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.

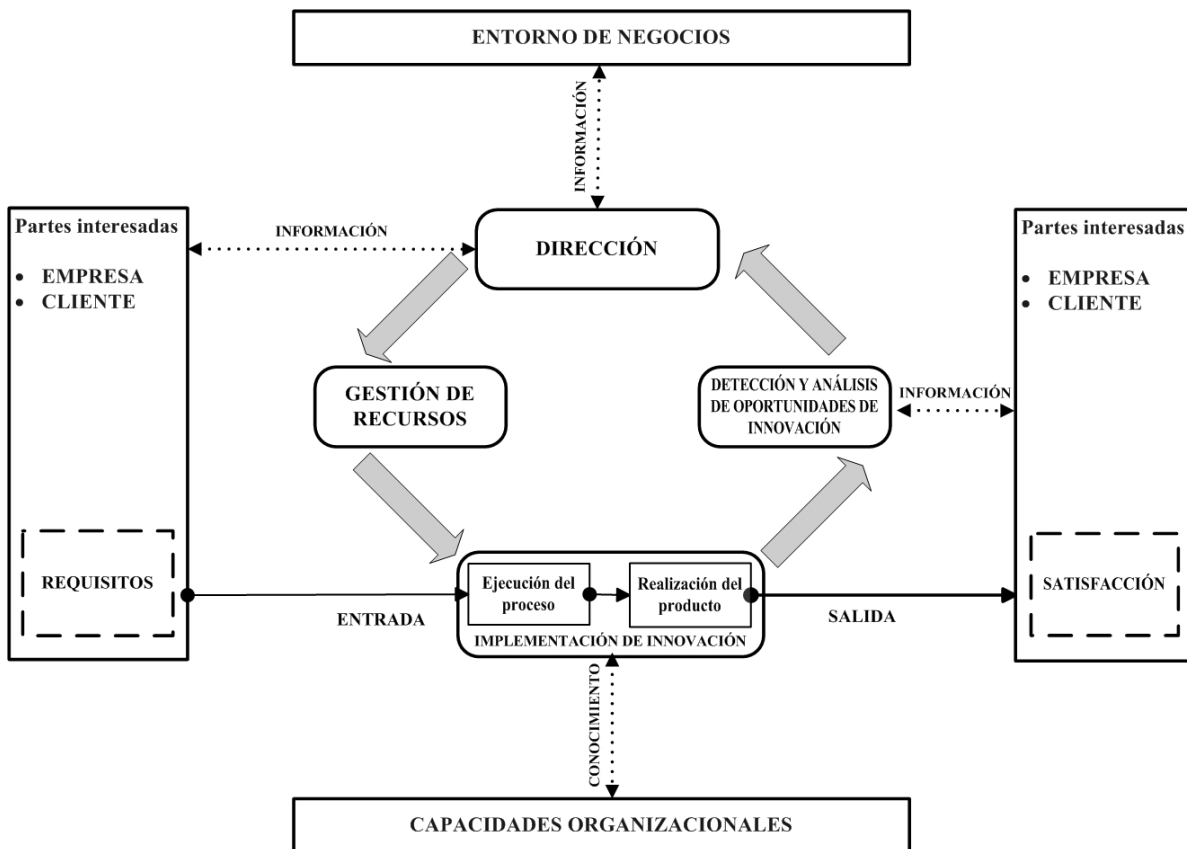


Figura 4.11. Modelo de gestión de I+D+i para las empresas constructoras (GIDi)

Demostrar la generalidad y aplicabilidad de los modelos planteados es uno de los objetivos de esta investigación. Del análisis de los datos obtenidos durante su implantación se pretende confirmar los aspectos más relevantes de la gestión planteados por ellos. Así pues, debemos sintetizar los principales aspectos para elaborar un marco teórico que sirva de referencia en el diseño y elaboración de un sistema de I+D+i (capítulo 6) y guíe la recolección y elaboración de las proposiciones del estudio del caso (capítulo 7). Para ello, destacamos del modelo CFI que la estrategia de I+D+i, la vigilancia tecnológica y la gestión del conocimiento son fundamentales para innovar en una constructora y, de este modo, la empresa constructora puede alcanzar sus objetivos y mejorar su competitividad. Asimismo, el modelo GIDi expone: las fuentes de ideas para innovar (empleados, clientes, proveedores, entorno, etc.); la necesidad de estructurar un proceso de gestión de la I+D+i cíclico y una estructura organizativa afín a la I+D+i; la obligación de implantar los resultados de la I+D+i en las obras; la exigencia de mantener y transferir esta innovación a otros proyectos (constructivos o de I+D+i). Todo ello pretende administrar eficientemente los recursos destinados a la I+D+i y enmarcarlos dentro de los objetivos de la constructora. Para ello, es clave que la dirección establezca una estrategia de I+D+i.

La Figura 4.12 muestra el modelo modificado. Este modelo servirá de base, en primera instancia, para elaborar las proposiciones del estudio del caso y, posteriormente, para

⁴⁷⁰ 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.

referenciar la validación (o no) de estas proposiciones. El modelo refleja que las constructoras para innovar deben recoger ideas novedosas provenientes de diferentes fuentes de la organización. Las ideas son transformadas en proyectos de I+D+i certificados o resultados de I+D+i a través del proceso de innovación establecido en el sistema de I+D+i. Este proceso debe vigilar y vincular a la constructora con su entorno, además de utilizar y potenciar las capacidades organizativas. De este modo, los resultados de la I+D+i tienen un impacto positivo en la empresa, en general, y en las obras, en particular. También, se sugiere que el sistema de I+D+i debe ser elaborado considerando las capacidades organizativas, el entorno externo e interno de la constructora.

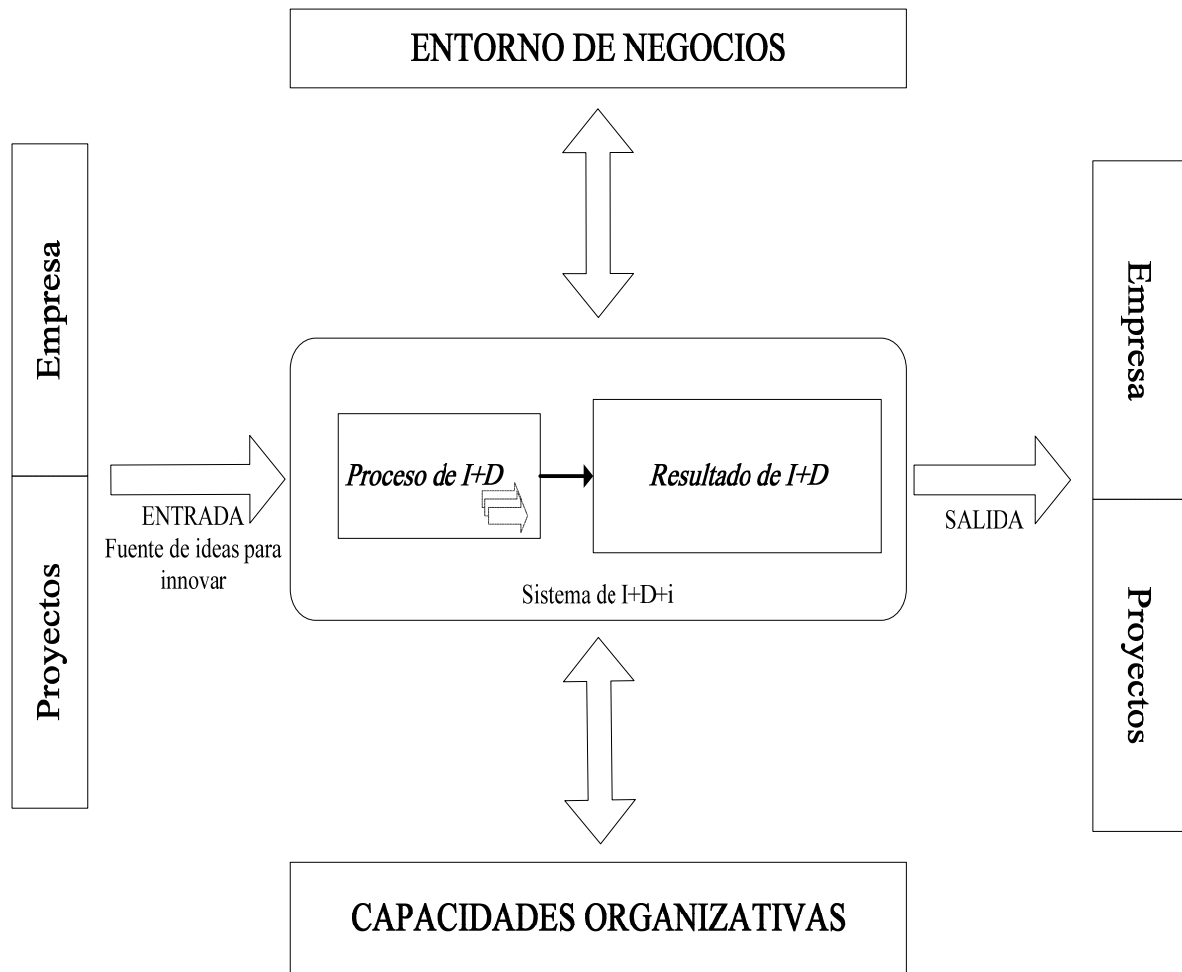


Figura 4.12. El sistema de gestión de la I+D+i (modelo GIDi modificado)

METODOLOGÍA:
Estudio del caso

5	METODOLOGÍA: ESTUDIO DEL CASO	147
5.1	INTRODUCCIÓN	147
5.2	¿QUÉ ES UN ESTUDIO DE CASOS?	148
5.3	JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LA EMPRESA.....	148
5.4	EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN	150
5.4.1	Estado del arte.....	153
5.4.2	Diseño de la investigación	154
5.4.3	Preparación para la obtención de datos.....	155
5.4.4	Recolección de datos.....	156
5.4.5	Análisis de los datos.....	158
5.4.6	Resultados del caso de estudio.....	159
5.4.7	Informe final.	161
5.5	CALIDAD METODOLÓGICA Y CIENTÍFICA DEL ESTUDIO DE CASO.....	161

5 METODOLOGÍA: ESTUDIO DEL CASO

5.1 INTRODUCCIÓN

La elección de la metodología de investigación adecuada depende del tipo de proposiciones o hipótesis a contrastar, del control que pueda tener el investigador sobre el comportamiento actual de los sucesos a estudiar y que la investigación se centre sobre fenómenos actuales o históricos⁴⁷¹. La investigación cuantitativa exige que las mediciones sean analizadas a través de métodos estadísticos⁴⁷². En este sentido, Lévy⁴⁷³ señala que una investigación cuantitativa requiere que el número de individuos sea, al menos, el doble de las variables que interesan medir. Pero, en nuestro caso, la publicación de las normas UNE 166000 es muy reciente (a principios de 2006) y, por lo tanto, el número de empresas constructoras certificadas es muy bajo. De hecho, hasta el 31 de diciembre de 2006 las empresas constructoras certificadas eran cuatro y hasta el 31 de diciembre del 2007 eran ocho⁴⁷⁴ (tengase en cuenta que la presente investigación se inició a fines del 2005). Por estas razones, consideramos que no es posible seguir una estrategia de investigación cuantitativa contundente que responda a los interrogantes planteados.

Cuando es imposible conocer la población o el universo existente, se desconoce la distribución probabilística del fenómeno estudiado o es difícil acceder a muestras suficientemente representativas, la investigación cualitativa puede ser muy útil, en tanto que se centra, normalmente, en el estudio de uno o unos pocos individuos o fenómenos. En estos casos, será más difícil generalizar los resultados de la investigación, pero ésta nos permitirá profundizar en el entendimiento de los aspectos estudiados⁴⁷⁵.

Una autoridad en investigación cualitativa, el Dr. Robert Yin, en su libro “Case study research: design and methods”⁴⁷⁶ (p. 13) señala que el estudio de casos como estrategia de investigación cualitativa es adecuado “para tratar con una situación técnicamente distintiva en la cual hay muchas más variables de interés que datos; el resultado se basa en múltiples fuentes de evidencias, con datos que deben converger en triangulación; y también el resultado se beneficia del desarrollo previo de proposiciones teóricas que guían la recolección y el análisis de datos”. Asimismo, para este autor, es el método indicado cuando (pp. 4-11): a) las preguntas a responder en el trabajo de investigación sean del tipo “cómo” o “qué”; b) el investigador tiene control nulo o escaso sobre los sucesos, esto es, no puede intervenir en el desarrollo del fenómeno ni reproducirlo; c) se estudia fenómenos en su contexto real. Por estas razones, la estrategia de investigación seleccionada para esta tesis corresponde al estudio del caso.

⁴⁷¹ Yin R. (2003) “Case study research: design and methods”. Sage Publications, Londres.

⁴⁷² Hernández R., Fernández-Collado C., Baptista P. (2006) “Metodología de la investigación”. Ed. McGraw-Hill Interamericana, México.

⁴⁷³ Lévy J., Varela J. (2003) “Análisis multivariante para las ciencias sociales”. Ed. Pearson Educación, Madrid.

⁴⁷⁴ La relación de 16 empresas de la Tabla 3.1 incluye constructoras, consultoras, proveedores y empresas de servicios del sector de la construcción.

⁴⁷⁵ Iratxe A., Ruiz J., Melgosa L. (1998) “Como elaborar un proyecto de investigación social”. Cuadernos Monográficos del ICE, N° 7.

⁴⁷⁶ Yin R. (2003) “Case study research: design and methods”. Sage Publications, Londres.

5.2 ¿QUÉ ES UN ESTUDIO DEL CASO?

El estudio del caso es un método empírico que investiga un fenómeno contemporáneo en su contexto real, en el que los límites entre fenómeno y su contexto son difusos⁴⁷⁷ (pp. 11-14), y que se considera relevante bien sea para comprobar, ilustrar o construir una teoría o parte de ella⁴⁷⁸. Puede incluir información tanto cuantitativa como cualitativa. El estudio de caso único suele utilizarse, fundamentalmente, para abordar un fenómeno o problema particular poco conocido que resulta relevante en sí mismo o para probar una determinada teoría a través de un caso crítico. Los estudios de casos múltiples son apropiados para la construcción y desarrollo de una teoría. La intención en el estudio de casos múltiples es que coincidan los resultados de los distintos casos, lo que permitiría añadir validez a la teoría propuesta siguiendo la lógica de la replicación.

La literatura recoge diversos estudios de casos⁴⁷⁹: *descriptivos*, que analizan como ocurre un fenómeno en su contexto; *exploratorios*, que se utilizan como aproximación a una situación poco conocida; *ilustrativos*, en los que se revelan prácticas de gestión; y *explicativos* que se utilizan para formular proposiciones que puedan descubrir las causas que explican los fenómenos en estudio, a partir de la información obtenida en el trabajo de campo. De este modo se pretende facilitar el desarrollo teórico de la disciplina. Este tipo de casos se caracterizan por: a) no existe una separación entre el fenómeno y su contexto; b) parten de un modelo teórico menos elaborado; c) la elección de los casos tiene un carácter teórico, no estadístico; d) tienden a utilizar varios métodos o fuentes de evidencias; e) presentan flexibilidad en el proceso de realización de la investigación; y f) se basan en la inducción analítica, en lugar de la inducción estadística. La inducción analítica implica que el caso es apropiado para el tipo de discusión teórica que se quiere dilucidar con su análisis; las conclusiones no se pueden extrapolar a un universo o población, sino al conjunto de teorías a las que se dirige el caso. A este último tipo de casos corresponde esta investigación.

El estudio de casos como estrategia de investigación cualitativa presenta dos críticas fundamentales⁴⁸⁰. La primera, corresponde al sesgo del investigador. Es este quien especifica el fenómeno a estudiar, elige el marco teórico, pondera la relevancia de las distintas fuentes, y analiza la conexión causal entre los hechos. Todo ello le aparta de la imagen del investigador objetivo que trata de eliminar cualquier sello personal en la disposición de los datos. La segunda crítica, corresponde a la representabilidad de los resultados, es decir, hasta que punto posibilita generalizar las conclusiones obtenidas a través de uno o varios casos a todo el universo afectado. Para superar estas limitaciones se seguirán los requerimientos establecidos en el punto 5.5 “Calidad metodológica y científica de la investigación” de este capítulo.

5.3 JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LA EMPRESA

Como se ha comentado previamente, la presente investigación trata sobre la formulación, implementación y certificación de un sistema de gestión de la innovación en una empresa constructora española según los requisitos de la serie de normas UNE 166000 “Gestión de la

⁴⁷⁷ Yin R. (2003) “Case study research: design and methods”. Sage Publications, Londres.

⁴⁷⁸ Coller X. (2005) “Estudio de casos”. Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid.

⁴⁷⁹ Bonache J. (1999) “El estudio de casos como estrategia de construcción teórica: características, críticas y defensas”. Cuadernos de Economía y Dirección de Empresas, nº 3, pp. 131-148.

⁴⁸⁰ Bonache J. (1999) “El estudio de casos como estrategia de construcción teórica: características, críticas y defensas”. Cuadernos de Economía y Dirección de Empresas, nº 3, pp. 131-148.

I+D+i”. La justificación de esta investigación está fundamentada en razones teóricas, más que estadísticas^{481,482,483}, siendo estas las siguientes:

1. **La necesidad de profundizar en la situación investigada:** La normalización de la innovación en el sector de la construcción, partiendo de modelos de innovación desarrollados para el sector manufacturero, requiere cautelas debido a las diferencias entre ambos sectores. Entre estas diferencias se encuentra la dispersión geográfica de las obras, la dependencia a un diseño único, los continuos movimientos de la mano de obra desde un lugar de trabajo a otro, las modificaciones en las configuraciones de los productos y la incerteza del clima y del sitio de trabajo, entre otras muchas. Así pues, es necesario desarrollar un sistema de gestión de la I+D+i que considere estas particularidades. Por otro lado, según datos del Ministerio de Fomento⁴⁸⁴, son las constructoras con más de 1000 trabajadores las que desempeñan un mayor esfuerzo innovador. Esta tendencia se debe principalmente a que son éstas las que tienen mayor posibilidad de dirigir recursos humanos y económicos a la financiación de proyectos de I+D y demás actividades innovadoras. En el sentido opuesto se encuentran las empresas pequeñas, que no poseen los recursos suficientes para promover proyectos de investigación, ni tampoco emprenden obras que supongan un desafío innovador. En consecuencia, un porcentaje muy pequeño de éstas, participa en proyectos de esta índole, y de ser así, lo hacen a través de proyectos conjuntos con otras empresas, instituciones de investigación y universidades. Por lo tanto, teniendo en cuenta las consideraciones anteriormente enunciadas, la investigación centró su objetivo en el estudio de los sistemas de gestión de la I+D+i en empresas de tamaño mediano/grande⁴⁸⁵ del sector.
2. **La relevancia del caso por ser el primero de su clase:** Como se ha dicho anteriormente, la serie de normas UNE 166000 son solamente reconocidas en España. Actualmente, son pocas las constructoras certificadas por esta serie de normas. En consecuencia, este caso de estudio es una oportunidad única para profundizar el conocimiento sobre la implantación e impacto de los sistemas de I+D+i en las empresas constructoras.

Por consiguiente, considerando las características de las empresas del sector, se realizó un análisis del mercado con el fin de detectar empresas de tamaño mediano/grande representativas del entorno competitivo. En dicho análisis se consideraron las siguientes variables: cifra de negocios, número de empleados, recursos propios, ámbito de mercado y tipos de obras. El estudio consideró 65 empresas constructoras pertenecientes a la Federación de Empresas de la Comunidad Valenciana (Fecoval), la Asociación Nacional de Constructores Independientes (ANCI) y la Asociación de Empresas Constructoras de Ámbito Nacional (SEOPAN). Los datos fueron obtenidos desde e-informa⁴⁸⁶ y pueden observarse en la tabla 5.1.

⁴⁸¹ Yin R. (2003) “Case study research: design and methods”. Sage Publications, Londres.

⁴⁸² Bonache J. (1999) “El estudio de casos como estrategia de construcción teórica: características, críticas y defensas”. Cuadernos de Economía y Dirección de Empresas, nº 3, pp. 131-148.

⁴⁸³ Collier X. (2005) “Estudio de casos”. Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid.

⁴⁸⁴ Ministerio de Fomento (2008). “Encuesta de la estructura de la construcción. Año 2006”. Consultado el 6 de Junio del 2008 en http://www.fomento.es/mfom/lang_castellano/informacion_mfom/informacion_estadistica/publicaciones/estructura_construccion/default.htm.

⁴⁸⁵ El SEBRAE define el límite entre una empresa constructora mediana y grande en 450 empleados.

⁴⁸⁶ <http://www.einforma.com/>.

Asociación	Nº de Empresas
Fecoval	18
ANCI	21
SEOPAN	10
Otras	16
Total	65

Tabla 5.1. Empresas según la asociación a la que pertenecen

Como resultados se obtuvieron las características de una empresa competidora representativa de tamaño mediano/grande indicadas en la tabla 5.2.

Nº de empresas consideradas	Líneas de negocio claves	Cifras promedio (Año 2005)			
		Nº de empleados	Cifras de negocio (euros)	Recursos propios	Nº de delegaciones
65	Obra Civil y Edificación	434	358 millones	79 millones	8

Tabla 5.2. Características principales de una empresa constructora representativa

Los aspectos más relevantes de la empresa en estudio son:

1. **Existencia de un proceso de diseño e implantación de un sistema de gestión de la I+D+i.** La empresa seleccionada decidió certificarse de acuerdo a los requerimientos de la Norma UNE 166002 “Gestión de la I+D+i: Requisitos del sistema de gestión de la I+D+i”; además, aceptó que se llevara a cabo este estudio.
2. **Representabilidad de la población en estudio.** La empresa se acopla a lo señalado en la Tabla 5.2, y posee las siguientes características (ver Tabla 5.3): fundada hace más de cuatro décadas y enfocada básicamente a obra civil y edificación, con una plantilla de 360 empleados, distribuidos en 8 delegaciones dentro del territorio nacional. El progresivo aumento en el último lustro de su cifra de negocios (60%) y de su rentabilidad, le ha permitido ampliar su ámbito de operaciones en áreas tales como la inmobiliaria y la gestión ambiental. Sin embargo, la columna vertebral de su cifra de negocios (410 millones de euros anuales) sigue siendo obra civil y la edificación. Finalmente, es de señalar que no cotiza en el mercado bursátil, como la gran mayoría de empresas de estas características.

Líneas de negocio claves	Cifras promedio (Año 2006)			
	Nº de empleados	Cifras de negocio (euros)	Recursos propios	Nº de delegaciones
Obra Civil y Edificación	360	410 millones	90 millones	8

Tabla 5.3. Características principales de la empresa seleccionada
(Fuente: elaboración propia a partir de datos suministrados por la empresa)

5.4 EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

Existen numerosos trabajos que ejemplifican o guían un caso de estudio (por ejemplo: Coller⁴⁸⁷, Bonache⁴⁸⁸, Eisenhardt⁴⁸⁹ y Yin⁴⁹⁰). Entre todos ellos, esta investigación toma como

⁴⁸⁷ Coller X. (2005) “Estudio de casos”. Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid.

marco de referencia principal las directrices fijadas por Yin en el libro citado anteriormente. Este autor describe con claridad y detalle los procedimientos y criterios necesarios para cumplir con el rigor metodológico que asegure la calidad científica de una investigación basada en un caso de estudio.

El proceso de investigación desarrollado para esta tesis (ver Figura 5.1) consta de tres partes. La primera está constituida por el estado del arte, que se ha descrito en los capítulos 2, 3 y 4. La segunda se compone de cinco etapas y corresponde al estudio del caso. La tercera está formada por una única etapa cuyo objetivo es la generalización de los resultados, mediante validación externa, del caso de estudio.

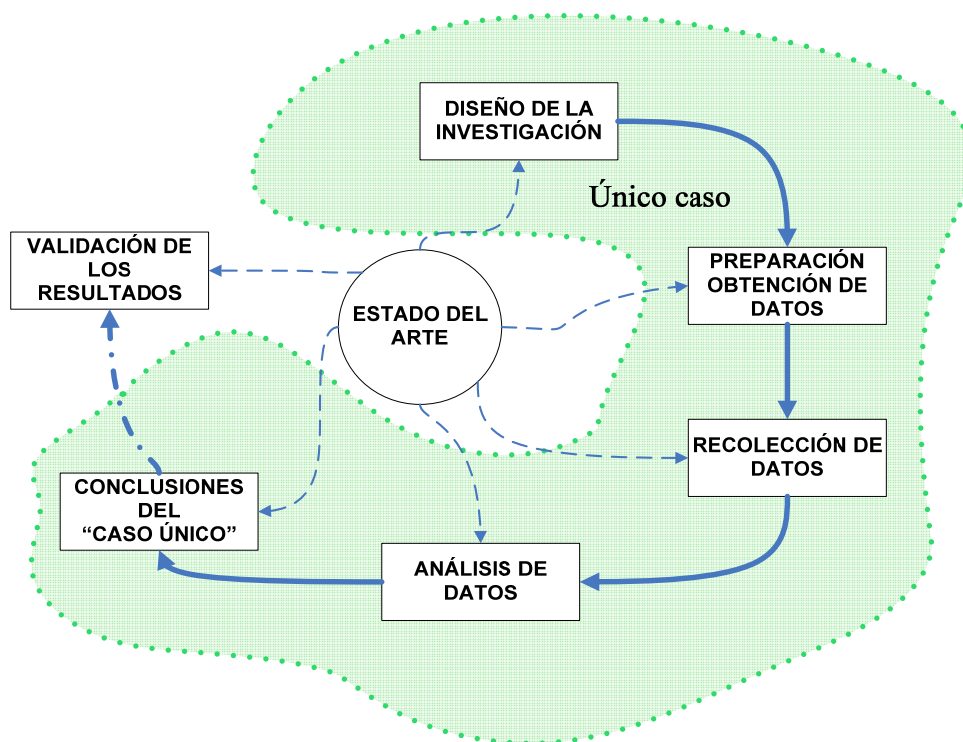


Figura 5.1. Proceso de investigación
(Fuente: adaptado de Sampieri⁴⁹¹ y Yin⁴⁹²)

El proceso de investigación seguido consiste en:

1. **Estudio del estado del arte:** Permite construir el marco conceptual para: plantear el problema; generar las hipótesis o proposiciones que explican el fenómeno; guiar el proceso de recolección de datos; facilitar el análisis de datos; y finalmente, generar las explicaciones del fenómeno en estudio.

⁴⁸⁸ Bonache J. (1999) "El estudio de casos como estrategia de construcción teórica: características, críticas y defensas". Cuadernos de Economía y Dirección de Empresas, nº 3, pp. 131-148.

⁴⁸⁹ Eisenhardt K. (1989) "Building theories from case study research". Academy of Management Review, 14(4), pp. 532-550.

⁴⁹⁰ Yin R. (2003) "Case study research: design and methods". Sage Publications, Londres.

⁴⁹¹ Hernández R., Fernández-Collado C., Baptista P. (2006) "Metodología de la investigación". Ed. McGraw-Hill Interamericana, México.

⁴⁹² Yin R. (2003) "Case study research: design and methods". Sage Publications, Londres.

2. **Diseño de la investigación:** Es el modelo lógico de prueba que permite al investigador inferir las relaciones causales entre las variables objeto de la investigación.
3. **Preparación para la obtención de datos:** Yin⁴⁹³ (pp. 67-77) propone la confección de un protocolo para el estudio del caso, especialmente, en los casos múltiples. Este protocolo debe comprender una visión general del caso, los procedimientos de campo, las preguntas del estudio y una guía para la redacción del caso. En nuestro caso, la tesina del Master Universitario en Consultoría de Ingeniería Civil⁴⁹⁴ ha servido para elaborar el protocolo para esta investigación.
4. **Recolección de datos:** Para la recogida de la información necesaria se emplean diversas fuentes. Las fundamentales corresponden a la observación participativa, documentación de la empresa y encuestas con personas claves dentro y fuera de la organización.
5. **Análisis de datos:** Se utiliza principalmente la técnica denominada “pattern-matching”⁴⁹⁵ (p. 116), que consiste en la búsqueda de evidencias decisivas en el estudio de caso que permitan confirmar las explicaciones o proposiciones planteadas y que excluyan otras que sean alternativas. Para ello, nos apoyamos en el programa ATLAS.ti⁴⁹⁶ que se basa en el procedimiento de análisis de datos cualitativos denominado “teoría fundamentada de datos” (TFD). ATLAS.ti⁴⁹⁷ es un programa específico para el análisis cualitativo de datos textuales y se caracteriza por estar fuertemente influenciado por la TFD⁴⁹⁸. Finalmente, la generalización de los resultados se realiza inducción analítica. Es decir, se relacionan las proposiciones del estudio con una teoría o conjunto de ellas; o se puede, además, utilizar estas conclusiones para construir una teoría o explicación nueva (“explanation-building”). Estas proposiciones no se refieren a una población o universo, sino a las teorías previas.
6. **Resultados del estudio del caso:** Las conclusiones finales del estudio son consecuencia de la validación interna y externa de las proposiciones previas. Ello se realiza en dos etapas:
 - a. *Conclusiones del “caso único”:* corresponden a las conclusiones finales del caso de estudio que son resultado del análisis realizado en las etapas anteriores. La validez de las conclusiones nace de la confirmación concluyente de las evidencias que excluyen explicaciones alternativas plausibles (validez interna).
 - b. *Generalización de los resultados del caso de estudio (validez externa):* en esta fase las proposiciones se comprueban por medio de entrevista a directores de I+D+i de empresas del sector de la construcción certificadas por la norma UNE 166002. La entrevista buscó establecer el ajuste de las conclusiones del caso a la realidad observada en otras empresas acreditadas a 31 de diciembre de 2007.

Cada una de estas fases y sus aspectos más relevantes se explican con mayor detalle en los siguientes apartados. Se seguirá la propuesta metodológica planteada por Yin⁴⁹⁹, por lo que NO se cita el libro al pie de página en lo que resta del capítulo, limitándonos a indicar las páginas del libro a la que pertenece la correspondiente cita. Este libro es la 3ª edición actualizada del original publicado en 1989.

⁴⁹³ Yin R. (2003) “Case study research: design and methods”. Sage Publications, Londres.

⁴⁹⁴ Correa C. (2008) “La gestión de la innovación en las empresas constructoras: protocolo de investigación”. Tesina del Master en Consultoría de Ingeniería Civil, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

⁴⁹⁵ Yin R. (2003) “Case study research: design and methods”. Sage Publications, Londres.

⁴⁹⁶ Disponible en <http://www.atlasti.com>.

⁴⁹⁷ Puede descargarse una versión de prueba en: <http://www.atlasti.com>.

⁴⁹⁸ Vasilachis de Gialdino (editor) (2006). “Estrategias de investigación cualitativa”. Ed. Gedisa S.A., Barcelona.

⁴⁹⁹ Yin R. (2003) “Case study research: design and methods”. Sage Publications, Londres.

5.4.1 Estado del arte

Diversos autores destacan los beneficios del estudio del estado del arte. Yin apunta la necesidad de establecer una serie de hipótesis de trabajo que orienten y centren la investigación (p. 22). Para ello, recomienda realizar un estudio previo que permita la construcción de una teoría preliminar del estudio de caso (p. 26). Coller⁵⁰⁰ señala que la presentación de los conceptos que configuran una teoría (o varias de ellas), su discusión y crítica, y su definición contribuyen a ofrecer un marco interpretativo del caso estudiado y evita la introducción de sesgo de interpretación. En la misma línea, Bonache⁵⁰¹ indica la necesidad de un marco de referencia para analizar e interpretar correctamente la información del caso y comparar los resultados con la literatura, evitando así la repetición de investigaciones previas. Un marco teórico preliminar ensalza el potencial de los estudios de casos de cara a la conceptualización teórica de carácter inductivo, empleándose para encontrar posibles hipótesis que se formularán en la fase de preparación del caso y, finalmente, en función de los resultados, se cambiará el posicionamiento previo o se fortalecerá con la evidencia obtenida⁵⁰².

Siguiendo esta línea argumental, se ha realizado una investigación preliminar del estado del arte que para esta tesis abarca el marco teórico, contexto y estado de la cuestión (capítulos 2, 3 y 4 respectivamente). De acuerdo con lo señalado en la Tabla 5.4, se realizó un análisis cualitativo de la bibliografía por medio de tres técnicas complementarias: matrices de valoración, mapas mentales y diagramas de afinidad.

Objetivo	Procedimientos/Técnicas/Herramientas
<ul style="list-style-type: none"> • Construir el marco conceptual que permita plantear el problema en estudio • Generar las hipótesis del trabajo • Facilitar el análisis de datos • Generar las explicaciones del fenómeno en estudio 	<ul style="list-style-type: none"> • Mapas mentales • Matrices de valoración • Matriz de afinidad

Tabla 5.4. Verificación del cumplimiento metodológico y científico del estado del arte (pp. 26-33)

Tras determinar las fuentes relevantes se procedió a la elaboración de los mapas mentales. Esta herramienta se utilizó para la comprensión de las principales ideas de cada uno de los artículos. Se trata de una estrategia cognitiva con la que se registran, relacionan y jerarquizan un grupo de ideas importantes sobre un tema. Así pues, utilizando el programa Mindjet Mindmanager 6.0 pro⁵⁰³ se procedió a elaborar diagramas, en los cuales, las ideas o conceptos fundamentales en cada artículo se enlazan y disponen radialmente alrededor de una idea principal.

Determinadas las ideas fundamentales se procedió a categorizarlas por medio de una matriz de afinidad. Esta técnica permitió identificar los conceptos y variables que explican el

⁵⁰⁰ Coller X. (2005) "Estudio de casos". Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid.

⁵⁰¹ Bonache J. (1999) "El estudio de casos como estrategia de construcción teórica: características, críticas y defensas". Cuadernos de Economía y Dirección de Empresas, nº 3, pp. 131-148.

⁵⁰² Otley D., Berry A.T. (1994) "Case study research management accounting and control". Management Accounting Research, 5, pp. 46-65.

⁵⁰³ Puede descargarse una versión de prueba en: <http://www.mindjet.com>.

problema, agrupando las ideas por su similitud. De esta forma, también, los diagramas sirvieron para la confección de códigos preliminares que orientaron el análisis cualitativo de los datos de campos según la teoría fundamentada de datos (TFD).

5.4.2 Diseño de la investigación

Para Yin (pp. 21-28), el diseño del estudio es la lógica que relaciona los datos a obtener y las conclusiones que seguirán con las preguntas iniciales. Según este autor, el diseño de la investigación comprende cinco componentes (pp. 21-28): 1) preguntas de la investigación, 2) proposiciones o hipótesis de trabajo, 3) unidad de análisis, 4) relación de la información con las hipótesis o proposiciones y 5) criterios para la interpretación de los datos (Tabla 5.5).

Objetivos	Preguntas/Hipotesis/Unidad/Metodología/Criterios
<ul style="list-style-type: none"> Establecer las preguntas del estudio 	<ul style="list-style-type: none"> ¿Porqué las empresas constructoras innovan? ¿QUÉ aspectos son los más relevantes para la confección de un sistema de I+D+i? ¿CÓMO implantar un sistema de innovación en las empresas constructoras?
<ul style="list-style-type: none"> Elaborar proposiciones o hipótesis del estudio 	<ul style="list-style-type: none"> Capítulo 7: “Resultados del análisis: Proposiciones”
<ul style="list-style-type: none"> Identificar la unidad de análisis 	<ul style="list-style-type: none"> Área de construcción de la empresa
<ul style="list-style-type: none"> Establecer los criterios para la vinculación de los datos con las proposiciones 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de los principios metodológicos de la TFD para: <ul style="list-style-type: none"> La búsqueda de evidencia en los datos que aprueben o rechacen las hipótesis planteadas Generación de proposiciones explicativa del fenómeno en estudio
<ul style="list-style-type: none"> Fijar los criterios para la interpretación de los datos 	<ul style="list-style-type: none"> Establecimiento de un marco teórico explicativo de los fenomenos (“pattern matching”): <ul style="list-style-type: none"> Determinación de los aspectos claves del sistema de gestión de la I+D+i: <ul style="list-style-type: none"> Norma UNE 166002: “Gestión de la I+D+i”⁵⁰⁴ Modelo COTEC⁵⁰⁵ Implantación del sistema de gestión de la I+D+i en la unidad de análisis: <ul style="list-style-type: none"> Modelo de cambio de Lewin⁵⁰⁶ Modelo de gestión del cambio de Kotter⁵⁰⁷ Modelo GIDi⁵⁰⁸ modificado (ver Figura 4.12) Utilización de los principios metodológicos de la TFD

Tabla 5.5. Verificación del cumplimiento metodológico y científico del proceso diseño de la investigación (pp. 21-28)

Según lo presentado en el Capítulo 1 de esta tesis, las preguntas de la investigación corresponden a:

- ¿PORQUÉ las empresas constructoras innovan?

⁵⁰⁴ AENOR (2006) “UNE 166002:2006. Gestión de la I+D+i: requisitos del sistema de gestión de la I+D+i”. Ed. AENOR, Madrid.

⁵⁰⁵ Club Excelencia en Gestión (2006) “Marco de referencia de innovación”. Ed. COTEC, Madrid.

⁵⁰⁶ Lewin K. (1951) “Field theory in social science”. Harper & Row, Nueva York.

⁵⁰⁷ Kotter J. (1995) “Leading change: why transformation efforts fail”. Harvard Business Review, 73(2), pp. 59-67.

⁵⁰⁸ Correa C., Yepes V., Pellicer E. (2007) “Factores determinantes y propuesta para la gestión de la innovación en las empresas constructoras”. Revista Ingeniería de Construcción, 22 (1), pp. 5-14.

- ¿QUÉ aspectos son los más relevantes para la confección de un sistema de I+D+i?
- ¿CÓMO implantar un sistema de I+D+i en las empresas constructoras?

Las hipótesis o afirmaciones son el resultado del análisis bibliográfico, así como, del estudio de las fuentes de evidencias recopiladas. Estas se desarrollan en el capítulo 7: “Resultados del análisis: proposiciones”.

La unidad de análisis es el área de construcción de la empresa seleccionada. Los eventos y procesos investigados tuvieron lugar entre Noviembre de 2005 y Octubre de 2008. Como se ha dicho anteriormente, la vinculación de los datos de las fuentes de evidencias con las proposiciones y los criterios para la interpretación de los datos están basados en la generalización analítica. Existe un marco teórico explicativo del fenómeno con elementos del caso de estudio que permiten demostrar las proposiciones.

Las siguientes etapas corresponden a la preparación y diseño del proceso de obtención de datos, la recolección de datos, el análisis e interpretación de datos y la redacción del informe final.

5.4.3 Preparación para la obtención de datos

De acuerdo con Yin (p. 57), una vez que el diseño de la investigación del caso ha terminado, hay que preparar la obtención de datos. Esta preparación considera (p. 62): la formación y el entrenamiento del investigador; la confección de un protocolo; y la realización de un estudio piloto. Una mayor preparación del investigador asegura el desarrollo de las capacidades necesarias para conducir la investigación. El protocolo sirve de guía y agenda para la investigación. El caso piloto se utiliza para comprobar, y en su caso, depurar la planificación de la recogida de datos y procedimientos a seguir.

Las directrices y recomendaciones provenientes de la bibliografía referente a casos de estudio se siguieron a lo largo de esta investigación para asegurar su éxito. Los instrumentos utilizados y los procedimientos seguidos en la recolección de datos (protocolo), así como la técnica utilizada para su análisis se explican en los siguientes subcapítulos. En nuestra investigación no existe un caso piloto por ser este el primero de su clase.

Objetivos	Procedimientos/Técnicas/Herramientas
<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar al investigador en el proceso de recolección de datos 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento de las directrices y recomendaciones de la bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> • Establecer los procedimientos de campo 	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de registro de reuniones • Seguimiento de las directrices y recomendaciones de la bibliografía sobre: <ul style="list-style-type: none"> ○ Observación participante ○ Entrevistas
<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de un caso piloto 	<ul style="list-style-type: none"> • No es posible por ser un caso único al momento del inicio de esta investigación

Tabla 5.6. Verificación del cumplimiento metodológico y científico del proceso de preparación para la obtención de datos (pp. 57-81)

5.4.4 Recolección de datos

Las fuentes de información proporcionan evidencia sobre: el desempeño en innovación de la unidad investigada en los últimos años; los aspectos considerados en el diseño del sistema de innovación de la empresa; y los elementos que describen el proceso de cambio organizativo de la unidad investigada. Todas las evidencias fueron digitalizadas y almacenadas dentro de la bases de datos creada por el programa ATLAS.ti.

La recogida de datos de diferentes fuentes consideró tres principios que ayudan a incrementar sustancialmente la calidad y a construir la validez y fiabilidad del caso (p. 90). Estos son: a) el uso de múltiples fuentes de información para obtener la triangulación; b) la construcción de una base de datos donde se recojan las evidencias; y c) la creación de una cadena de evidencias.

La triangulación consiste en obtener evidencias de más de una fuente que converjan sobre los mismos hechos, es decir, recoger múltiples medidas sobre un mismo fenómeno (ver Figura 5.2). Según Patton⁵⁰⁹ existen, al menos, tres tipos de triangulación según se refiere a los datos, a las teorías o a las técnicas. Se utiliza esta técnica como principio que aporta racionalidad y ayuda a conseguir la validez a la investigación. La construcción de una base de datos donde se recojan las evidencias permite que otro investigador pueda repetir el estudio de caso llegando a las mismas conclusiones (fiabilidad). La creación de una cadena de evidencias consiste en explicitar las relaciones entre las cuestiones preguntadas, los datos obtenidos y las conclusiones. Según Yin, el principio consiste en imaginar a un observador externo (el lector del caso), que siguiendo las derivaciones de cada evidencia desde las cuestiones iniciales obtenidas debe poder reconstruir los pasos en ambas direcciones (pp. 105-106).

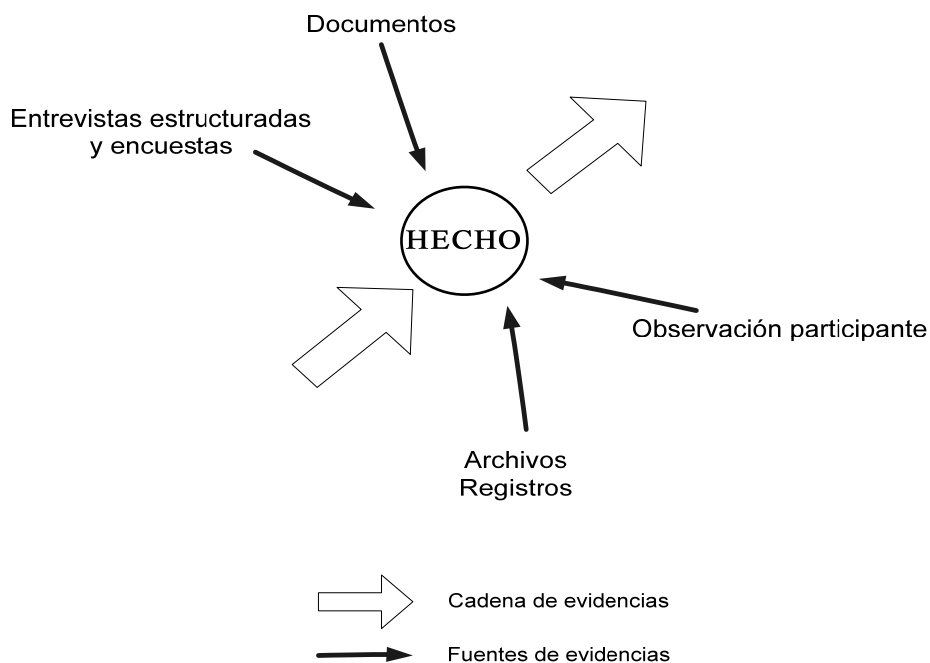


Figura 5.2. Convergencia de múltiples fuentes de evidencia: triangulación
(Fuente: elaborado a partir de Yin, p. 97)

⁵⁰⁹ Patton M. (1987) "How to use qualitative methods in evaluation". Sage Publications, Londres.

La principal fuente de evidencia para este caso de estudio proviene de la observación participante del proceso de formulación e implantación del sistema de I+D+i. En la observación participante, el investigador obtiene información integrándose en el grupo estudiado. De acuerdo con Ferrado y Sanmartín⁵¹⁰, para que la observación tenga carácter científico debe reunir tres requisitos:

1. Ser constante (repetir actos orientados a la observación).
2. Estar controlada (refinamiento planificado de las observaciones por medio de técnicas especialmente desarrolladas para ello).
3. Estar contextualizada teóricamente (haber desarrollado previamente teorías a la luz de las cuales interpretar la realidad observada).

Para cumplir con estos requerimientos, durante el tiempo que tuvo lugar esta investigación se asistió a todas las reuniones de trabajo del grupo responsable de la formulación e implantación de este sistema. De igual forma, se registraron las actividades de difusión del sistema y formación del personal. Para el registro de estas actividades se utilizó el acta de reunión. En este documento se registraron: el orden de día, los puntos tratados, la documentación relevante, los problemas detectados y sus soluciones, las acciones a realizar y sus responsables y, finalmente, ideas relevantes y observaciones. El estudio de estos documentos ha permitido conocer con profundidad el proceso de análisis de la empresa en I+D+i y de diseño e implantación del sistema de I+D+i, así como su impacto en la organización.

Una segunda fuente de información correspondió a la documentación interna y externa de la empresa. La empresa ha facilitado el acceso a documentación propia: informes sobre análisis de competitividad tecnológica en I+D+i; documentos referentes a la estrategia general de la empresa; manual de los sistemas de gestión de la calidad, gestión del medio ambiente y gestión de la I+D+i; informes de los proyectos de innovación en proceso y acreditados según la Norma UNE 166001; actas de reunión del Comité de I+D+i; revistas y boletines internos; y otras publicaciones. El análisis de esta información ha permitido conocer en profundidad el desempeño de la organización en innovación y el cambio que ha significado la normalización de la innovación en los procesos proyectuales y empresariales. La documentación externa se refiere a estudios y análisis del sector de actividad de la empresa, declaraciones en prensa de los directivos y artículos en medios de ámbito local y nacional sobre actividades de la empresa. Esta información ha permitido fijar el contexto específico de la organización, y confrontar alguna documentación interna a la luz de fuentes independientes. Además, se han consultado otros casos publicados sobre las empresas y otras organizaciones cercanas.

La tercera fuente de información, para completar y contrastar las evidencias de este estudio del caso proviene de: a) encuestas internas a directivos de la propia organización; b) encuestas internas a otros miembros de la organización; y c) encuestas externas a clientes y proveedores. Las encuestas han sido un método ampliamente utilizado, tanto en investigaciones cualitativas como cuantitativas. La encuestación consistió en una primera fase en la cual se identificó a los informantes clave dentro y fuera del área de construcción de la empresa. La siguiente fase consistió en entrar en contacto con los informantes para exponer el objeto de la encuesta y el motivo por el cual su participación podría ser de ayuda para la investigación. La tercera fase fue la realización de encuestas estructuradas para cada tipo de informante: empleados, directivos, clientes y proveedores. Las encuestas internas fueron orientadas a comprender el proceso de formulación del sistema de I+D+i y del cambio dentro de la organización. Las

⁵¹⁰ Ferrado G., Sanmartín R. (1986) “La observación científica y la obtención de datos sociológicos”. Ed. Alianza Universidad, Madrid.

encuestas a los directivos de la empresa fueron tomadas en diferentes fases del proceso de implantación del sistema con el fin de evaluar la evolución de su comprensión de la innovación y su gestión. Las encuestas externas tienen por objetivo medir la percepción de los clientes y proveedores de la actividad innovadora de la empresa y evaluar el trabajo conjunto en I+D+i. Finalmente, se realizó un informe sobre el resultado de las encuestas.

Objetivos	Procedimientos/Técnicas/Herramientas
<ul style="list-style-type: none"> Recoger múltiples evidencias de los hechos (triangulación) 	<ul style="list-style-type: none"> Observación participante (acta de reuniones) Documentación interna y externa Encuestas internas y externas
<ul style="list-style-type: none"> Elaborar una base de datos 	<ul style="list-style-type: none"> Todas las evidencias (actas, documentos y encuestas) fueron almacenados en la bases de datos de ATLAS.ti
<ul style="list-style-type: none"> Establecer la cadena de evidencias 	<ul style="list-style-type: none"> Referenciación en el informe del caso de estudio de los hechos y sus respectivas evidencias almacenadas en la bases de datos de ATLAS.ti

Tabla 5.7. Verificación del cumplimiento metodológico y científico del proceso de preparación para la recolección de datos (pp. 83-107)

5.4.5 Análisis de los datos

Para que los resultados del estudio de casos sean analíticamente generalizables es necesario que los datos obtenidos sean representativos de las variables que se quieren estudiar (validez). Esto se alcanza mediante la triangulación de los hechos, el establecimiento de las relaciones causales y la construcción de las inferencias correctas y más relevantes. Para ello, la metodología asumida (p. 116) recomienda la construcción de proposiciones o hipótesis explicativas del fenómeno objeto de estudio y que permitan comparar las proposiciones con los resultados del caso. Estas hipótesis nacen del estudio del arte llevado a cabo en la etapa anterior.

El análisis sistemático de los datos recopilados se realizó con los principios metodológicos de la teoría fundamentada de datos. Esta técnica se basa en el método de comparación constante y el muestreo teórico. A través de la comparación constante el investigador recoge, codifica y analiza los datos de forma simultánea para generar una teoría. En nuestro caso, el investigador va y viene desde la teoría a los datos y viceversa para crear los conceptos y categorías que permitan descubrir las relaciones entre ellos y, de esta forma, encontrar evidencias decisivas a las proposiciones o hipótesis planteadas y construir explicaciones. Con respecto al muestreo teórico o las razones para la selección del caso de estudio, estas han sido explicadas en el punto 5.3 y, básicamente, yacen en el potencial del caso de estudio para ayudar a refinar los conceptos o teorías existentes en lo referente a la situación investigada y por ser el primero de su clase, al momento del inicio de esta investigación.

El primer paso del análisis consistió en la codificación de la información recolectada, asignando códigos a la información como criterio de catalogación. Es decir, codificar significa fragmentar la información disponible en trozos que posteriormente se agrupan porque comparten una misma idea. Recordemos que el estudio del estado del arte permitió la creación de códigos preliminares (pre-codificación). Estos códigos sirvieron para ordenar, clasificar y analizar la información recogida en campo. La lectura de la información de campo significó retocar, crear y eliminar códigos. El análisis de los datos permitió la creación de

diversos árboles de códigos en el que los códigos más generales se van desgranando en otros más precisos.

El siguiente paso consistió en la codificación axial. Se trata de encontrar las relaciones que existen entre los códigos que emergen de la primera fase de codificación. Para ello se procede a la creación de categorías y propiedades. Las categorías son códigos agrupados por su afinidad teórica. Las propiedades son atributos o propiedades pertenecientes a la categoría. Estas no son únicamente causas, sino que también pueden ser⁵¹¹: condiciones, consecuencias, dimensiones, tipos, procesos, etc. De esta manera se establecen conexiones y aparecen nuevos interrogantes.

De la codificación axial emergen los conceptos, categorías y propiedades que permiten explicar el fenómeno y responder a las proposiciones de este estudio. Finalmente, debemos volver a los datos de campo, almacenados en la base de datos de ATLAS.ti, para encontrar las pruebas que demuestren la validez de las proposiciones (véase la Figura 5.3).

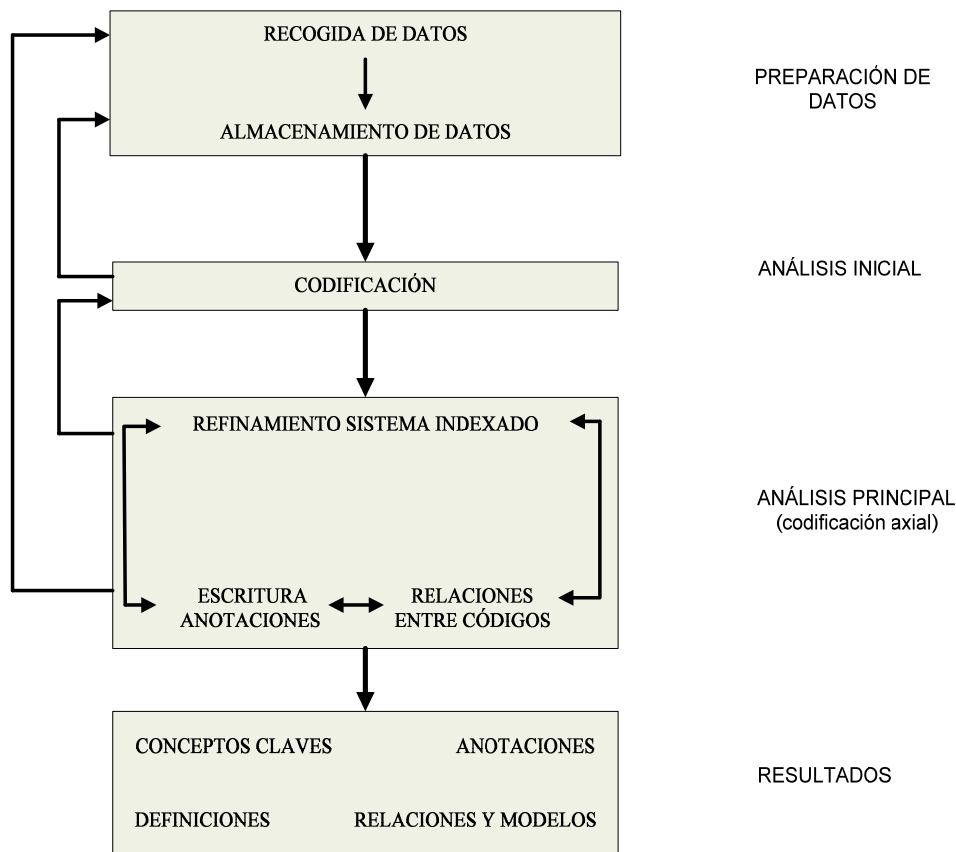


Figura 5.3. Proceso de análisis de datos
(Fuente: ATLAS.ti⁵¹²)

5.4.6 Resultados del caso de estudio

De la codificación de los datos se establecieron los conceptos, categorías y propiedades (p. 110) que permitieron:

⁵¹¹ Vallés M. (2003) "Técnicas cualitativas de investigación social". Síntesis Sociología, Madrid.

⁵¹² Muhr T. (2004) "User's manual for ATLAS.ti 5.0.2". Scientific Software Development, Berlín.

1. Encontrar las pruebas decisivas que afirmen o niegen las proposiciones planteadas al inicio de esta investigación.
2. Verificar la existencia de explicaciones alternativas plausibles.
3. Generar nuevas proposiciones explicativas del fenómeno en estudio (“explanation-building”).
4. Explicar las relaciones entre las preguntas o proposiciones planteadas, los datos y las conclusiones obtenidas.
5. Finalmente, responder al problema planteado al inicio de esta investigación.

Con los resultados del caso se confeccionó un borrador con las proposiciones finales del estudio. Del borrador, se elaboró un cuestionario para la validación externa de los resultados por medio de una entrevista a los directores de innovación de las empresas constructoras cuyo sistema de I+D+i se encuentra certificado a la fecha de diciembre de 2007. Es decir, se busca verificar la generalidad de los resultados del caso de estudio por medio del análisis de las respuestas de los directivos. Por lo tanto, los aspectos básicos considerados en la entrevista están directamente relacionados con las preguntas de la investigación.

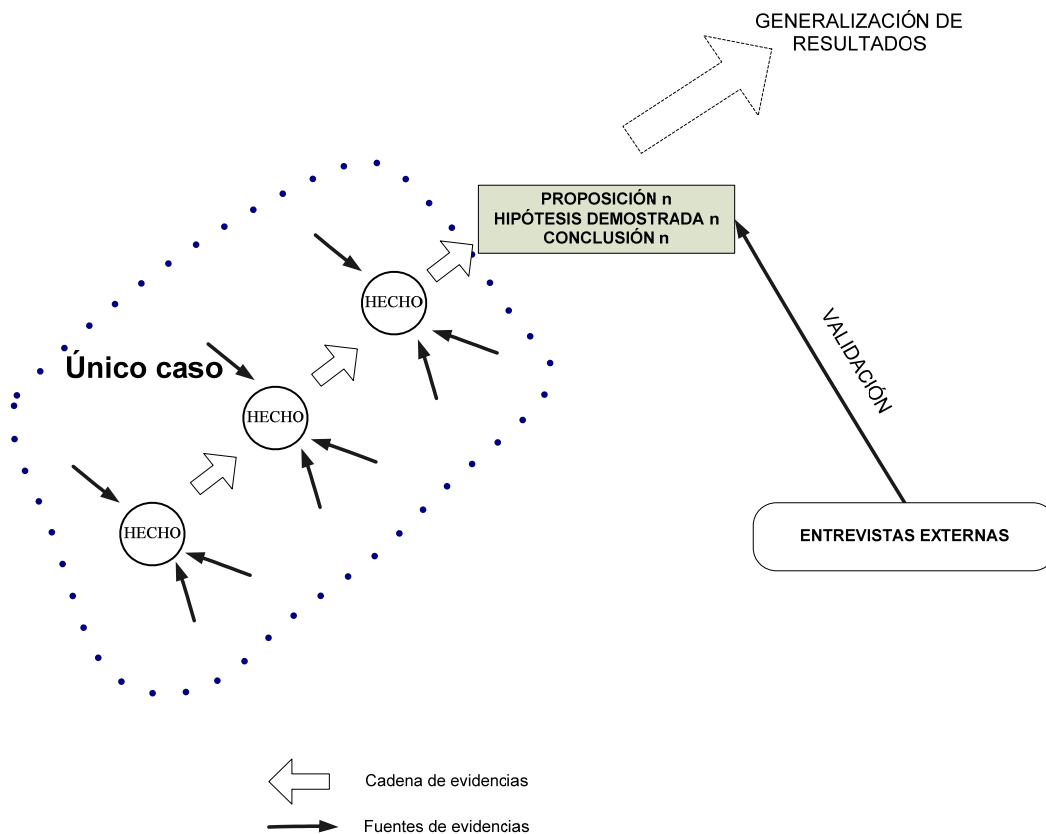


Figura 5.4. Validación externa del caso de estudio
(Fuente: elaborado a partir de Yin)

La entrevista constó de tres bloques y no sobrepasó los 120 minutos de duración. El primero, pretende caracterizar la empresa según los rasgos identificados en la Tabla 5.1: empleados, cifras de negocio, recursos propios y delegaciones. El segundo, busca determinar los factores relevantes a ser considerados para el diseño del sistema de I+D+i competitivo y acreditable

por la norma UNE 166002. El tercer bloque, se dirige a conocer el proceso de implantación del sistema de I+D+i en la empresa y sus barreras. Finalmente, las respuestas de los directivos fueron analizadas siguiendo el procedimiento metodológico establecido por la TFD.

Con los resultados del análisis de las entrevistas a los responsables de I+D+i de las empresas certificadas se elaboraron las proposiciones finales de este estudio, las cuales se explican en el capítulo 7 de esta tesis.

Objetivos	Procedimientos/Técnicas/Herramientas
<ul style="list-style-type: none"> Validación interna 	<ul style="list-style-type: none"> Con la metodología establecida por TFD se analizan los datos en busca de evidencias que: <ul style="list-style-type: none"> Acepten o rechacen decisivamente las proposiciones iniciales Sostengan de forma concluyente proposiciones alternativas o rivales
<ul style="list-style-type: none"> Validación externa 	<ul style="list-style-type: none"> Entrevista a los responsables de I+D+i de las empresas certificadas sobre los resultados o proposiciones teóricas del caso de estudio

Tabla 5.8. Verificación del cumplimiento metodológico y científico del proceso preparación para la validación de datos (pp. 36-37)

5.4.7 Informe final.

Yin (p. 127) señala la metodología para la preparación del informe final. Esta tesis sirve como informe de un caso de estudio. Para finalizar con este informe, en los siguientes capítulos se presenta el análisis de los datos, los resultados obtenidos y finalmente, las conclusiones.

5.5 CALIDAD METODOLÓGICA Y CIENTÍFICA DEL ESTUDIO DE CASO

Aunque es importante seguir los procedimientos indicados anteriormente; existen cuatro criterios para evaluar la calidad real de una investigación. De acuerdo con Yin estos son:

1. **Validez de las construcciones conceptuales:** implica operacionalizar las métricas que se utilizarán durante el estudio para inferir las construcciones conceptuales que les dieron origen. Yin (p. 34) sugiere diversas tácticas para aumentar la validez de las construcciones conceptuales: múltiples fuentes de información, cadena de evidencias y revisión del borrador del caso de estudio por otros (investigadores, colegas e informantes). Las dos primeras se aplicaron durante la recolección de datos: utilizar múltiples fuentes de evidencia (observación directa, encuestas y documentación) y establecer una cadena de evidencias. La tercera se aplicó durante la preparación de la tesis: hacer que el borrador del caso lo revisen el director de I+D+i de la empresa y los miembros del equipo de investigación.
2. **Validez interna:** es la lógica de la causalidad de un estudio cualitativo, y esta vinculado con la verdad de las inferencias que se realizan para determinar las causas de los fenómenos. Yin (p. 110) dice que una forma de incrementar la validez es contrastando lo que predice la teoría con la realidad observada (“pattern-matching”); otra alternativa es construir explicaciones del fenómeno en estudio (“explanation-building”). Esta investigación hace uso de ambas metodologías para el análisis de los datos. Para determinar QUÉ aspectos son relevantes en el diseño de un sistema de gestión I+D+i competitivo bajo los requisitos de la norma UNE 166002 “Gestión de la I+D+i” se

comparan los aspectos fundamentales establecidos por los modelos de gestión de la innovación existente con los encontrados en el modelo implantado por la empresa. Para responder a las preguntas CÓMO la normalización ha potenciado la innovación en las empresas constructoras españolas y QUÉ impacto ha tenido la implantación del sistema propuesto en la organización, se construyen explicaciones a los resultados obtenidos del estudio del caso.

3. **Validez externa:** se refiere a la capacidad de generalización que ofrecen los resultados investigados⁵¹³. Esto es posible a través de lógica analítica. La representatividad implica que el caso es apropiado para el tipo de discusión teórica que se quiere dilucidar con su análisis (p. 37). Las conclusiones no se pueden extrapolar a un universo, sino al conjunto de teorías a las que el caso se dirige.
4. **Confiabilidad:** es el grado en que diferentes investigadores que recolectan datos similares de campo y efectúan los mismos análisis, generan resultados equivalentes. Yin (pp. 37-39) recomienda establecer el protocolo del caso y una base de datos con el material recopilado. Es decir, especificar los pasos seguidos en su elaboración, de tal manera que pudiera responder de todos los detalles ante un hipotético auditor que requiera su justificación.

Criterios de calidad	Táctica empleada	Etapas de investigación
Validez de las construcciones conceptuales	<ul style="list-style-type: none"> • Definición en el marco teórico de todos los aspectos analizados • Triangulación de datos • Mantenimiento de la cadena de obtención de evidencias 	Recolección de datos
Validez interna	<ul style="list-style-type: none"> • Ajuste a patrones de casualidad entre las variables • Construcciones de explicaciones 	Análisis de datos
Validez externa	<ul style="list-style-type: none"> • Generalización analítica 	Diseño de la investigación
Confiabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño y seguimiento del protocolo 	Diseño de la investigación y recolección de datos

Tabla 5.9. Verificación de la calidad metodológica y científica del caso de estudio (pp. 34-39)

⁵¹³ Coller X. (2005) “Estudio de casos”. Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid.

UNIDAD DE ANÁLISIS

6	UNIDAD DE ANÁLISIS	165
6.1	INTRODUCCIÓN	165
6.2	LA EMPRESA.....	169
6.2.1	Historia.....	169
6.2.2	Ámbito geográfico	169
6.2.3	Estrategia.....	169
6.2.4	Organización	169
6.2.5	Áreas de Negocio Corporativo.....	170
6.2.6	Área de Construcción: LAMBDA-Constructora	172
6.2.7	Facturación.....	177
6.3	ANÁLISIS DE LA I+D+i EN LA EMPRESA.....	178
6.3.1	Análisis estratégico de la empresa en I+D+i.....	178
6.3.2	Capacidades organizativas	181
6.3.3	El entorno o contexto exterior de la empresa.....	181
6.4	PROPUESTAS DE LÍNEAS DE ACTUACIÓN	182
6.5	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE I+D+i....	184
6.5.1	Diseño del sistema de gestión de I+D+i	184
6.5.2	Implantación del sistema de I+D+i: La gestión del cambio.	200
6.6	SALIDAS DEL SISTEMA DE I+D+i.....	205
6.7	ENCUESTAS DE VALIDACIÓN INTERNA DEL SISTEMA DE I+D+i	208
6.8	LISTADO DE FUENTES DE INFORMACIÓN ESPECÍFICAS	213

6 UNIDAD DE ANÁLISIS

6.1 INTRODUCCIÓN

En los capítulos 2, 3 y 4 se plantea el estado del arte de la gestión de la innovación en las constructoras. Es utilizado en la unidad de análisis como marco de referencia para el diseño e implantación del sistema de gestión de la I+D+i y en la elaboración de los primeros proyectos. Asimismo, durante el proceso de implantación del sistema, se recogen múltiples datos para demostrar la validez del marco teórico planteado. Así pues, en este apartado se describe:

1. El sistema propuesto a la empresa.
2. El proceso seguido para su implantación.
3. Los resultados del sistema durante esta investigación.
4. El impacto del sistema en la organización.

En nuestro caso la unidad de análisis corresponde a una constructora española de tamaño mediano/grande, con las características indicadas en la tabla 6.1. A efectos del presente trabajo y por razones de confidencialidad, a la empresa se le denominará LAMBDA-Constructora. Los motivos que justifican esta confidencialidad son:

1. Evitar que competidores directos la identifiquen.
2. Mantener en reserva algunos aspectos claves de su sistema de gestión.
3. Asegurar que el lector valore los datos cuantitativos entregados y no otros aspectos.

Líneas de negocio claves	Cifras promedio (Año 2006)			
	Nº de empleados	Cifras de negocio (euros)	Recursos propios	Nº de delegaciones
Obra Civil y Edificación	360	410 millones	90 millones	8

Tabla 6.1. Características principales de la empresa seleccionada
(Fuente: elaboración propia a partir de datos suministrados por la empresa)

Este capítulo consta de seis apartados relacionados entre ellos, tal y como se muestra en la Figura 6.1. El primero de ellos facilita datos referentes a la empresa que incluye información sobre su historia, áreas de negocios, proceso de producción, organización, etc. Continuamos con el análisis de los factores determinantes en el desempeño del sistema de I+D+i de la empresa⁵¹⁴; para ello, se estudia la estrategia, las capacidades organizativas y el entorno externo de LAMBDA-Constructora. Del análisis de estos factores emergen las actuaciones que debe llevar a cabo la dirección de la empresa para incrementar el rendimiento en I+D+i. Las principales actuaciones propuestas corresponden a: desarrollo e implementación de un sistema de I+D+i; desarrollo de proyectos de I+D+i y su certificación; y la mejora de la imagen en innovación de la empresa. Del sistema surgen una serie de salidas, descritas en el apartado 6.6 “Salidas del sistema de I+D+i”. Finalizamos, con el análisis de las encuestas realizadas durante la ejecución de cada una de las fases de esta investigación. Con ellas, se pretende: conocer el estado de la innovación en sector de la construcción; identificar la evolución en la percepción de la I+D+i de los directivos de LAMBDA-Constructora; determinar la situación en I+D+i de la organización durante el proceso de implantación; y, para terminar, validar las proposiciones elaboradas del análisis de los datos provenientes de

⁵¹⁴ Ver epígrafe 4.4.

esta unidad de análisis (epígrafe 6.6 “Encuestas de validación interna del sistema de I+D+i”). La encuesta de validación propiamente dicha se expone en el capítulo 7.

Como ya se ha dicho anteriormente, el gobierno español ha decidido primar la innovación tecnológica en los concursos licitados por la administración centra. La justificación puede realizarse mediante la acreditación según la serie de normas UNE 166000. Su objetivo es facilitar la sistematización de los proyectos de I+D+i y mejorar su gestión, así como servir de apoyo básico para la definición, documentación y desarrollo de los proyectos.

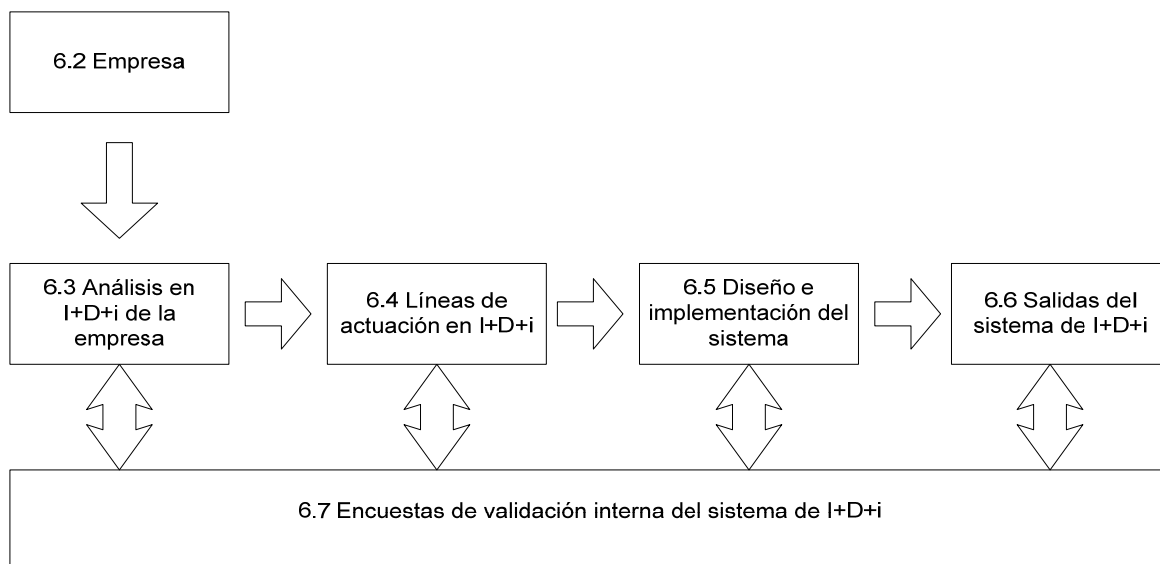


Figura 6.1. Modelo de análisis en I+D+i de la empresa

Es lógico suponer que las administraciones públicas incentiven la innovación tecnológica teniendo en cuenta una serie de factores, entre los que podemos mencionar: proyectos de I+D+i certificados según la UNE 166001; patentes registradas; proyectos de I+D+i no certificados pero desarrollados, o en fase de desarrollo, con organismos públicos dedicados a la I+D+i (las universidades, principalmente); proyectos de I+D+i no certificados pero desarrollados, o en fase de desarrollo, con organismos privados; y artículos en revistas o congresos, libros, monografías, etc. También parece claro que las administraciones tendrán en cuenta si una empresa dispone de certificación según la norma UNE 166002 dado que, de este modo, aseguraría la aplicación de procedimientos normalizados (y certificados por un tercero) a todos los proyectos de innovación que se llevan a cabo en la empresa.

En este contexto de renovación en el que cualquier empresa constructora debe adaptarse para no quedar fuera del mercado, el Área de Construcción de LAMBDA, S.A. (en adelante LAMBDA-Constructora), representado por su Director, y la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) firmaron un convenio de colaboración que permitiera a la empresa amoldarse al nuevo escenario. De este modo, LAMBDA expresa una intención clara y manifiesta de mejorar y avanzar en la I+D+i aplicada a la construcción, demostrando sus intenciones futuras y contando con asesoramiento permanente para documentar sus innovaciones. Este convenio recibe el nombre de “Análisis estratégico de la competitividad tecnológica en I+D+i de la Empresa LAMBDA, S.A., mediante el estudio de sus necesidades y sus posibilidades, y asistencia continua en la definición y desarrollos de proyectos de I+D+i”. Contempló un período de 3 años: desde el 1 de Noviembre de 2005 hasta el 31 de Octubre de 2008.

Para cumplir con el objetivo principal del convenio, que corresponde al desarrollo e implantación de un sistema de I+D+i, se fijaron cuatro objetivos secundarios y cuatro líneas de acción. Estos objetivos secundarios son:

1. Obtener una radiografía del estado de la empresa con respecto a las exigencias de la administración pública y al resto de competidores (sobre todo las grandes constructoras) en el campo de la I+D+i. Para ello, se analizó el estado del arte en I+D+i, aplicado a España y a las PYMEs, así como del “benchmarking” aplicado a la construcción.
2. Asistir continuamente en la detección, documentación, y desarrollo de los proyectos de I+D+i de la empresa, según la norma UNE 166001.
3. Establecer una metodología y una estructura organizativa que permita obtener un adecuado rendimiento en innovación de la empresa, todo ello, basado en las especificaciones de la norma UNE 166002 y el sistema de gestión de calidad implantado actualmente, siguiendo las prescripciones de las ISO 9000.
4. Organizar sesiones formativas a medida, a impartir en la empresa, centradas en la concienciación sobre la importancia de las innovaciones incrementales (las que normalmente se producen en las obras), la aplicación de una metodología establecida y la implantación de “lo innovado” en la cultura empresarial.

Estos objetivos se concretan a través de las siguientes líneas de actuación (ver Figura 6.2):

1. **Análisis de la empresa:** En esta fase se estudió la estrategia de la empresa, las capacidades organizativas para innovar y el entorno de negocio, en el cual, ésta se desenvuelve (objetivo 1). De esta forma se obtuvieron una serie de propuestas de actuación que guiaron las siguientes fases.
2. **Detección y certificación de proyectos de I+D+i aislados:** Se inicia con la búsqueda dentro de la empresa de innovaciones ya realizadas o en ejecución, pero no documentadas. De esta manera, aquellas innovaciones realizadas se documentan y certifican con la norma UNE 166001, y los proyectos de innovación en ejecución son encauzados dentro del sistema de I+D+i (objetivo 2).
3. **Desarrollo de un sistema de I+D+i:** Corresponde a la determinación del sistema de I+D+i (procesos, procedimientos, recursos, estructura organizativa, etc.) bajo el cual la empresa se certifica según la norma UNE 166002. Para ello, fue necesario responder a las siguientes preguntas: ¿qué es innovación?, ¿qué estrategia utilizamos para innovar?, ¿cuál es su proceso?, ¿qué actividades deben sustentar el sistema de gestión de la innovación a implantar? y ¿cuáles son los requisitos de la norma UNE 166002 al respecto? (objetivo 3).
4. **Implantación del sistema de I+D+i:** Siguiendo lo planteado por los principios de la gestión del cambio se persigue el uso permanente del sistema por todos los miembros de la organización (objetivo 3 y 4). Para ello, se establecieron tres etapas:
 - a. Difusión.
 - b. Proceso de certificación.
 - c. Funcionamiento del sistema.

Las etapas a, b y c corresponden a las fases “descongelar”, “moverse o cambiar” y “recongelar” del modelo de Lewin^{515,516}.

⁵¹⁵ Lewin K. (1951) “Field theory in social science”. Harper & Row, Nueva York.

⁵¹⁶ Este modelo es explicado en el epígrafe 2.8.4 “El proceso de implantación del cambio”.

6.2 LA EMPRESA

6.2.1 Historia

LAMBDA fue fundada en la década de los años 50. Desde los albores de su creación, la empresa ha mantenido una firme política de calidad y servicio en todas sus obras, la cual le ha conferido una merecedora reputación y, además, la capacidad de ampliar su ámbito de operaciones. Actualmente es un grupo diversificado, con prioridad en actividades de construcción, inmobiliarias y de gestión medioambiental, decantando su interés en nuevos desarrollos relacionados con dichas actividades.

6.2.2 Ámbito geográfico

La presencia de la empresa se extiende por la Comunidad Valenciana y provincias limítrofes, así como Madrid.

6.2.3 Estrategia

Según el Manual de Formación de LAMBDA, la misión o razón de ser de la empresa es:

- “Ser un grupo diversificado con prioridad de actividades en la construcción, inmobiliarias y de gestión medioambiental, y especialmente interesado en nuevos desarrollos relacionados con dichas actividades”.
- “Mantener un crecimiento sostenido y rentable basado en nuestro alto nivel de calidad y servicio, para ser líderes en la Comunidad y un referente en todos los mercados en los que decidamos operar”.
- “Comprometernos con nuestros empleados, favoreciendo su desarrollo personal y profesional en un entorno de respeto y apoyo, para cumplir nuestra vocación de superar las expectativas de nuestros clientes”.

Los valores o principios compartidos que orientan los objetivos de acción de la organización son:

- Satisfacción del cliente.
- Orientación al logro.
- Espíritu de grupo.
- Adaptabilidad.
- Compromiso.
- Eficacia.

6.2.4 Organización

La Figura 6.3 describe el organigrama general de LAMBDA. Como puede observarse, la estructura adoptada pertenece al modelo lineo-funcional. Esta estructura es una mezcla del modelo jerárquico y funcional. Su fin es aprovechar las ventajas de estos modelos y evitar sus inconvenientes. La parte central de la estructura (Áreas de Negocios) se sustenta en el modelo jerárquico, pero, con el fin de apoyar estas áreas productivas existe una estructura de servicios generales (funciones), que incluye: prevención de riesgos laborales, gestión de recursos humanos, organización y sistema, etc.

En ella, se observa que el organigrama de LAMBDA esta constituido por:

1. **La Presidencia:** Compuesta por el organismo de gobierno de la empresa que es el Consejo de Administración. De ella depende el Área de Auditoría Interna y Calidad, cuya finalidad es dirigir las políticas de actuación en el ámbito de auditoría interna y la calidad del Grupo LAMBDA.
2. **Dirección General Corporativa:** Su misión es gestionar la estrategia corporativa de LAMBDA, según la política y procedimientos definidos por el Consejo de Administración. De esta dirección, dependen: la Dirección de Comunicación y Marketing; el Dpto. de Control de Gestión; el Dpto. de Relaciones Instituciones; y las Direcciones de Servicios y Negocios Corporativos.
3. **Dirección de Servicios Corporativos:** Su objetivo es gobernar la estrategia de los Servicios Corporativos para asegurar el correcto soporte a los negocios, garantizando su control y la aplicación de la cultura e identidad corporativa. De ella dependen: a) Área de Recursos Humanos; b) Área Jurídica; c) Área de Organización y Sistemas; d) Área Económico Financiera; y e) Dpto. Prevención de Riesgos Laborales.
4. **Dirección de Negocios Corporativos:** A ella pertenece LAMBDA-Constructora y su fin es dirigir la estrategia de los diferentes negocios corporativos, con el fin de alcanzar los objetivos establecidos.

6.2.5 Áreas de Negocio Corporativo

LAMBDA participa en numerosos proyectos empresariales y se ha diversificado en 6 áreas de negocio:

1. **Construcción:** Es responsable de la licitación, contratación y ejecución de obras y proyectos de la propia empresa, de organismos oficiales y de particulares.
2. **Urbanismo:** Se dedica a la gestión y urbanización de suelo, para convertirlos en solares edificables y dotaciones públicos, a través de programas de actuación integrada. El grupo ha desarrollado en las últimas décadas relevantes proyectos urbanísticos y promociones de viviendas.
3. **Inmobiliaria:** Se ocupa de la promoción de inmuebles en cualquiera de sus facetas.
4. **Medio Ambiente:** Se encarga de gestionar las actividades de servicios urbanos y medioambientales. Está área se ha especializado en: tratamiento y reutilización de los residuos sólidos urbanos; desarrollo proyectos con fines y carácter medioambiental; diseño y desarrollo de actividades relacionadas con la gestión de residuos; diseño, construcción y mantenimiento de jardines y espacios públicos; actuaciones forestales y producción en vivero y venta de planta.
5. **Materiales de Construcción:** Gestiona la producción de las principales materias primas aplicables a la construcción en todo su ciclo. Es decir, lleva a cabo el tratamiento de áridos arcillas, gravas, mezclas bituminosas y diversos materiales que forman parte de los procesos de construcción.
6. **Diversificación:** Abarca un amplio abanico de actividades cuyo denominador común son los negocios en los que se explotan concesiones públicas de una tipología muy diversa.

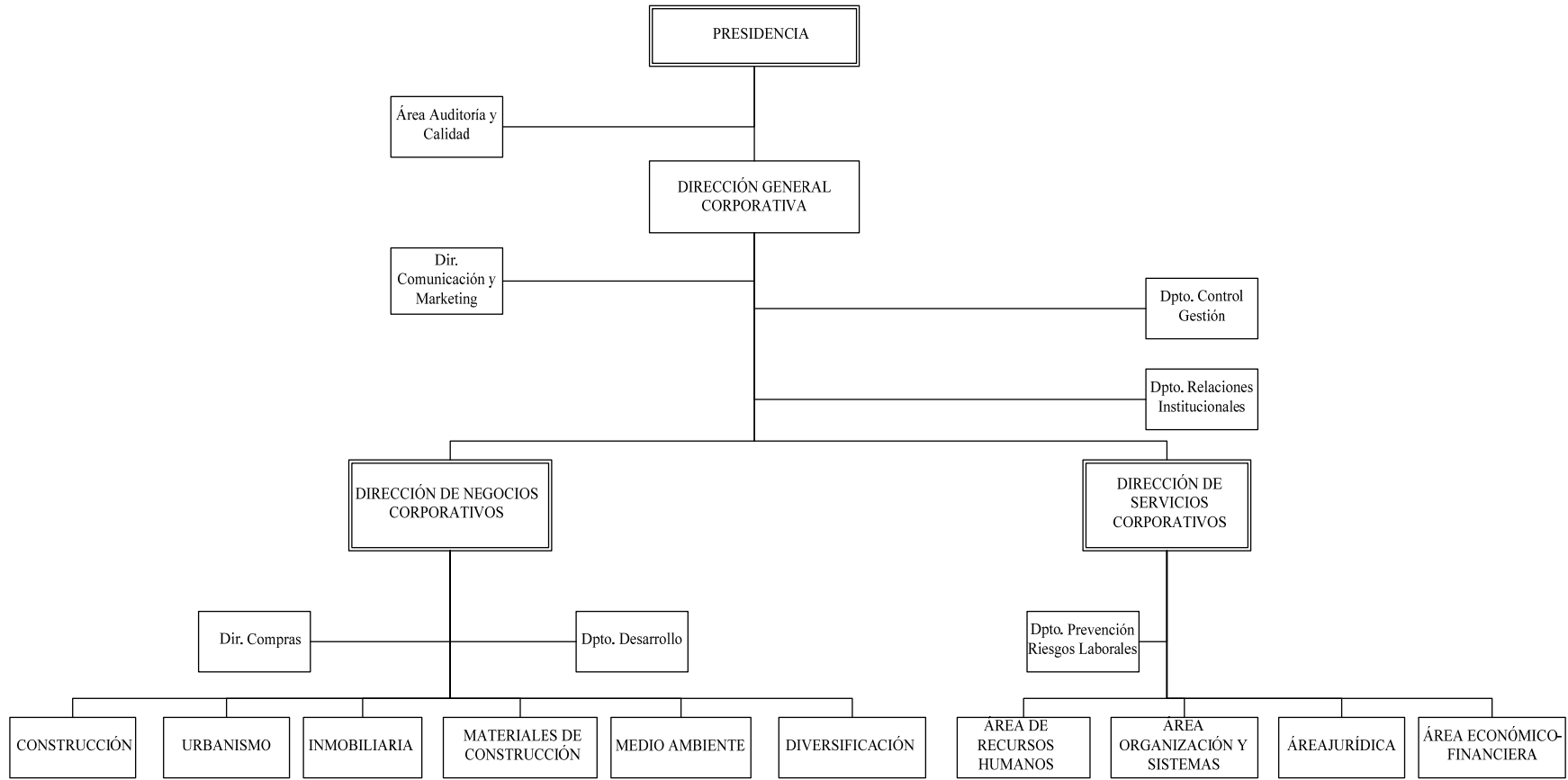


Figura 6.3. Organigrama general de la empresa

6.2.6 Área de Construcción: LAMBDA-Constructora

6.2.6.1 Organización

Como puede observarse en la Figura 6.4, el Área de Construcción pertenece a la Dirección de Negocios Corporativos de LAMBDA. Esta área de la empresa también presenta una estructura lineo-funcional. En ella existe una parte central (Construcción Zona-Centro y Construcción Zona-Levante) y la estructura de apoyo técnico y de servicios específicos (Licitación y Contratación, Control de Gestión, Relaciones Institucionales, etc.).

Es importante recordar que para este estudio LAMBDA-Constructora corresponde a la **unidad de análisis**.

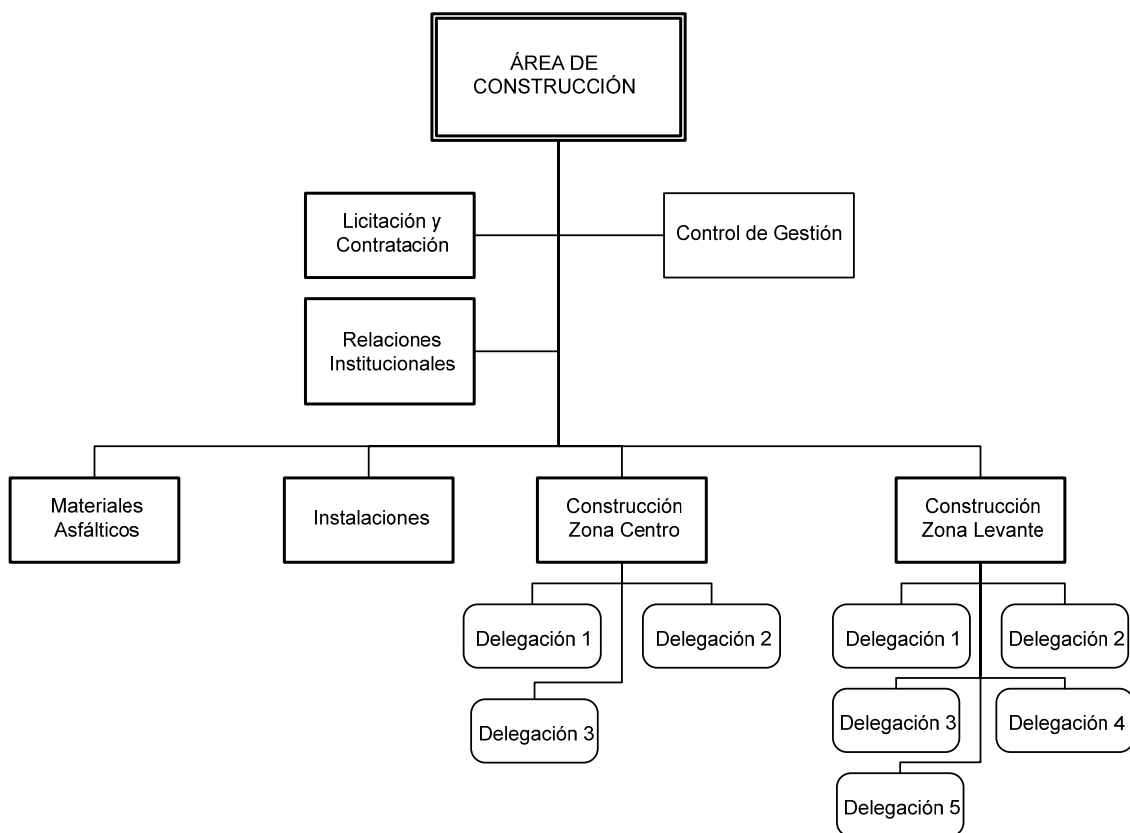


Figura 6.4. Organigrama del Área de Construcción

1. **Licitación y Contratación:** Su misión es dar el apoyo técnico necesarios a las delegaciones en el estudio y administración técnica de los proyectos de edificación y obra civil, además de la asesoría técnica que puedan requerir.
2. **Control de Gestión:** Coordina y supervisa las actividades de control de gestión de LAMBDA-Constructora, con el fin de suministrar la información económico-financiera y operativa acerca de la situación actual y futura de los negocios del área.
3. **Materiales Asfálticos:** Administra los recursos humanos, económicos y materiales relacionados con la fabricación y aplicación de materiales asfálticos en obras, tanto propias como ajenas. Por ello, esta unidad debe desarrollar los contactos comerciales necesarios para alcanzar los objetivos establecidos.
4. **Instalaciones:** Coordina y supervisa los proyectos y actividades de instalaciones.

5. **Construcción Zona Centro:** Su misión es dirigir los recursos humanos, económicos y materiales de las delegaciones comprendidas por esta zona (actualmente son 3).
6. **Construcción Zona Levante:** Dirige los recursos humanos, económicos y materiales de las delegaciones comprendidas por esta zona (actualmente son 5).

Cada Delegación (8 en total) se compone de: Dpto. de Obra Civil, Dpto. de Edificación y Dpto. de Topografía.

6.2.6.2 El proceso productivo de LAMBDA-Constructora

El proceso se inicia con el Departamento de Licitación y Contratación (ver Figura 6.5). Este departamento es responsable de participar en las licitaciones de obras generadas desde el sector público, semipúblico y privado. Para ello, se realiza la lectura diaria de la prensa, boletines oficiales de las diferentes provincias y comunidades autónomas y BOE, o bien, mediante invitación directa del organismo contratante. Las publicaciones que contienen obras de interés se entregan al Director General, quien decide si la obra se estudia o no, o delega la decisión al Director de Zona. Si se decide el estudio se procede a la cumplimentación del Expediente de Estudio de Obra Oficial en el Departamento de Licitación y Contratación, y al mismo tiempo se asigna un código correlativo. El estudio se debe elaborar de acuerdo a los criterios establecidos por el cliente en los pliegos de licitación.

Por otro lado, cuando el proyecto nace en el interior de la empresa, el departamento responsable del proyecto (por ejemplo: la inmobiliaria) debe elaborar un diseño básico y estudia los costes asociados a las obras con el apoyo de los otros departamentos de la empresa (Estudios, Producción, Edificación, Compras, etc.). Una vez acabado el estudio, lo entrega al Departamento de Licitación y Contratación para que se inicien los trámites administrativos internos habituales. Junto con el estudio debe entregar toda la información conseguida, así como, los plazos y fases de entrega contemplados para que posteriormente pueda ser utilizada por LAMBDA-Constructora para elaborar su oferta y plan de obra.

En ambos casos, los Gastos Generales y Beneficio Industrial a imputar por parte de LAMBDA-Constructora en sus ofertas serán los dictaminados por el Director. Asimismo, la aceptación y decisión de llevar a cabo el proyecto es tomada por él.

Una vez adjudicado el contrato se redacta la Hoja de Apertura de Expediente, en la cual, se indica el número de la obra, el importe de contratación, título, cliente, forma de pago y jefe de obra asignado. Además, dicha información debe ser enviada al Director General, Director de Licitación y Contratación, Director de Zona, jefe de obra, Control de Costes; Dpto. de Maquinaria y Contabilidad. Además, antes de iniciarse la obra, el Departamento de Calidad redacta el Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC) de la obra, el cual es revisado y aprobado por la Dirección de LAMBDA-Constructora y por el Jefe de Obra asignado. Una vez aprobado el PAC de obra queda en poder del jefe de obra. El jefe de obra y posteriormente el Delegado de Zona deben revisar el PAC, dejando constancia de los documentos que se han modificado desde la última revisión.

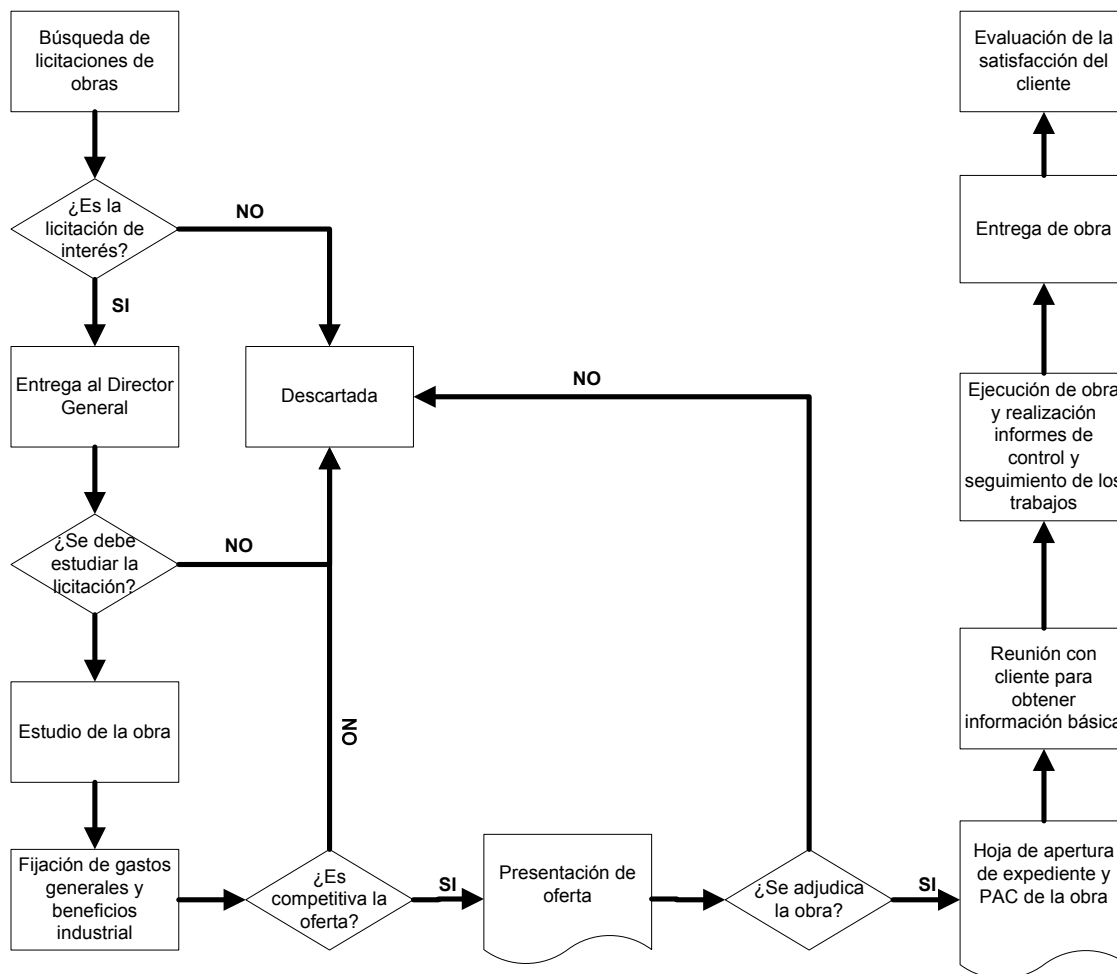


Figura 6.5. Proceso productivo de LAMBDA-Construcción

Por otro lado, cuando el proyecto nace en el interior de la empresa, el departamento responsable del proyecto (por ejemplo: la inmobiliaria) debe elaborar un diseño básico y estudia los costes asociados a las obras con el apoyo de los otros departamentos de la empresa (Estudios, Producción, Edificación, Compras, etc.). Una vez acabado el estudio, lo entrega al Departamento de Licitación y Contratación para que se inicien los trámites administrativos internos habituales. Junto con el estudio debe entregar toda la información conseguida, así como, los plazos y fases de entrega contemplados para que posteriormente pueda ser utilizada por LAMBDA-Constructora para elaborar su oferta y plan de obra.

En ambos casos, los Gastos Generales y Beneficio Industrial a imputar por parte de LAMBDA-Constructora en sus ofertas serán los dictaminados por el Director. Asimismo, la aceptación y decisión de llevar a cabo el proyecto es tomada por él.

Una vez adjudicado el contrato se redacta la Hoja de Apertura de Expediente, en la cual, se indica el número de la obra, el importe de contratación, título, cliente, forma de pago y jefe de obra asignado. Además, dicha información debe ser enviada al Director General, Director de Licitación y Contratación, Director de Zona, jefe de obra, Control de Costes; Dpto. de Maquinaria y Contabilidad. Además, antes de iniciarse la obra, el Departamento de Calidad redacta el Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC) de la obra, el cual es revisado y aprobado por la Dirección de LAMBDA-Constructora y por el Jefe de Obra asignado. Una vez aprobado el PAC de obra queda en poder del jefe de obra. El jefe de obra y

posteriormente el Delegado de Zona deben revisar el PAC, dejando constancia de los documentos que se han modificado desde la última revisión.

Desde el primer contacto con el cliente, el jefe de obra asignado solicita el envío de la información básica del proyecto aplicable:

1. Planos, croquis y esquemas.
2. Criterios y necesidades que se quieren cubrir en la realización del proyecto.
3. Requisitos específicos exigidos.
4. Personas que intervendrán como interlocutores por parte del cliente.

Tras el estudio de la documentación recibida y antes del comienzo de los trabajos del proyecto de construcción, el jefe de obra en colaboración con las diversas áreas de especialización de LAMBDA-Constructora elabora los criterios básicos a aplicar durante el desarrollo del proyecto.

Para el control de la obra, la constructora elabora el informe de avance del coste total final previsto de la obra y a mitad de obra debe facilitar el cierre del coste total final. Además, cada mes se presenta junto con la certificación un plan de situación real de la obra actualizado siempre con referencia al inicialmente aprobado. Cuando se detecta un retraso en los plazos previstos inicialmente a través de la revisión mensual del plan de obra, el mismo se analiza en las reuniones mensuales de producción. El responsable de la actividad retrasada asume las medidas correctoras acordadas para que en la próxima reunión se confirme el correcto funcionamiento de dichas medidas y no sea necesario modificar los plazos finales del cliente.

Los costes motivados por incumplimiento del plazo final son indicados por el departamento afectado y la Dirección imputa los mismos al responsable de los trabajos. Si el plazo se prorrogara por causas ajenas a la constructora se imputan a los costes indirectos complementarios.

Finalmente, una vez entregado la obra al cliente, el Director de Calidad define el Cuestionario de Evaluación de Satisfacción del Cliente donde se recoge todas aquellas preguntas que se consideren necesarias para determinar el grado de satisfacción del cliente. Estas preguntas se refieren fundamentalmente a aspectos físicos y de calidad del producto entregado. Este cuestionario se entrega junto con el PAC.

6.2.6.3 Los sistemas de gestión de LAMBDA-Constructora

La empresa cuenta con cuatro sistemas de gestión que trabajan en conjunto para cumplir con los objetivos. Estos son:

1. **Sistema de Gestión del Desempeño:** Su función es orientar a todos los profesionales hacia los objetivos y valores de la empresa. Para ello, LAMBDA-Constructora establece para cada puesto de trabajo un código de identificación, dependencia jerárquica, personal dependiente, funciones, acción o actividad que debe realizar, responsabilidades, conocimiento y experiencia requerida, competencias, etc. Cada cierto tiempo, la empresa puede evaluar la eficiencia y eficacia del trabajo ejecutado por las personas de la unidad y la unidad, en su conjunto, para el cumplimiento de los objetivos de la empresa.
2. **Sistema de Calidad:** LAMBDA-Constructora se encuentra certificada por la ISO 9001 desde 1996 (certificado ER-0319/1996). El Sistema de Calidad está soportado por una base documental constituida por un Manual de Gestión de la Calidad, el cual, contiene dos partes perfectamente diferenciadas: Manual de Calidad y Documentos de Control de la

Ejecución. El Manual define la estructura de responsabilidades, actividades, recursos y procedimientos genéricos de la organización para llevar a cabo la gestión del sistema. Los Documentos de Ejecución contienen los procedimientos según el alcance de los requisitos establecidos en la norma que se aplican a las actividades que desempeña la empresa. Así, los documentos de ejecución son: Instrucciones de Trabajo, Registros y Procedimientos Operativos.

3. **Sistema de Prevención de Riesgos Laborales.** Certificado por la Norma OHSAS 18001:2007 (certificado SST-0038/2006). El modelo de gestión empresarial adoptado por LAMBDA, es el denominado como Seguridad Integrada, es decir, el resultante de considerar, de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de los Servicios de Prevención, que la Seguridad, la Higiene, la Prevención de Riesgos y el Control de la Calidad Total. Son tareas directivas a realizar por las diferentes líneas de mando habituales y que incluyen, desde la alta dirección hasta jefes de equipo, capataces, así como los responsables técnicos de las empresas subcontratadas. Por consiguiente, las tareas de prevención de riesgo se configuran mediante la asignación de funciones y responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales en los distintos niveles de la dirección. Todas las acciones a desarrollar por la empresa para la prevención de riesgos laborales son reguladas por su respectivo Manual.
4. **Sistema de Gestión Ambiental:** LAMBDA se encuentra certificada por la ISO 14001 desde el 2003 (certificado GA-2003/0228). El objetivo básico del sistema es conseguir la minimización en la generación de residuos, la emisión de contaminantes a la atmósfera, la producción de aguas residuales, la emisión de ruidos y el consumo de recursos naturales. LAMBDA-Constructora anualmente establece objetivos y metas intermedias para planificar y asegurar la consecución de la Política y Objetivos Medioambientales.

Así, la existencia de estos sistemas de gestión certificados sugiere que la empresa cuenta con la experiencia suficiente para certificar un nuevo sistema de gestión, en este caso, de la UNE 166002. Se plantea, además, la integración de este nuevo sistema con los existentes.

6.2.6.4 Recursos de la empresa

La descripción de los recursos de LAMBDA-Constructora, en este apartado, tiene por objetivo que el lector cuantifique el tamaño de la empresa y, de esta forma, la identifique con empresas similares. LAMBDA-Constructora, como toda empresa, depende para su actividad económica de recursos humanos y físicos. Los recursos físicos comprenden los activos físicos. En cambio, los recursos humanos corresponden a las personas. A continuación detallamos los recursos de LAMBDA-Constructora a 31 de Diciembre de 2006.

1. Recursos humanos

Listado de recursos humanos LAMBDA-Constructora	
Profesión	Nº.
Técnicos Superiores (Licenciados, Ingenieros y Arquitectos)	99
Técnicos de Grado Medio (Diplomados, Ingenieros y Arquitectos)	151
Otros	110
Total	360

Tabla 6.2. Recursos humanos

2. Físicos

MAQUINAS	
Clase de máquinas	Nº
Maquinaria pesada	67
Maquinaria Ligera	24
Camiones	65
Grua torre	8
Planta Aglomerado	5
Bomba de Hormigón	1
Planta de Hormigon	1
Otros	33

Tabla 6.3. Maquinarias, vehículos, equipos y medios auxiliares propiedad de la empresa

6.2.7 Facturación.

En la Figura 6.6 se observa que la cifra de negocios de LAMBDA ha dibujado, desde su creación, una curva en continua ascensión, consolidando su crecimiento año tras año. Es importante destacar el espectacular crecimiento del 2006, después de un período de estabilización.

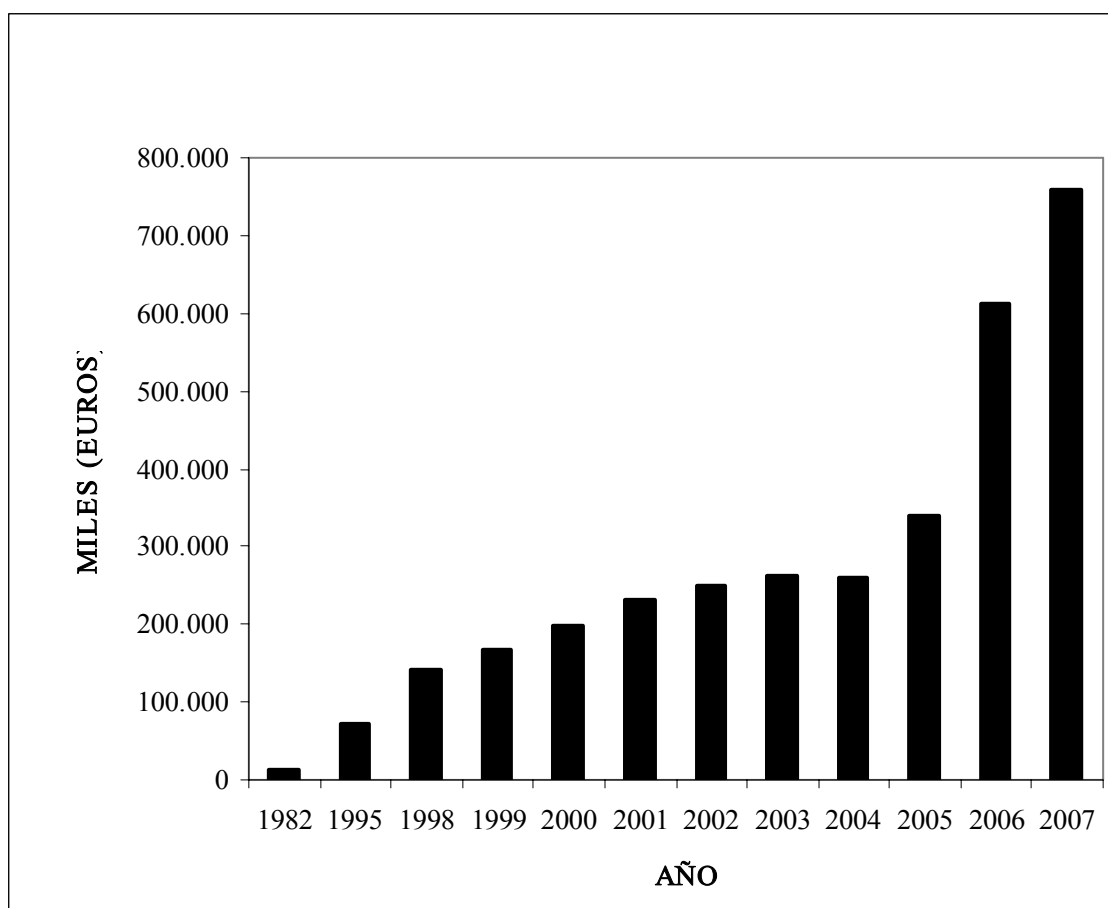


Figura 6.6. Evolución histórica de la facturación de LAMBDA-Constructora

6.3 ANÁLISIS DE LA I+D+i EN LA EMPRESA

En el capítulo “Estado de la cuestión”, se han planteado son tres aspectos que determinan el rendimiento en I+D+i de las empresas constructoras: estrategia, capacidad organizacional y entorno. Por todo esto, en los siguientes epígrafes, se discuten los resultados del análisis estratégico de la empresa. Se presentan las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades en innovación de LAMBDA-Constructora. Posteriormente, se describen las capacidades organizativas en I+D+i de la empresa. Estas capacidades son determinadas desde el análisis del DAFO, documentos recopilados (manuales de sistemas, manual de formación, procedimientos, etc.), entrevistas y encuestas realizadas a directivos. Finalmente, se estudian los aspectos más relevantes en I+D+i del entorno externo de la empresa. Para este fin, se examinan informes en I+D+i provenientes de la administración pública e instituciones privadas. Para terminar, se plantean líneas de actuaciones a seguir por la dirección de la empresa.

6.3.1 Análisis estratégico de la empresa en I+D+i

Como punto de partida de este proyecto se efectuó un análisis estratégico de la empresa en I+D+i mediante el modelo DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades). De esta manera, la dirección de LAMBDA-Constructora contó con un marco de análisis para elaborar la agenda de medidas estratégicas y actuaciones en I+D+i más adecuada. Los cuatro factores básicos considerados en dicho modelo fueron los siguientes:

1. Puntos fuertes y débiles, que configuran el perfil de recursos de la empresa y sus habilidades en relación con la competencia.
2. Los factores externos vienen determinados por el sector en que compite la empresa y por su entorno. Las oportunidades y amenazas del sector definen el ambiente competitivo, con sus riesgos y beneficios potenciales.

El análisis detallado de estos cuatro factores, para el caso de LAMBDA-Constructora, se presenta a continuación.

6.3.1.1 Debilidades

- Escasa inversión en actividades de investigación y desarrollo, con respecto a las grandes empresas constructoras de ámbito nacional. Concretamente, carencia de un departamento de I+D, que se concentre en la investigación y el desarrollo de nuevos productos o procesos y, además, centre sus esfuerzos en una evaluación comparativa (“benchmarking”) desde el punto de vista tecnológico.
- La empresa carece de un sistema que le permita identificar y transmitir las posibles innovaciones que surgen como respuesta a algún tipo de problema o de la necesidad de satisfacer las exigencias de clientes. Este sistema debería incentivar a su equipo humano a buscar nuevas maneras de desarrollar sus actividades (es decir, de forma más económica, utilizando nuevos materiales, armonizados con el medio ambiente, entre otros).
- Escasa o nula experiencia en áreas de gran proyección, a saber: domótica, energía solar, térmica, etc.
- Poca participación en entidades de ámbito nacional e internacional que promueven la I+D+i en el sector de la construcción, entre las cuales, es de destacar, la Plataforma Tecnológica Española de la Construcción (PTEC).
- Aunque se invierte en la formación del personal, especialmente el directivo, no se planifica con respecto a su impacto estratégico. Será conveniente decantarse

principalmente por los programas de formación relacionados con las nuevas tendencias del mercado.

- En algunas situaciones, hay una escasez de medios técnicos de apoyo al jefe de obra (inexistencia de oficinas técnicas de obra).
- Poder de negociación débil con algunos proveedores frente a otras constructoras de ámbito nacional de mayor volumen de producción, en especial, en delegaciones con menor presencia.
- Menor capacidad financiera con respecto a grandes empresas constructoras nacionales, para grandes proyectos.
- Debido a la singularidad de la mayoría de las obras, la empresa no dispone de estudios detallados de procedimientos de ejecución, los cuales podrían estandarizar algunos procesos habituales.
- Participación más activa en Uniones Temporales de Empresas (UTEs).

6.3.1.2 Amenazas

- Reducción presupuestaria de la inversión del Estado, a corto y medio plazo, en el sector de obras públicas, como consecuencia del recorte de los fondos europeos, fruto de la adhesión de los diez nuevos países miembros.
- Incremento de la presencia de grandes constructoras (nacionales y extranjeras) en el mercado regional, lo cual reduciría la cuota de mercado.
- Alternancia de ciclos económicos.
- Constantes fluctuaciones en los precios de las materias primas (petróleo, acero, etc.).
- Subidas del tipo de interés, lo cual disminuiría la demanda en el sector de la edificación.
- Mayores exigencias en materia de prevención de riesgos laborales (inadecuadamente contempladas en los precios de los proyectos).
- Cuotas de adjudicación preasignadas a grandes constructoras en obras nacionales.
- Progresiva competencia en el sector de la construcción, debido a la creación de nuevas empresas.
- Déficit de personal cualificado en el sector de la construcción.
- Crisis del sector inmobiliario a corto plazo.

6.3.1.3 Fortalezas

Tangibles:

- Buena distribución geográfica de delegaciones.
- Adecuada cantidad y calidad de recursos materiales y equipos, incluyendo plantas de aglomerados y una planta móvil de suelo cemento.
- El capital financiero con el que cuenta la empresa, le confiere la capacidad de licitar grandes proyectos constructivos. Además, dicho capital le brinda la oportunidad de financiar el crédito a sus clientes, adquirir nuevos equipos, contratar servicios, etc.

Intangibles:

- Selecto grupo de personal cualificado e idóneo para alcanzar los objetivos trazados por la empresa.

- “Know-How”: amplia experiencia de la empresa en el sector de obras públicas y edificación, la cual le confiere la capacidad de ofrecer una amplia gama de productos y servicios, de excelente calidad y buen precio.
- “Good-Will”: la empresa es reconocida a nivel regional por su capacidad para llevar a buen término las obras adjudicadas así como, las que ésta decide emprender por sí misma.
- La empresa mantiene excelentes relaciones con diversos agentes involucrados en el proceso constructivo: clientes públicos y privados, socios comerciales, proveedores, universidades, asociaciones, etc.
- Buen conocimiento del mercado, y agilidad ante las nuevas oportunidades de negocio.
- La empresa cuenta con el SAP (“System Application Products Data”), el cual le permite una mejora en sus procesos productivos y en sus sistemas de información. Es de resaltar que de los Sistemas de Planificación de Recursos (en inglés, ERP, “Enterprise Resource Planning”), cuya función es integrar y automatizar muchas de las prácticas de negocio asociadas con los aspectos operativos o productivos de la empresa, el SAP está catalogado entre los mejores del mercado.
- Interés por la mejora de sus procesos productivos, prueba de esto es la certificación de calidad ISO 9001.
- Compromiso con el medio ambiente, plasmado en la obtención del certificado de calidad medioambiental ISO 14001.
- La integración vertical de muchas áreas de la empresa, de modo que, la propia empresa puede ser cliente o proveedor de sí misma. La integración hacia delante hace referencia al desarrollo de actividades relacionadas con la producción (es decir, que están más adelante a lo largo de la cadena de valor), como el transporte, la distribución, las reparaciones y el mantenimiento. La integración hacia atrás se refiere a la participación en actividades relacionadas con los inputs que necesita la empresa para realizar sus actividades actuales, es decir, las materias primas, la maquinaria, la mano de obra, entre muchas otras⁵¹⁵. Bajo este contexto, la empresa presenta:
 - Hacia delante: LAMBDA–Constructora tiene como ventaja competitiva su estrecha relación con otras áreas (inmobiliaria, urbanismo, diversificación, etc.), lo cual, le permite gestionar la venta y mantenimiento, de sus productos de una manera más rápida y rentable.
 - Hacia atrás: las plantas de aglomerado y el área de materiales, le permiten proveerse de materias primas a costes más reducidos y, en menor tiempo que muchos de sus competidores.
- Poder de negociación alto con algunos proveedores frente a otras empresas constructoras de ámbito regional de menor volumen de producción.
- La reputación que confiere “ser proveedor de la empresa” en el mercado regional, potencia la oferta de un abanico más grande (y novedoso) de bienes y servicios.

6.3.1.4 Oportunidades

- Creciente inversión por parte del Estado en carreteras y ferrocarriles. Concretamente, la inversión pública prevista en el año 2008 en carreteras y ferrocarriles es de 5.587,74 y 8.209,03 millones de euros⁵¹⁶, respectivamente.

⁵¹⁵ Johnson G., Scholes K., Whittington R. (2005) “Exploring corporate strategy”. Prentice Hall, Londres.

⁵¹⁶ Ministerio de Economía y Hacienda (2008). “Informe económico financiero: presupuestos generales del Estado 2009”. Ministerio de Economía y Hacienda, España.

- Las administraciones públicas están utilizando progresivamente el modelo concesional para la construcción y explotación de infraestructuras, permitiendo de esta forma, mayor participación a las empresas medianas y grandes en proyectos de este tipo.
- Expectativas de crecimiento de viviendas protegidas, contempladas en el nuevo Plan Estatal de Vivienda del Ministerio de Vivienda⁵¹⁷.
- Aprovechamiento públicos para incentivar los proyectos de investigación privados, a través de programas como Ingenio 2010⁵¹⁸.
- Disponibilidad en el mercado de los últimos avances tecnológicos en el sector de la construcción, los cuales le pueden permitir alcanzar considerables mejoras operativas y, además, alcanzar niveles óptimos de seguridad y salud en todos sus procesos productivos.
- Posibilidad de incursionar en mercados externos, más sofisticados, con el objetivo de aprender las mejores prácticas operativas y de gestión.
- La entrada de nuevos países del Este en la Unión Europea, unido a la necesidad de abordar el desarrollo de sus infraestructuras, proporciona una excelente oportunidad para el crecimiento del mercado constructor europeo.

6.3.2 Capacidades organizativas

Las capacidades organizativas de la empresa para innovar pueden clasificarse en: tangibles e intangibles. Los recursos tangibles comprenden todos los activos físicos que posee una empresa (edificios, máquinas, recursos financieros, materias primas, etc.) y que son fácilmente identificables y cuantificables. En contraste, los recursos intangibles, también llamados más recientemente “Capital Intelectual”, son aquellos activos no físicos (información sobre los consumidores, conocimiento, patentes, cultura, “Good Will”, etc.) que por su propia naturaleza, son difíciles de identificar y cuantificar apropiadamente. Evidentemente, tanto unos como otros juegan un papel fundamental para el buen funcionamiento de la empresa. Los recursos intangibles han tomado un papel protagonista en las empresas, debido a que ellos les proporcionan características diferenciadoras, que les permiten la consecución y el sostenimiento de la ventaja competitiva, especialmente, cuando parte de la estrategia competitiva se basa en la innovación. Una vez señalada la importancia de los recursos es preciso identificar los más destacados, para el caso particular de LAMBDA-Constructora:

1. **Tangibles:** LAMBDA-Constructora dispone recursos financieros, económicos y materiales suficientes para licitar grandes proyectos. Además, dicho capital le brinda la oportunidad de financiar el crédito a sus clientes, adquirir nuevos equipos, contratar servicios de asesoría, y gestionar la I+D de la empresa, entre muchos otros.
2. **Intangibles:** Constituye su principal activo para innovar. LAMBDA-Constructora dispone de: personal cualificado e idóneo; experiencia en el sector de obras públicas y edificación; prestigio a nivel regional; excelentes vinculación con diversos agentes involucrados en el proceso constructivo; conocimiento del mercado; y agilidad en la reacción ante las nuevas oportunidades de negocio.

6.3.3 El entorno o contexto exterior de la empresa.

Las principales conclusiones para el año 2006 de la “Encuesta de la Estructura de la Construcción” del Ministerio de Fomento analizada en el capítulo 3 “Contexto” son:

⁵¹⁷ Ministerio de Vivienda (2005) “Plan de vivienda 2005-2008”. Consultado el 27 de Julio del 2006 en: http://www.mviv.es/es/index.php?option=com_content&task=view&id=15&Itemid=48.

⁵¹⁸ Gobierno Español (2005) “Programa Ingenio 2010”. Consultado el 15 de Junio del 2006 en: <http://www.ingenio2010.es/>.

- El sector registra tan solo el 2,45% de los gastos internos en “I+D” ejecutados por las empresas. Lo cual indica su falta de compromiso en torno a las actividades de investigación y desarrollo.
- En el sector de la construcción, el esfuerzo inversor ha sido positivo, pero escaso. Por tanto, será necesario concienciar a los dirigentes de la importancia y la trascendencia de una agenda de inversión adecuada en investigación y desarrollo.
- El total de personas empleadas, en el ramo fue de 2.797.500, de las cuales 2.017 desarrollaron actividades de I+D, o sea, un 0,07%. Donde la mayor concentración de personas dedicadas a esta labor, se encuentra en las empresas de 1.000 o más trabajadores.
- De un total de 460.452 empresas constructoras, únicamente 0,4% realizaron actividades de I+D. Un porcentaje bastante mediocre si lo comparamos con la media de la Unión Europea, y peor aún, si lo comparamos con otros sectores productivos (farmacéutico, informático, etc.).
- De estas empresas, un 81% no desarrolla las actividades de I+D dentro de la empresa, sino que las delegan o externalizan a centros tecnológicos, laboratorios especializados, o universidades. Sin embargo, el porcentaje de los gastos totales en I+D desarrollados dentro de la empresa es mayor al 54%,. Por lo tanto, parece ser que la subcontratación se está convirtiendo en una constante en gran parte de las empresas constructoras a nivel nacional.
- Los gastos totales de 22 empresas con más de 1.000 trabajadores concentran el 43% del total. Este grupo se caracteriza, además, porque un porcentaje mayoritario de sus recursos (55%) son destinados a labores de I+D “interna”, evidenciando su considerable capacidad de recursos físicos y financieros para la creación de laboratorios especializados a esta labor y, además, para la creación de puestos de trabajos específicas.

6.4 PROPUESTAS DE LÍNEAS DE ACTUACIÓN

El estudio de los datos revela una caída en la demanda en el sector de la construcción por la entrada en un ciclo de desaceleración económica. Además, existe el riesgo del incremento del número de empresas por la incorporación de grandes firmas constructoras internacionales. Por lo tanto, parece necesario mejorar la competitividad de la empresa. Además, las nuevas bases de contratación incorporan criterios que valoran la innovación. Por otra parte, cada vez más los clientes privados valoran la innovación. De hecho, lo anteriormente expuesto podría explicar el incremento de empresas constructoras españolas certificadas durante los últimos años (ver Tabla 3.10). El análisis de la empresa objeto del estudio del caso evidencia que la principal barrera para innovar es la carencia de una sistemática para la gestión de la I+D+i y una cultura innovadora.

Las actuaciones propuestas por el equipo investigador de la UPV fueron tres. La primera es la creación de un sistema de I+D+i certificado por la Norma UNE 166002. La segunda, corresponde a la obtención de los resultados esperados para el sistema; las salidas corresponden a proyectos de I+D+i certificados según la UNE 166001; incluye, además, la vinculación de LAMBDA-Constructora con empresas, instituciones y asociaciones vinculadas a la I+D+i. Por último, la tercera consiste en potenciar la imagen en I+D+i de LAMBDA-Constructora.

A continuación se describen cada una de ellas:

1. Creación de un sistema de I+D+i certificado por la UNE 166002; para ello se plantea:

- a. La creación de un departamento específico en la empresa que tenga como función exclusiva la I+D+i en la construcción, con una estructura de personal con dedicación exclusiva.
 - b. La integración dentro de la Plataforma Tecnológica Española de la Construcción, junto al análisis estratégico, matriz DAFO, le permitirá a la empresa la identificación de las líneas estratégicas idóneas que conformarán su agenda de innovación. Una vez confeccionada dicha agenda, la empresa deberá decidir la estrategia más adecuada para lograr los objetivos planteados. Las estrategias pueden ser clasificadas, de manera general, de dos formas:
 - i. Participación en el diseño y en el desarrollo de, al menos, dos proyectos de investigación específicos, enmarcados dentro de las líneas estratégicas de investigación de la PTEC. Estos dos proyectos deberían estar, principalmente, dentro de las líneas de Edificios y Ciudades, y la de Materiales.
 - ii. Externalización de la investigación a través de instituciones especializadas para tal fin, a saber: centros tecnológicos, instituciones de investigación y universidades.
 - c. Vigilancia tecnológica (a través de acuerdos con universidades y centros especializados) y creación de un centro de documentación.
 - d. Transferencia tecnológica: formación externa del personal clave en aspectos relacionados con la innovación tecnológica y la gestión de la I+D+i.
 - e. Establecimiento de los premios LAMBDA-Constructora de Innovación y Calidad en la Construcción, que distingan las tareas realizadas por empleados y empresas colaboradoras en aspectos relacionados con la I+D+i.
 - f. Obtención de la certificación en la norma UNE 166002 para sistemas de gestión de la I+D+i, compatible con los sistemas de gestión de calidad de la empresa (ISO 9000).
2. Salidas esperadas del sistema de I+D+i
- a. Preparación de la documentación de proyectos de innovación, según la norma UNE 166001 y el Real Decreto 1432/2003 (deducciones fiscales por actividades de I+D+i), envío de la misma al organismo certificador (AENOR), y seguimiento y control del proceso.
 - b. Participación en convocatorias públicas de proyectos de I+D, entre los cuales destacan:
 - i. CENIT: Financiado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial.
 - ii. PROFIT: Financiado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
 - iii. Otros: Ministerio de Educación y Ciencia, Ministerio de Fomento, etc. (en colaboración con universidades).
 - c. Participación en proyectos de I+D en colaboración con otras empresas o asociaciones (AIDICO, ANCI, ACEX, etc.). Un vívido ejemplo de esta estrategia, es la participación de la empresa en el proyecto "Aplicación del posicionamiento global de vehículos en la construcción de carreteras" de la ACEX.
 - d. Elaboración de un dossier progresivo para presentarse a concursos.
3. Potenciación de la imagen en I+D+I de LAMBDA-Constructora
- a. Creación de una plataforma de comunicación: Difusión de la I+D+i en campañas publicitarias dentro y fuera de la empresa: trípticos, intranet, artículos, anuncios, etc.
 - b. Publicación y divulgación, a través de diversos medios, de su apoyo a los investigadores universitarios (becas a estudiantes de maestrías y doctorados).

6.5 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE I+D+i

6.5.1 Diseño del sistema de gestión de I+D+i

La norma UNE 166000 define un sistema de gestión de I+D+i como “parte del sistema general de gestión que incluye la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener al día la política de I+D+i de la organización”⁵¹⁹. De acuerdo con lo establecido en el capítulo 4 “Estado de la cuestión”, el equipo asesor de la UPV planteó a la empresa: la estrategia de I+D+i, el proceso de innovación, los procedimientos o subprocesos del sistema de gestión de la I+D+i, la estructura organizativa y los resultados esperados.

El proceso de diseño del sistema comenzó en Noviembre de 2006 y finalizó en Octubre de 2007. En su diseño, también participó una empresa consultora conjuntamente con el equipo asesor de la UPV y el personal asignado para esta tarea por la dirección de LAMBDA-Constructora. Se llevaron a cabo reuniones de trabajo periódicas. En cada reunión se analizó el cumplimiento y resultados de las tareas asignadas a los miembros del equipo de diseño e implantación del sistema (consultora, UPV y LAMBDA-Constructora); posteriormente, se discutía un aspecto del sistema de I+D+i (proceso de innovación, entradas y salidas del sistema, estructura organizativa, responsabilidades y funciones del personal, etc.); luego, el equipo acordaba las tareas necesarias para definir el aspecto del sistema discutido; finalmente, las tareas eran distribuidas a los miembros del equipo, para las cuales, se comprobaba su grado de cumplimiento en la siguiente reunión. Se realizaron un total de 12 reuniones aunque, durante el proceso de implantación y certificación se requirió realizar ajustes al sistema. Para cada una de estas reuniones se redactaron las actas correspondientes.

El sistema de gestión de I+D+i de la empresa LAMBDA-Constructora esta plasmado en un manual. Este manual contiene:

1. El mapa de proceso de I+D+i.
2. Los subprocesos:
 - a. SPR1 “Vigilancia y creatividad”.
 - b. SPR2 “Análisis interno y externo: identificación y análisis de problemas y oportunidades”.
 - c. SPR3 “Análisis y selección de ideas”.
 - d. SPR4 “Planificación y seguimiento de proyectos: productos de I+D+i”.
 - i. Instrucción 1 “Transferencia de tecnología”.
 - ii. Instrucción 2 “Protección”.

6.5.1.1 Definición de innovación.

LAMBDA-Constructora define la innovación como “la utilización de la creatividad de los empleados y de los conocimientos científicos y tecnológicos para generar y/o introducir nuevos procesos, productos o servicios en la empresa que aumenten el valor ofrecido a los

⁵¹⁹ AENOR (2006) “UNE 166000: Gestión de la I+D+i: terminología y definiciones de las actividades de I+D+i”. Ed. AENOR, Madrid.

clientes”⁵²⁰. No obstante, el director de I+D+i también valora el impacto de la innovación en la competitividad de la empresa.

Las razones que justifican la existencia de un sistema de innovación dentro de la empresa, son las siguientes⁵²¹:

- Existe una relación entre innovación y resultados financieros.
- Los clientes exigen mejores respuestas a sus problemas.
- Estas respuestas deben ser innovadoras para competir dentro del mercado.
- Los mercados son cada vez más competitivos.
- Para lograr el éxito es necesario la diferenciación en los productos y servicios que ofrecen las empresas.
- Es necesario gestionar correctamente las nuevas tecnologías emergentes.
- Y, en especial, el hecho de ser valorada por el Ministerio de Fomento desde Agosto de 2005 en la oferta técnica (ver Figura 6.7):

Se valorará la calidad e idoneidad de las tecnologías que el contratista proponga para la ejecución de la obra.

Se valorará en particular la utilización en la obra de tecnologías que hayan sido desarrolladas por el contratista 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.

Figura 6.7. Extracto del pliego de cláusulas administrativas particulares del Ministerio de Fomento⁵²²

Para LAMBDA-Constructora una organización innovadora es aquella que cumple con los siguientes requisitos:

- Tener una estrategia orientada hacia la innovación.
- Crear valor aportando nuevas ideas al mercado.
- Tener una organización interna para el proceso de innovación.
- Gestionar el conocimiento y las capacidades de los empleados.
- Fomentar la creatividad del personal de la empresa.

Para cumplir con estos requisitos la empresa tiene en cuenta dos aspectos fundamentales:

- El establecimiento de una metodología o proceso de trabajo.
- La creación de una estructura organizativa propia.

⁵²⁰ LAMBDA-Constructora (2008) “Manual de I+D+i”. LAMBDA-Constructora, Valencia.

⁵²¹ LAMBDA-Constructora (2008) “Sistema gestión de incorporaciones: Manual de formación” LAMBDA-Constructora, Valencia.

⁵²² Ministerio de Fomento (2008). “Pliego tipo de cláusulas administrativas particulares para la celebración de contratos de obras”. Ministerio de Fomento, Madrid.

6.5.1.2 La estrategia de innovación.

En Octubre del 2007 se realizó un segundo DAFO^{523,524} para determinar las líneas estratégicas que guían el sistema de gestión en I+D+i con informantes claves de la empresa. Los informantes claves de la empresa corresponden a directivos, jefes de obras, personal administrativos y asesores externos cuyo conocimiento y experiencia pueden contribuir positivamente al sistema de gestión de la I+D+i. El procedimiento utilizado fue establecido en el subproceso SPR2: “Análisis interno y externo: Identificación y análisis de problemas y oportunidades” del sistema de gestión de la I+D+i. Este subproceso establece la siguiente secuencia de actividades:

1. **Envío por correo electrónico de un cuestionario sobre las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades en I+D+i a los informantes claves.** En el cuestionario se solicita descriptores para cada una de las categorías (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades). También, se indica la fecha de entrega del cuestionario y de la reunión de análisis y consenso de las respuestas.
2. **Reunión de análisis y consenso de respuestas.** El objetivo de esta reunión es formar un consenso sobre las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades en I+D+i de LAMBDA-Constructora. La reunión consta de las siguientes etapas:
 - a. Presentación de las ideas sobre las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades en I+D+i recopiladas desde los informantes claves. Cada una de las ideas son analizadas y agrupadas dentro de cada categoría. Las ideas similares de cada categoría son reunidas en una sola idea general.
 - b. Jerarquización de las ideas prioritarias en cada una de las categorías. Cada informante puntúa las ideas pertenecientes a una categoría, para ello, cuenta con 20 puntos, los cuales, son distribuidos en las que considera prioritarias, pero, no puede dar una valoración mayor que 10 a una sola idea. Finalmente, se obtienen las principales ideas en cada una de las categorías de aquellas que obtienen mayores puntuaciones.
 - c. Definición de la estrategia en I+D+i, líneas estratégicas y factores críticos de vigilancia. Para ello, se establecen grupos de discusión entre los participantes. Cada grupo esta formado por cuatro personas.
 - d. Finalmente, se presenta y discute, por todos, los resultados de los grupos de discusión. Luego, se redacta en consenso la estrategia, sus líneas y los factores críticos de vigilancia.

De este modo, LAMBDA-Constructora define como estrategia de innovación el desarrollo de nuevos productos, procesos que incrementen el valor ofrecido a los clientes. Es de resaltar, que la palabra cliente incluye tanto a los clientes internos de la organización como externos.

Establecida la estrategia de innovación LAMBDA-Constructora procede a definir las líneas estratégicas⁵²⁵, las cuales son:

1. **Incremento de las capacidades técnicas y de innovación de la empresa** a través de:
 - a. Mejora de la ejecución de procesos constructivos.
 - b. Mejora de la sinergia con otras áreas de LAMBDA.
 - c. Estructuración del conocimiento de la empresa.
 - d. Motivación y fomento del espíritu innovador.
2. **Desarrollo de soluciones innovadoras** en:
 - a. Materiales.

⁵²³ Acta de Reunión: 011S-07, del 19 de Octubre de 2007.

⁵²⁴ Acta de Reunión: 012S-07, del 29 de Octubre de 2007.

⁵²⁵ Acta de Reunión: 013S-07, del 21 de Noviembre de 2007.

- b. Sostenibilidad y medio ambiente.
- c. Energías renovables y eficiencia energética.

3. *Potenciación de la imagen de marca.*

Para adaptarse continuamente a los cambios del entorno y necesidades de los clientes, LAMBDA-Constructora analiza y corrige periódicamente su estrategia en innovación, y con ello, los criterios para la selección de las mejores ideas, así como los factores generales y claves de vigilancia del sistema de I+D+i.

6.5.1.3 El proceso de innovación.

Previo al desarrollo de un sistema de I+D+i toda empresa debe identificar las actividades relacionadas con la innovación, así como, las formas en que ellas se vinculan. En otras palabras, identificar el proceso que define el sistema de I+D+i. LAMBDA-Constructora define un proceso de innovación que consta de cuatro etapas⁵²⁶:

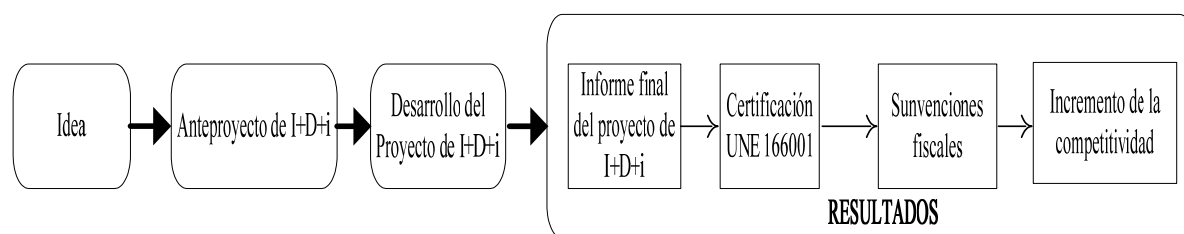


Figura 6.8. El proceso de innovación de LAMBDA-Constructora

1. **Generación de una idea:** Una idea dentro de este proceso es en principio cualquiera que pueda incrementar la competitividad de la empresa. Sin embargo, al momento de su clasificación como idea innovadora o de mejora (sistema de calidad) u otra se consideran una serie de características o rasgos distintivos que la organización ha identificado como propias de una innovación. Es importante destacar que, al menos, la mitad de las ideas en innovación responden a problemas generados en obra y/o a requerimientos del cliente.
2. **Elaboración de un anteproyecto de I+D+i:** Aquellas ideas innovadoras son documentadas, es decir, la organización desarrolla en profundidad la idea, en aspectos tales como: objetivos y alcance, avance técnico, beneficios esperados, descripción, recursos requeridos, costes esperados, planificación de actividades, etc. Se espera que con esta información la dirección de LAMBDA-Constructora pueda decidir los proyectos de I+D+i que la empresa emprenderá, maximizando los resultados y disminuyendo los riesgos.
3. **Desarrollo de un proyecto de I+D+i:** Una vez que la dirección de LAMBDA-Constructora decide qué anteproyecto realizar se procede a su diseño y planificación detallada. Con estos antecedentes las unidades de I+D+i llevan acabo la ejecución, el seguimiento y control del proyecto de I+D+i y la evaluación de los resultados obtenidos.
4. **Resultados:** Un informe final del proyecto de I+D+i se elabora para comunicar los resultados del proyecto y obtener la certificación por la norma UNE 166001, deducciones fiscales e incremento de la competitividad de la empresa en las licitaciones públicas.

⁵²⁶ Acta Comité de Especialistas y Expertos, del 25 de Abril de 2008.

De esta manera, LAMBDA-Constructora obtiene los siguientes resultados de los proyectos:

- a) *Corto plazo*: capacidades técnicas (solución de la problemática de la obra), certificación UNE 166001 y subvenciones fiscales.
- b) *Medio plazo*: incremento en la puntuación en las licitaciones públicas.
- c) *Largo plazo*: aumento de la competitividad por el uso dentro de la organización de procesos, procedimientos, productos o servicios radicalmente mejores a los existentes.

6.5.1.4 La estructura organizativa

Del análisis de la empresa se determinó la necesidad de crear un Departamento de I+D+i. Este departamento debería asumir las siguientes funciones (ver Figura 6.9):

1. Llevar acabo las actividades de I+D+i y la gestión del sistema.
2. Iniciar un cambio en la cultura de la organización hacia la innovación y mantenerla.
3. Vigilar el entorno interno y externo en búsqueda de ideas y oportunidades para innovar.
4. Desarrollar y gestionar proyectos de I+D+i.
5. Proteger el conocimiento generado y transferirlo al resto de la organización para uso.

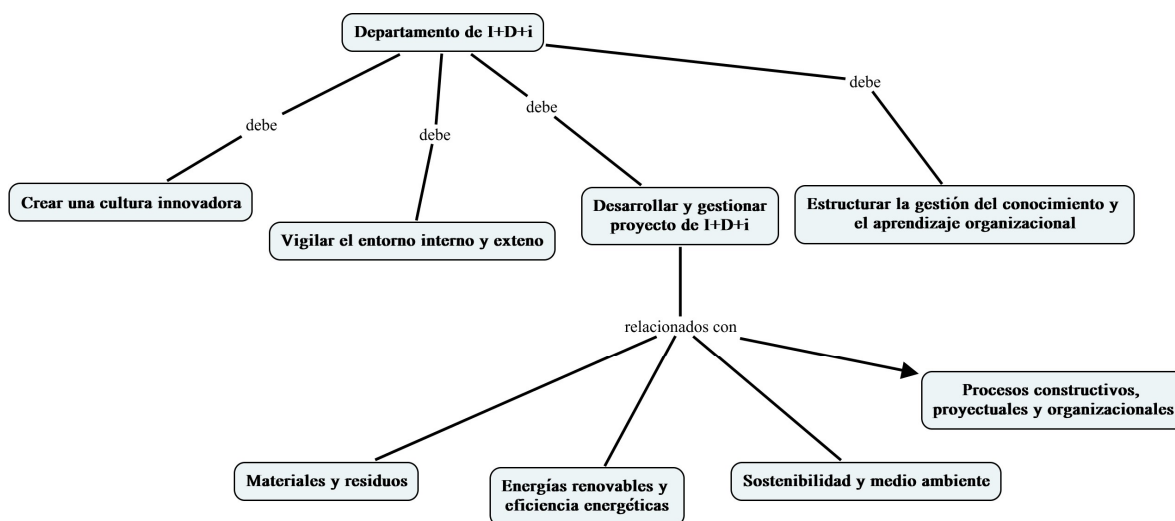


Figura 6.9. Mapa conceptual del Departamento de I+D+i de LAMBDA-Constructora

De acuerdo con el DAFO^{527,528}, el Departamento de I+D+i debe vencer las siguientes debilidades de la empresa:

1. Falta de liderazgo en I+D+i.
2. Poco espíritu innovador.
3. Orientación total al plazo y precio, y no a la mejora de los procesos.
4. Falta de estructura en el personal técnico de la obra que permita dedicarse a la innovación.
5. Carencia de un análisis de los proyectos de construcción orientado a la búsqueda de propuestas innovadoras para los clientes. En general, estos proyectos se acometen tal cual están diseñados por el cliente.
6. No existe una estructura que permita salvaguardar y transferir el conocimiento adquirido por la empresa.
7. LAMBDA-Constructora está menos posicionada en materia de I+D+i que las grandes constructoras.

⁵²⁷ Acta de Reunión: 011S-07, del 19 de Octubre de 2007.

⁵²⁸ Acta de Reunión: 012S-07, del 29 de Octubre de 2007.

La Figura 6.10 muestra el organigrama propuesto a la empresa para su Departamento de I+D+i

Para motivar y exigir la I+D+i entre los miembros de la organización se han establecido competencias y funciones que son evaluadas anualmente, especialmente, dentro del personal que participa directamente en el sistema. A continuación se detallan brevemente las funciones propuestas para cada cargo o unidad del Departamento de I+D+i:

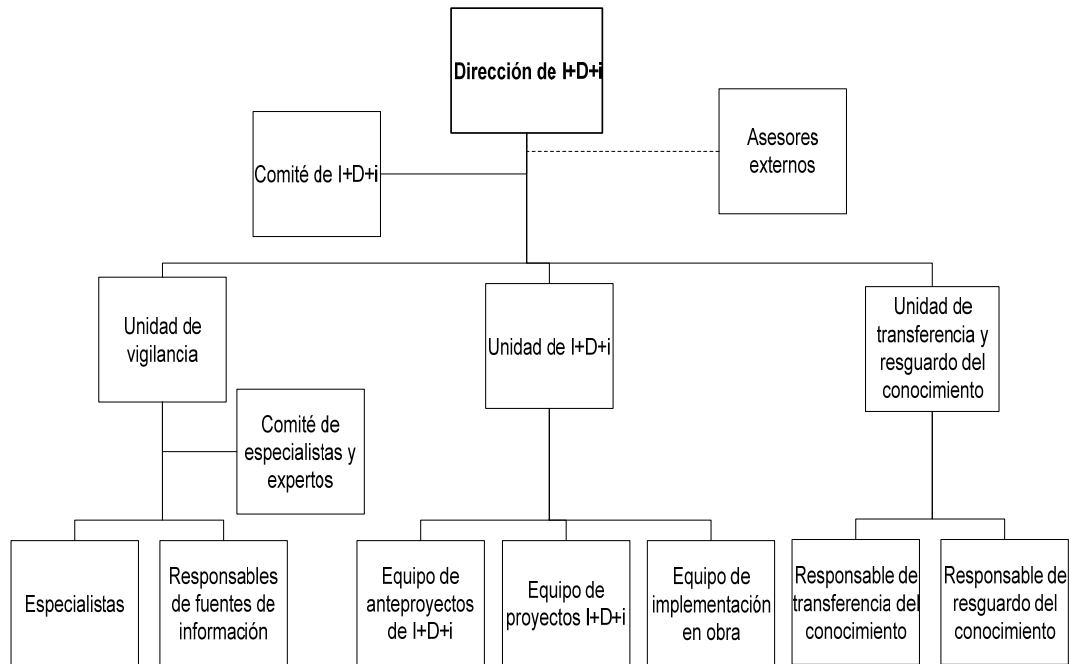


Figura 6.10. Organigrama de la I+D+i de LAMBDA-Constructora

1. **Director de I+D+i:** Es el responsable de convertir la innovación en un elemento clave para la competitividad de la empresa, gestionar el sistema de acuerdo a los requisitos de la norma UNE 16602, y asegurar su eficiencia y efectividad para los intereses de la empresa. De acuerdo con esto y según el sistema de I+D+i adoptado, las responsabilidades del director son:
 - a. Asegurar que la I+D+i es una herramienta de competitividad de la empresa.
 - b. Cumplir con los objetivos de I+D+i.
 - c. Ajustar el quehacer de la organización a la estrategia y líneas de innovación fijadas.
 - d. Proveer los recursos necesarios para que todas las actividades del sistema de gestión de I+D+i sean realizadas con eficacia y eficiencia.
 - e. Fomentar el espíritu y una cultura innovadora en el interior de la empresa.
 - f. Asegurar la protección y explotación de los resultados del proceso innovador.
 - g. Transferir el conocimiento adquirido a toda la organización para su uso.
2. **Comité de I+D+i:** Es el órgano del sistema de gestión encargado de dirigir y orientar las actividades de I+D+i llevadas a cabo por LAMBDA-Constructora. El comité se reúne con periodicidad para controlar la evolución del sistema y las aportaciones llevadas a cabo, y para tomar las decisiones correspondientes. El trabajo del comité de I+D+i se puede sintetizar en los puntos siguientes, sin que ello signifique que cualquier otra acción que requiera el sistema de gestión no sea competencia también del comité:
 - a. **Establecimiento de la línea estratégica en I+D+i:** Para ello, el comité debe realizar un análisis interno/externo en I+D+i de la empresa, lo cual, permite determinar la

situación actual, plantear los objetivos en I+D+i, establecer la estrategia en innovación y fijar líneas estratégicas que guiarán el quehacer en I+D+i. La determinación de la situación de la empresa en I+D+i se realiza mediante el modelo DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades).

- b. *Establecimiento de los factores de vigilancia:* A partir de los resultados anteriores, y de forma consecuente con las líneas estratégicas definidas se revisan o establecen los factores de vigilancia generales y claves considerar en adelante, que son asignados a los especialistas para su estudio periódico.
 - c. *Seguimiento y control de los resultados del sistema de I+D+i:* La dirección del departamento de I+D+i deberá mantener informado al comité de los resultados de cada uno de los procesos del sistema, así como de todos los aspectos necesarios para el éxito, como por ejemplo: evolución de los datos de la organización (económicos, clientes, tecnologías), alianzas establecidas, etc.
 - d. *Selección de las mejores ideas:* El comité de I+D+i también es quien realiza el análisis y selección de las ideas aportadas por los miembros de la organización. Para llevar a cabo esta selección de un modo lo más objetivo posible se utilizan la matriz multicriterio explicada brevemente en el subproceso de generación de ideas.
3. **Unidad de vigilancia:** Es la unidad encargada de llevar a cabo la captación, análisis y difusión de la información sobre el entorno en los aspectos que la empresa considera relevantes para su estrategia de negocio, en especial, la I+D+i.
- a. *Responsable de vigilancia:* Supervisará las labores de vigilancia realizadas por los grupos especialistas y responsables de fuentes de información. Además, de estudiar con una frecuencia establecida la idoneidad de las fuentes periódicas y puntuales para determinar su eliminación o mantenimiento.
 - b. *Responsable de fuentes de información:* Pertenecen al grupo de especialistas, pero además, deben recopilar la información de interés existente en las fuentes periódica (revistas, páginas web, boletines informáticos, etc.) o puntual (visitas a ferias, charlas, etc.). Como resultado del estudio de la fuente asignada, debe redactar un resumen de los documentos, artículos y noticias de interés y descriptores de búsqueda, en la base de datos, con la vinculación al archivo pdf del artículo y su clasificación. Existen 5 categorías dentro de LAMBDA-Constructora en las cuales el responsable puede clasificar la información de interés; estos corresponden a: entorno externo, competidores, clientes, proveedores y tecnología. De esta manera, la información estará disponible para su estudio por el especialista o cualquier miembro de la organización.
 - c. *Especialistas:* Son los responsables de analizar la información registrada en la aplicación documental por los responsables de las fuentes de información, de manera que con su estudio podrán guiar el proceso de vigilancia, generar ideas de proyectos de innovación, ayudar en la definición de ideas innovadoras a los miembros de la organización que lo requieran y participar activamente en los comité de especialistas y expertos. Además, pueden participar como invitados por el comité de I+D+i en la elaboración del DAFO en innovación. Los resultados de su trabajo se plasman en una segunda aplicación informática que también está disponible para toda la organización.
 - d. *Experto:* Técnico de la empresa o colaborador externo de LAMBDA-Constructora que es invitado a participar en el comité de expertos y especialistas.
4. **Unidad de I+D+i:** Esta unidad integra a todos los equipos en I+D+i encargados de: generar los anteproyectos; ejecutar, seguir y controlar los proyectos de I+D+i; implementar los proyectos en obras o procesos de la empresa; y generar el informe del proyecto de I+D+i. De esta forma, los equipos formados corresponden a las siguientes categorías:

- a. *Anteproyectos*: Su tarea es la redacción de los anteproyectos de I+D+i.
 - b. *Proyectos*: Sus objetivos son generar el diseño y la planificación detallada del proyecto de I+D+i; ejecutar el proyecto de I+D+i; llevar a cabo el seguimiento y control de proyecto; elaborar los informes de seguimiento; y, finalmente, redactar el informe del proyecto para su certificación y protección.
 - c. *Implementación en obra*: Integrados por personal de la obra, en la cual, se implementará el proyecto de I+D+i y el personal a cargo de su desarrollo. Este grupo tiene por objetivo la implantación de la innovación en obra.
5. **Unidad de transferencia y resguardo del conocimiento**: Finalmente, estos equipos deben cumplir los objetivos establecidos para el subproceso de transferencia y resguardo del conocimiento. Actualmente, la principal técnica utilizada para la transferencia del conocimiento son las jornadas de innovación. No obstante, la organización está trabajando en una base documental que contenga: proyectos de I+D+i; informes de seguimientos de estos; etc. Respecto al resguardo del conocimiento, los contratos incorporan cláusulas de confidencialidad.
- a. *Responsable de transferencia del conocimiento*: Su objetivo es transferir el conocimiento obtenido desde los proyectos de I+D+i desarrollados; para ello, se organizarán seminarios internos (Jornadas de Innovación). También, será el encargado de mantener la base documental en I+D+i que actualmente se está elaborando. El responsable de transferencia del conocimiento es designado por el comité de I+D+i.
 - b. *Responsable de resguardo del conocimiento*: Su fin es asegurar que el conocimiento útil, generado desde los proyectos de I+D+i, se encuentre protegido por los instrumentos legales existentes (secreto comercial, protección administrativa, patentes, etc.). Esta tarea recae en un miembro del Área Jurídica de LAMBDA.

6.5.1.5 El proceso de gestión de la I+D+i

Del concepto, proceso y estrategia de innovación se derivan dos objetivos del sistema de gestión de I+D+i⁵²⁹:

1. **Primario**: Aumentar la competitividad tecnológica de LAMBDA-Constructora y obtener un valor añadido para sus clientes.
2. **Secundario**: Mejorar la gestión interna del conocimiento del que dispone LAMBDA-Constructora, que es producto de la alta cualificación y experiencia del personal, y favorecer el espíritu innovador y la creatividad

El sistema de gestión está estructurado en cinco subprocesos (ver Figura 6.11):

1. Subproceso de generación de ideas.
2. Subproceso de generación de proyecto de I+D+i.
3. Subproceso de planificación, seguimiento y control de proyectos de I+D+i.
4. Subproceso de implementación de proyecto de I+D+i.
5. Subproceso de transferencia y resguardo del conocimiento.

⁵²⁹ Carta de difusión de inicio del sistema, del 12 de Diciembre de 2007.

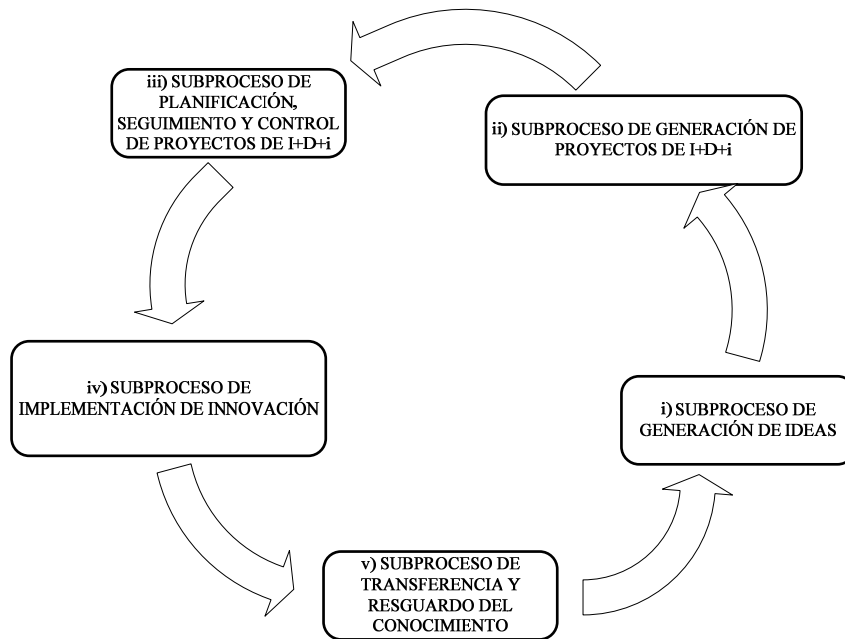


Figura 6.11. Modelo de gestión de I+D+i en LAMBDA-Constructora

6.5.1.5.1 El subproceso de generación de ideas

Este subproceso tiene por objetivo entregar a toda la organización la información necesaria y facilitar el entorno apropiado para la creación, registro y valoración de ideas innovadoras. La información necesaria proviene de diversas fuentes:

- El análisis de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades en innovación.
- La vigilancia constante de los competidores y entorno en I+D+i.
- El acceso a diferentes documentos, revistas y artículos de la construcción, especialmente, de aquellas áreas que están en línea con los objetivos de la empresa.
- La participación en las jornadas internas de innovación, organizadas por el departamento de I+D+i.
- La realización de grupos de trabajo de personal clave, asesores, especialistas, clientes y proveedores de la empresa.

El registro de las ideas innovadoras se realiza en una base de datos creada por la empresa. Esta base recoge en una tabla los aspectos mínimos necesarios para reconocer la factibilidad técnica y económica de una idea y su afinidad con las líneas estratégicas de innovación. Cabe destacar la labor del departamento de I+D+i en ayudar, a aquellos proponentes que lo requieran, en la redacción de sus ideas en la base de datos. De esta manera se asegura la claridad de la idea para su valoración. Esta valoración es realizada por el comité de I+D+i con a una matriz multicriterio. Entre los criterios considerados están los beneficios económicos esperados, costes de los proyectos, capacidad técnica y económica de la empresa, etc.

La generación de ideas innovadoras descansan en dos pilares fundamentales:

1. **Vigilancia:** En LAMBDA-Constructora la vigilancia se define como el esfuerzo sistemático y organizado, llevado a cabo por la empresa, de observación, captación, análisis, difusión y recuperación de información sobre los hechos del entorno relevantes para la misma, por poder implicar una oportunidad o amenaza para ésta, con objeto de

poder tomar decisiones estratégicas con menor riesgo y anticiparse a los cambios. Esta permite estar atenta a la evolución de su entorno y explotar las oportunidades que ofrecen los cambios que se producen dando así valor a sus clientes. Además, es un mecanismo que facilita la posterior aportación de ideas gracias a la amplia recopilación de información llevada a cabo. Esta información generada está disponible para todos los empleados. La vigilancia consta de tres fases (ver Figura 6.12):

- Recopilación.
- Análisis.
- Registro de la información en el sistema de gestión documental.



Figura 6.12. Actividad de vigilancia LAMBDA-Constructora

La primera fase consiste en recopilar la información de interés existente en las fuentes de información periódicas (revistas, páginas web, boletines informáticos, etc.) y puntuales (visitas a ferias, charlas, etc.) manejadas por los distintos departamentos de la empresa. Cada una de las fuentes seleccionadas tiene un responsable, encargado de estudiar la información asignada y, cuando localice algún documento, artículo, noticia, etc. que pudiera resultar de interés, asegurarse de que el documento queda incluido en la aplicación informática de gestión documental disponible.

Para ello, el responsable de la fuente de información realiza un resumen del documento, establece descriptores de búsqueda y los clasifica dentro del sistema de I+D+i. La clasificación de la fuente se realiza en factores que resultan de interés para la generación de ideas y conocimiento del entorno y, por tanto, requieren ser vigilados. Además, LAMBDA-Constructora reconoce la prevalencia de algunos factores o la existencia de factores claves que nacen de la estrategia general o de innovación de la empresa. Estos factores claves lo determina el comité de I+D+i.

RECOPIACIÓN FUENTES EXTERNAS DE INFORMACIÓN. PROYECTO I+D+i		
(1) Publicaciones escritas (revistas, boletines)		
(2) Boletín informático		
(3) Consulta periódica en web		
TÍTULO	SOORTE Y EMISOR	PERIODICIDAD
CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE		
Boletín FFII	3	FOMENTO INNOVACIÓN INDUSTRIAL
FORO AEC	3	ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD
COMPRAS		
Revista CONSTRUCCION Alimarket	1	Construcción Alimarket
INSTALACIONES		
MONTAJES E INSTALACIONES	1	REED BUSINESS INFORMATION, SAU
ERA SOLAR ENERGIA	1	SAPT PUBLICACIONES TECNICAS, S.L.
CONSTRUCCIÓN		
INGENIERIA CIVIL	1	Revista del CEDEX
ARTE Y CEMENTO	1	REED BUSINESS INFORMATION, SAU
PROMATERIALES	1	Editorial Protindas
HORMIGÓN Y ACERO	1	ACHE
INGENIERIA DEL AGUA	1	GRUPO BTP
CUADERNOS INTEMAC	1	INTEMAC
GALVANIZACIÓN	1	Asoc. Técn. Española de Galvanización
CAUCE	1	Colegio de Caminos, Canales y Puertos
INGENIERIA Y TERRITORIO	1	Colegio de Caminos, Canales y Puertos
STRUCTURALIA	3	Structuralia
BOLETIN DE LA PTEC	3	Plataforma Tecnológica de la Const
ASFALTOS		
CARRETERAS	1	Asociación Española de la Carretera

Figura 6.13. Ejemplo de listado de fuentes de información de LAMBDA-Constructora⁵³⁰

⁵³⁰ Presentación del sistema de I+D+i, del 12 de Febrero de 2008.

A continuación se muestra una pantalla de la aplicación de Gestión Documental utilizada por LAMBDA-Constructora (ver Figura 6.14).

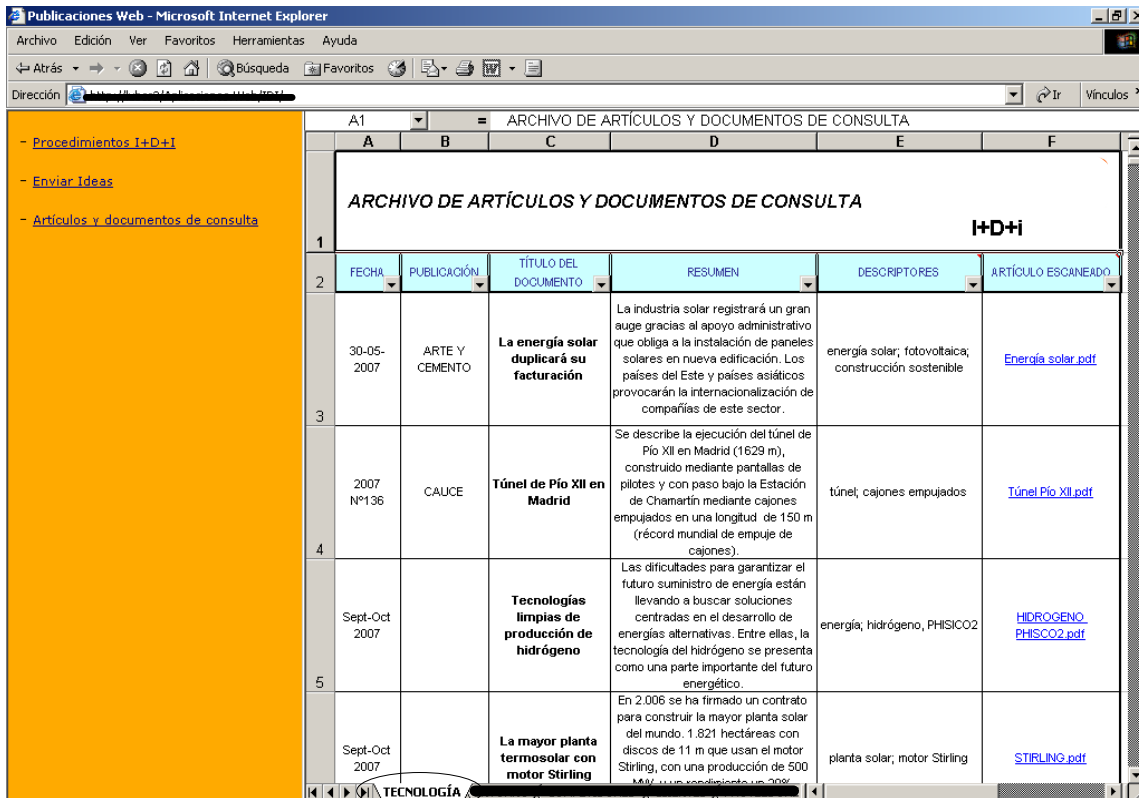


Figura 6.14. Aplicación de gestión documental LAMBDA-Constructora

Para asegurar el análisis sistemático de la información en estos factores generales y claves, LAMBDA-Constructora utiliza la figura del especialista. El especialista debe reflejar su labor en una segunda aplicación del sistema de gestión documental de la I+D+i, donde incluye un resumen de las conclusiones extraídas del estudio del factor clave asignado en el período correspondiente (ver Figura 6.15).

Ficha Tecnología

FACTOR DE VIGILANCIA GENERAL	TECNOLOGÍA			
PERIODICIDAD DE VIGILANCIA	octubre-07			

RESULTADOS VIGILANCIA				
TIPO	FECHA VIGILANCIA	CONCLUSIONES	GENERA IDEA?	SUPERVISIÓN RESPONSABLE REVISIÓN VIGILANCIA
CRÍTICO Nº1	16-10-07	La normativa y los métodos simplificados actualmente utilizados para estimar los plazos de descimbrado sobrestiman dichos plazos, al considerar condiciones críticas de las variables del problema. Afinando los modelos de cálculo se podría reducir notablemente el tiempo de cimbrado de plantas y por tanto de ejecución de la obra.	SÍ	

Figura 6.15. Ejemplo de vigilancia del factor clave: procedimientos constructivos-ahorro de tiempo y costes

La información incluida en el sistema documental está a disposición de todos los colaboradores para que hagan uso de ella, y se informen de aquellos temas que les sean de utilidad para dar solución a proyectos de construcción o generar ideas innovadoras.

2. **Creatividad:** Unos de los pilares del Sistema de Gestión de I+D+i es la aportación, por parte del personal de LAMBDA-Constructoras, de ideas de cualquier tipo que puedan mejorar el funcionamiento diario de la empresa. Estas ideas aparecerán básicamente por tres vías:
 - i. A través de la vigilancia de los factores por parte de los responsables de fuentes de información y/o especialistas, al generarse alguna idea en relación con lo analizado.
 - ii. De las reuniones del comité de especialistas y expertos
 - iii. Espontáneamente mediante el aporte de alguna idea por cualquier miembro de la empresa.

Las ideas aportadas quedan documentadas en una aplicación informática para su posterior análisis y valoración por parte de la unidad de gestión de I+D+i. La Tabla de Ideas de I+D+i se actualiza de forma automática desde las aplicaciones cumplimentadas por los especialistas, o bien de forma personalizada por parte del resto de personal de LAMBDA-Constructora a través del correo electrónico y/o de las ideas originadas por el comité de especialistas y expertos. Por lo tanto, en este sistema es fundamental la participación activa de todos los miembros de la organización quienes a través de sus ideas permiten el desarrollo de proyectos innovadores.

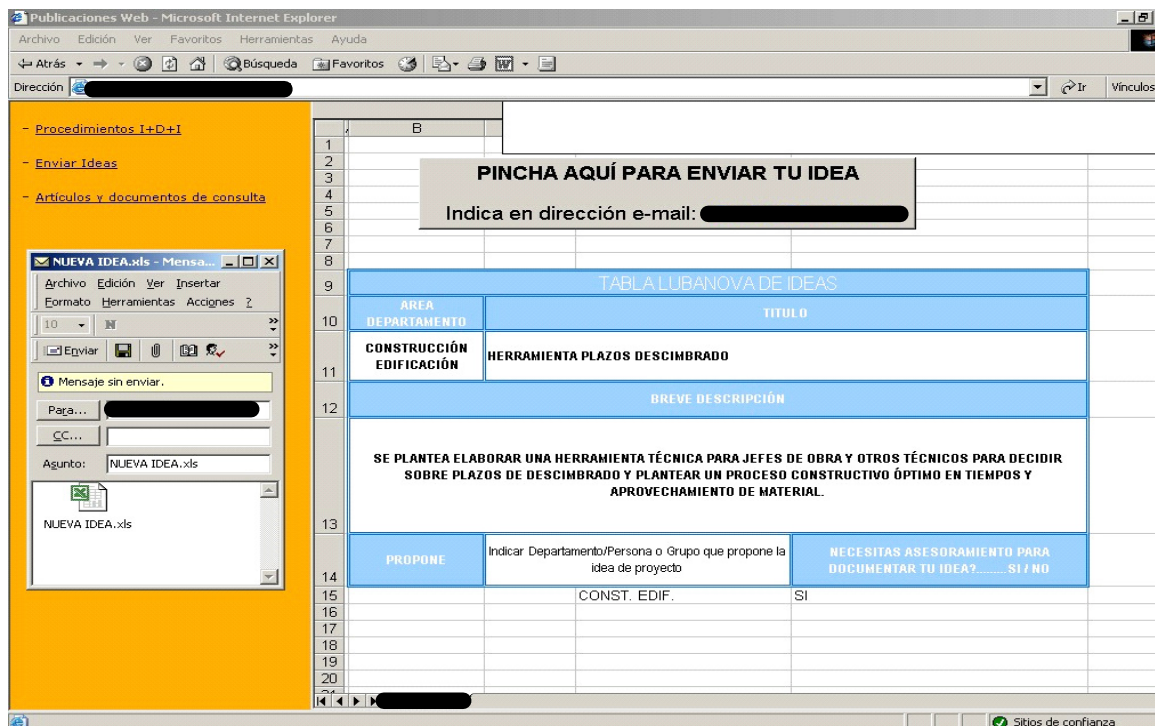


Figura 6.16. Ejemplo de registro de idea dentro del sistema de I+D+i

Los comités de especialistas y expertos se convierten en sesiones de lluvias de ideas llevadas a cabo con la participación de los especialistas de la empresa y expertos. Los especialistas son los componentes de los grupos responsables de la vigilancia y los expertos

corresponden a técnicos dentro o fuera de la empresa que por su conocimiento y/o experiencia son invitados a participar de estas sesiones.

La selección de las mejores ideas para desarrollar proyectos en I+D+i es realizada por el comité de I+D+i por medio de una matriz multicriterio. Cada criterio representa la preferencia de la empresa por ciertos atributos que debe poseer una idea innovadora. Los criterios son derivados de la definición de innovación, la estrategia y líneas de innovación vigentes en la empresa. Los criterios son valorados en una escala que va desde el 0 al 9. Actualmente, estos criterios son 7. El peso de cada criterio es distinto en función de su contribución para cumplir con la estrategia en innovación. La puntuación final que obtiene cada idea es la suma ponderada del valor que obtiene en cada uno de los criterios.

Criterios	Valor criterio	Ideas																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		Adhirse al proyecto internacional AB y estudiar comparación con edificio similar.	Rubessun membrana de caucho	Paseo para muros	Domotica en viviendas construidas	Sistemas de protección XY, s.l.	Promoción - captación mediante envío msn por bluecch	Instalación de reciclado de neumáticos para generar granulado de caucho	Utilización de un aditivo que mejora la combustión y reduce el consumo	Camisa de protección en tolva	Utilización de la herramienta de planificación y control para jefes de obra como innovación	Detección de unidades de obra singulares	"Casas de arena"	Bioconstrucción en zonas urbanas	Hormigón transparente	Premios para montaje posteriores de puertas de ascensores	Pretabricados tipo contenedor	Impermeabilización losas de forjados cubiertas	Descubrimiento de forjados semibridados	Forjado sanitario	Muebles guías para muro pantalla	Fichas técnicas
Contribución a los objetivos y estrategia	0,231	4	5	3	5	6	7	6	8	7	8	9	5	7	6	7	9	9	8	7	6	9
Relación beneficios/coste	0,231	2	3	3	2	3	3	3	9	4	6	7	3	3	4	9	9	9	9	3	3	9
Grado de especificidad	0,154	3	4	3	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	8	8	8	8	6	5	6
Repercusión en el mercado y/o sector	0,154	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	6	3	3	8	4	7	6	5	3	8	4
Financiación	0,077	1	4	2	2	4	5	1	0	0	4	4	4	4	4	3	6	6	6	4	4	4
Capacidad de desarrollo	0,077	5	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	9	6	6	9	4	4	9
Nivel de competencia	0,076	1	2	1	2	2	2	1	2	1	2	9	1	2	2	9	9	5	9	2	2	8
TOTAL	1	2,69	3,69	2,85	3,31	3,93	4,23	3,70	5,47	3,93	5,39	6,54	3,62	4,16	4,93	7,15	8,08	7,62	7,77	4,46	4,85	7,31

Figura 6.17. Ejemplo de evaluación de ideas según criterios preestablecidos

Finalmente, se obtiene el promedio de los valores finales de cada evaluador. Este promedio es utilizado para ordenar las ideas de mayor a menor valor. Es de señalar que estos criterios y su peso dentro de la matriz son conocidos por todos los miembros de la organización.

6.5.1.5.2 El subproceso de generación de proyectos de I+D+i

Este subproceso busca incorporar aquellos anteproyectos generados desde las mejores ideas a la cartera de proyectos de I+D+i. En consecuencia, esta fase comienza con las ideas mejor valoradas, por el comité de I+D+i, y finaliza con la incorporación de todos, parte, uno o ninguno de los anteproyectos a la cartera de proyectos de I+D+i. La cantidad de ideas seleccionadas para transformarse en anteproyectos se basa en la capacidad de LAMBDA-Constructora para acometerlos.

Cada una de las ideas seleccionadas tiene un responsable de llevar a cabo la generación del anteproyecto respectivo. Aunque, la responsabilidad del desarrollo de los anteproyectos recae en el departamento de I+D+i, es el comité quien designa al responsable del anteproyecto. Normalmente, esta persona pertenece al departamento de I+D+i, aunque trabaje en

colaboración con los creadores de la idea. En general, cada anteproyecto, debe contemplar para su evaluación por la dirección de LAMBDA-Constructora, los siguientes aspectos:

1. Responsable de anteproyecto
2. Objetivos y alcances
3. Descripción del diseño y características del proyecto
4. Necesidad de recursos / tiempo / costes
5. Esquemas gráficos preliminares
6. Valoración inicial del estado del arte

Nº	Idea	Puntuación
1	Prefabricados tipo contenedor	8,04
2	Descimbrado de forjados semifabricados	7,45
3	Impermeabilización losas de forjados cubiertas	7,34
4	Fichas técnicas	6,91
5	Premarcos para montaje posteriores de puertas de ascensores	6,64
6	Detección de unidades de obra singulares	6,47
7	Hormigón transparente	5,55
8	Utilización de la herramienta de planificación y control para jefes de obra como innovación	5,36
9	Forjado sanitario	5,36
10	Muretes guías para muro pantalla	5,18
11	Utilización de un aditivo que mejora la combustión y reduce el consumo	5,17
12	Bioconstrucción en zonas urbanas	5,07
13	"Casas de arena"	4,76
14	Promoción - captación mediante envío msm por bluetooth	4,57
15	Sistemas de protección XY, s.l.	4,36
16	Rubbessun membrana de caucho	4,05
17	Instalación de reciclado de neumáticos para generar granulado de caucho	3,99
18	Camisa de protección en tolva	3,95
19	Domotica en viviendas construidas	3,91
20	Adherirse al proyecto internacional AB y estudiar comparación con edificio similar	3,36
21	Pasarela para muros	3,35

Figura 6.18. Ejemplo de priorización de ideas innovadoras

Las fichas de anteproyectos son analizadas por la dirección, quien seleccionará los que se desarrolle como proyectos de I+D+i. Para su decisión se tiene en cuenta, además de la información recopilada en las fichas, la estimación del riesgo supuesto en cada uno de los casos y la probabilidad de lograr una posterior certificación según la norma UNE 166001.

Finalmente, con los proyectos de I+D+i aprobados por la dirección se actualiza la tabla de ideas innovadoras para incluir las no aprobadas. A estas ideas se les vinculará en la tabla con sus fichas de anteproyecto para ser consideradas en futuras selecciones.

Al margen de la fase de selección de ideas, la dirección puede desarrollar anteproyectos de I+D+i para dar respuesta a problemas de obras o requerimientos puntuales de los clientes. Dado que este caso puntual se puede dar en cualquier momento del año, el anteproyecto respectivo es introducido en este punto del proceso de gestión de la I+D+i.

6.5.1.5.3 El subproceso de planificación, seguimiento y control de proyectos de I+D+i

Abarca desde la elaboración del proyecto detallado de I+D+i hasta el momento previo a su aplicación en obra o en algún departamento de la empresa. Este subproceso puede ser paralelo al de implantación de la innovación en obra. Esto ocurre cuando el proyecto de I+D+i es elaborado para responder a la necesidad de una obra específica. Este subproceso es

responsabilidad del departamento de I+D+i y, en especial, del responsable del proyecto (normalmente la persona que en la etapa anterior era responsable del anteproyecto). El responsable de proyecto deberá documentar con más detalle el proyecto (resumen, estructura y metodología general, objetivos, innovación propuesta, avances técnicos, etc.), de tal forma que disponga del conocimiento suficiente para realizar la planificación pormenorizada de las actividades y recursos necesarios para su desarrollo. Esta planificación se irá actualizando de acuerdo con el avance del proyecto, redactándose informes de seguimiento, los cuales, incluyen: resultados parciales, fechas reales, costes y recursos consumidos, control de cambios, etc. Estos informes son revisados por la dirección de I+D+i, que será quien tenga la decisión final sobre posibles cambios de la planificación prevista, los recursos empleados o los objetivos planteados.

Durante todo este subproceso, el director del departamento de I+D+i deberá informar al comité de innovación de los avances y resultados, así como, de las medidas tomadas en cada proyecto para asegurar su éxito. Un aspecto considerado, en todos los informes requeridos durante este subproceso, es su estructuración para cumplir con los requerimientos de la administración pública u organismos certificadores para la postulación a beneficios tributarios, subvenciones, etc.

Una vez finalizado el proyecto, el responsable validará y justificará los resultados obtenidos y pasará a redactar el Proyecto de I+D+i reuniendo el contenido de los informes parciales y las conclusiones finales empleando el siguiente guión:

1. MEMORIA
 - a. Resumen del proyecto
 - b. Estructura y metodología general del proyecto
 - c. Objetivos
 - d. Innovación propuesta
 - e. Avances técnicos
 - f. Protección de la propiedad de los resultados
 - g. Legislación aplicable y otras regulaciones
2. PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES Y RECURSOS
 - a. Planificación general: fases del proyecto (incluyendo pruebas piloto, producción y comercialización)
 - b. Descripción de actividades, resultados a obtener y fechas previstas
 - c. Programa de trabajos
 - d. Listado de puntos críticos y gestión de riesgos
 - e. Estructura organizativa: organigrama, perfiles requeridos, tareas y responsabilidades de cada miembro del equipo de trabajo
 - f. Detalle del equipo de trabajo
 - g. Presupuesto: estimación de costes y recursos. procedencia de los recursos
 - h. Documentos justificativos de costes / gastos
3. DETALLES Y JUSTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE I+D+i
 - i. Situación técnica actual
 - j. Limitaciones técnicas del estado actual
 - k. Avances propuestos
 - l. Anexos
4. PLAN DE CALIDAD Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO
 - a. Control de la documentación y seguimiento de la planificación
 - b. Resultados obtenidos
 - c. Informe de ejecución económica

La estructura de informe final planteada por LAMBDA-Constructora cumple todos los requisitos establecidos por la norma UNE 166001 y también por el Real Decreto 143/2003 (deducciones fiscales por actividades de I+D+i).

6.5.1.5.4 El subproceso de implementación de proyectos de I+D+i

Es en esta fase, donde el proyecto de I+D+i se transforma en una herramienta de competitividad para la empresa y, por lo tanto, se define si esta es un fracaso o éxito. La responsabilidad de la implementación de la innovación recae en el encargado de la obra o unidad o departamento que hace uso de la innovación. Este personal se encarga de dirigir al grupo de personas responsables de la implementación de la innovación. Este grupo está formado por el responsable del proyecto de I+D+i, el equipo de proyecto de I+D+i y el personal de la obra o unidad o departamento afectado (equipo de obra). Los resultados de la implantación de la innovación son incorporados a la empresa mediante la oportuna evaluación y retroalimentación.

Antes de iniciar la implementación de la innovación en obra, la unidad de implementación en obra procede a elaborar el proyecto de innovación en obra desde el proyecto de I+D+i del subproceso anterior. Este proyecto es la adaptación del proyecto de I+D+i a las condiciones específicas de obra. El proyecto contiene un diseño y planificación detallada de los trabajos, materiales y equipos, recursos humanos y ensayos e inspecciones requeridas para la implementación de la I+D+i. En su elaboración LAMBDA-Constructora trabaja en conjunto con proveedores y subcontratistas especializados contratados para la obra. Finalizada la redacción del proyecto de I+D+i en obra, la empresa está en condiciones de iniciar la ejecución de las actividades pertenecientes a la innovación. Estos trabajos son constantemente controlados según lo establecido en el proyecto de I+D+i en obra. Terminados los trabajos, el equipo de obra procede a redactar un informe sobre los resultados, así como las recomendaciones para futuros desarrollos.

6.5.1.5.5 El subproceso de transferencia y resguardo del conocimiento

Corresponde a la última fase del sistema de innovación y persigue que la organización aplique continuamente el conocimiento desarrollado como herramienta de competitividad, además, de asegurar que dicha ventaja no sea copiada y utilizada por sus competidores sin beneficio alguno para la empresa.

Este subproceso consta de dos actividades. La primera, esta orientada a la difusión y aplicación de los resultados de la innovación en la empresa. Esta actividad es responsabilidad del departamento de I+D+i. Actualmente, las principales herramientas utilizadas para este fin por LAMBDA-Constructora corresponden a las jornadas de la innovación y el uso de los medios internos de comunicación (boletín interno, TV interna, etc.). A modo de ejemplo, durante el proceso de certificación del sistema de gestión de I+D+i se realizaron charlas explicativas en las delegaciones y una jornada de innovación. Parte de la charla contempló la presentación de los proyectos certificados o en proceso de certificación. Estos proyectos fueron dos:

1. El proyecto “Puente ejecutado mediante el sistema de vigas preensambladas” es un claro ejemplo de cómo la solución de un problema de obra se transforma en una innovación y su resultado es un nuevo proceso constructivo para transportar vigas prefabricadas en

artesa de dimensiones máximas de 16,00 m, ensamblarlas en tierra mediante un postesado, y posteriormente elevarlas mediante potentes medios a su posición definitiva.

2. El proyecto de “Investigación aplicada a la regeneración de firmes de hormigón con aglomerados asfáltico fabricado a partir de betún modificado con polvo de neumático” que busca desarrollar la tecnología necesarias para el uso de betún-caucho en la regeneración de un pavimento y, de esta manera, cumplir con el requisito establecido por el cliente.

Además, la empresa está trabajando en el desarrollo de una base documental que contenga los informes finales de los proyectos de I+D+i, así como, las recomendaciones de los jefes de obras en donde se ha introducido la innovación. Esta base podrá ser consultada por todos los miembros de la organización. No obstante, debemos indicar que aún queda pendiente por desarrollar aspectos de la gestión del conocimiento en la empresa.

La segunda, focalizada en el resguardo del conocimiento generado en patentes u otro documento equivalente. Es importante remarcar que gran parte de esta actividad es llevada a cabo a lo largo de todo el proceso de innovación. No obstante, cuando finaliza el proyecto de I+D+i la empresa debe evaluar todos los instrumentos de protección existentes (secreto comercial ó protección administrativa). LAMBDA-Constructora pone especial cuidado en la protección de la información de I+D+i en los contratos vigentes con personas, empresas o instituciones. En particular, ha desarrollado acuerdos específicos para convenios de colaboración y modificado los contratos laborales para incluir su reserva o confidencialidad en la información clave para la empresa.

Por otro lado, la empresa ha establecido indicadores de desempeño para el sistema y cada uno de los subprocesos. Estos indicadores permiten conocer el comportamiento innovador del sistema y el cumplimiento de los objetivos planteados por la dirección. Estos indicadores son:

1. N° de fuentes de información periódicas.
2. % de registro de vigilancia que derivan en ideas.
3. N° de ideas acumuladas en el ejercicio.
4. N° de productos de I+D+i protegidos administrativamente o certificados.
5. N° de empresas del sector certificadas por la UNE 166002.
6. % anual de licitaciones oficiales que consideran en la evaluación técnica proyectos de I+D+i.
7. N° de ideas seleccionadas como anteproyectos.
8. % de ideas seleccionadas como anteproyecto.
9. N° de anteproyectos aprobados como proyectos.
10. Duración media del ciclo de innovación.
11. N° de organismos, instituciones o empresas con las cuales existen acuerdos de colaboración en I+D+i.

También, su integración como un proceso más dentro del sistema de calidad permite la mejora del sistema.

6.5.2 Implantación del sistema de I+D+i: La gestión del cambio.

Una vez desarrollado el sistema de I+D+i se debe asegurar su aplicación dentro de la organización, lo cual significa, la participación activa y permanente de todos los miembros en el sistema. De este modo, se pretende que después de dos años no pase a ser una carga más para la empresa. La implantación del sistema tiene la ventaja de la experiencia dada por los

sistemas de calidad y prevención previamente implantados por la empresa. Esta experiencia enseña que es difícil establecer cambios que afecten la forma de hacer las cosas por las personas. Y por ello, es necesario apoyarse en las herramientas que facilitan la gestión del cambio. LAMBDA-Constructora es consciente que la implantación de un nuevo proceso plantea problemas específicos, que deben ser considerados para asegurar en la medida de lo posible que la organización pueda alcanzar las ventajas esperadas.

Para explicar en LAMBDA-Constructora qué significa el proceso de cambio se recurre al modelo de Lewin⁵³¹. El modelo pone en manifiesto dos conceptos relevantes para entender el proceso de cambio. La primera idea es que la situación o comportamiento existente es resultado del equilibrio de fuerzas opuestas. La segunda idea es que el cambio es un proceso de tres etapas: descongelar el comportamiento anterior, moverse hacia un nuevo nivel de comportamiento y congelar el comportamiento en el nuevo nivel. De esta forma, este modelo es útil para explicar que cambiar implica mover la organización desde un punto de equilibrio a un nivel nuevo deseado y mantenerlo ahí. En consecuencia, LAMBDA-Constructora elaboró un proceso de implantación del sistema que contempla tres etapas:

1. **Difusión** del sistema de I+D+i para el conocimiento del personal.
2. **Certificación** del sistema de gestión por la norma UNE 166002 y desarrollo y fomento de una cultura innovadora.
3. **Funcionamiento** del sistema, es decir, el uso constante del sistema de I+D+i por la organización.

En todas estas etapas es necesario la formación del personal en I+D+i y el incentivo constante del espíritu innovador.

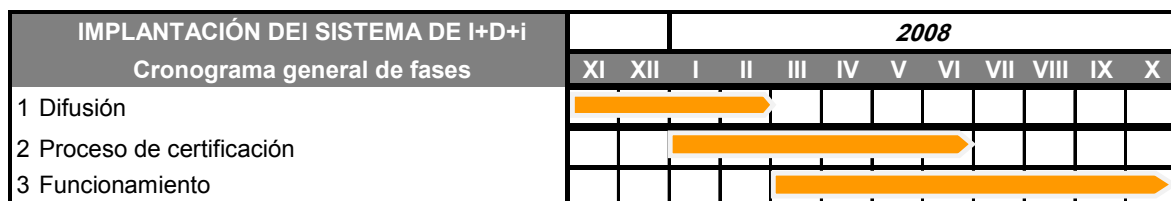


Figura 6.19. Cronograma de implantación del sistema de I+D+i en LAMBDA-Constructora

Para dirigir el proceso de cambio se recurrió al modelo de gestión del cambio de Kotter⁵³². Este modelo consta de ocho fases que la dirección debe ejecutar para cambiar a la organización de un estado a otro. En la Tabla 6.4 se han asociado las diferentes fases del modelo de Kotter con las etapas del modelo de Lewin.

Cuatro principios básicos rigen el modelo de Kotter:

1. Todos los pasos son necesarios.
2. El proceso es dinámico.
3. Varios pasos pueden ocurrir de forma simultánea y continua.
4. Cambiar es un proceso iterativo.

⁵³¹ Lewin K. (1951) "Field theory in social science". Harper & Row, Nueva York.

⁵³² Kotter J. P. (1995) "Leading change: why transformation effort fail". Harvard Business Review, Marzo-Abril, pp. 59-67.

Etapas de la implantación del sistema de I+D+i	Etapas del Modelo de Lewin	Fases del modelo de gestión del cambio de Kotter
Difusión	Descongelar	1. Establecimiento de un sentido de urgencia. 2. Creación de una coalición guía poderosa. 3. Creación de una visión. 4. Comunicación de la visión para conseguir la aceptación.
Proceso de certificación	Cambiar-Moverse	5. Potenciar a otros para poner en práctica la visión. 6. Planificar la obtención de éxitos a corto plazo.
Funcionamiento	Congelar	7. Consolidar las mejoras y producir más cambios. 8. Institucionalizar nuevos métodos.

Tabla 6.4. Relación entre las etapas de implementación del sistema de I+D+i y los diferentes modelos de gestión del cambio

Debemos señalar que esta tesis analiza el proceso inicial de implantación del sistema de I+D+i que comprende hasta la certificación del sistema.

6.5.2.1 Difusión (Descongelar)

La primera etapa del modelo de Lewin es la creación y potencialización de las fuerzas impulsoras y/o eliminación o disminución de las fuerzas restrictivas del cambio para facilitar el desplazamiento de la organización a una situación deseada. En nuestro caso el estado deseado es el uso habitual por la organización del sistema de gestión de I+D+i y la existencia de una cultura innovadora.

El modelo de gestión utilizado para facilitar el cambio fue el modelo de Kotter. A esta etapa corresponden las cuatro primeras fases:

1. Establecimiento de un sentido de urgencia.
2. Creación de una coalición guía poderosa.
3. Creación de una visión.
4. Comunicación de la visión para conseguir la aceptación.

Así, las actividades desarrolladas tienen por objetivo establecer un sentido de urgencia con respecto a la innovación, comunicar y explicar la solución adoptada por la dirección para conseguir los resultados esperados, obtener la aceptación y entendimiento de la organización y potenciar en la organización esta nueva visión. Entonces, el plan de difusión responde a las siguientes preguntas: ¿porqué debemos innovar?, ¿cómo lo haremos?, ¿cuáles son las características del sistema de innovación?, ¿cómo participan los empleados?, ¿qué reconocimientos/recompensas reciben?, etc.

La difusión del sistema comenzó en Octubre de 2007. La primera etapa abarcó un período de seis meses, hasta Febrero de 2008. Durante esta etapa el equipo investigador realizó un total de cinco reuniones de trabajo. En ellas, se revisaron el cumplimiento y resultados de las tareas asignadas, en especial, las ejecutadas por los responsables de la empresa; se analizaron, debatieron y planificaron las tareas de difusión para el siguiente periodo; y, para terminar, se asignaron las tareas a cada una de las partes del equipo. Es importante señalar que gran parte de estos trabajos recaen en el personal de LAMBDA-Constructora. En general, los asesores ejecutaron actividades de apoyo al proceso de difusión, que fueron⁵³³:

1. **Comunicación del sistema de gestión de la I+D+i:** A través de diversas herramientas se explican las razones por la cuales la organización debe innovar y los procesos

⁵³³ Acta de Reunión: 010S-07, del 15 de Octubre de 2007.

desarrollados por la dirección para gestionar la I+D+i, así como, la forma de acceder a la información disponible del sistema en la intranet de la empresa. Las herramientas son:

- a. Correo electrónico
- b. Boletín interno de la empresa
- c. Reuniones de presentación del sistema en las delegaciones
- d. Anuncios en la televisión interna de la empresa
- e. Publicidad en prensa
- f. Manual de acogida de la empresa

La encuesta interna⁵³⁴ realizada reconoce la eficacia de estas técnicas para comunicar la necesidad de innovar

2. ***Presentación del sistema en todas las delegaciones por parte del Director de I+D+i:*** El fin de estas presentaciones es familiarizar a la organización en el proceso innovador. Para ello, se explican los términos y concepto asociados con la innovación; los objetivos perseguidos por la dirección; las normas UNE 166000; el sistema de gestión de la I+D+i; y, para terminar, los proyectos de I+D+i realizados o en ejecución.
3. ***Charlas explicativas al personal de obras:*** Su objetivo es comunicar y explicar el sistema de I+D+i al personal de cada obra, recopilar ideas, detectar proyectos de I+D+i no documentados e informar los avances de los proyectos en curso.
4. ***Comunicación de los resultados del comité de especialistas y expertos*** en el boletín interno y pantallas de la empresa.
5. ***Realizar recordatorios periódicos*** (correo electrónico, intranet, publicación de resultados de indicadores, etc.).
6. ***Difusión de los mejores artículos*** seleccionados por los responsables de fuentes de información.

6.5.2.2 Proceso para la certificación I+D+i (cambiar-moverse)

La siguiente etapa del modelo de cambio de Lewin corresponde al desplazamiento de la organización al estado deseado. Para esta etapa se aplicaron las fases 5 y 6 del modelo de Kotter. Estas etapas corresponden a potenciar a otros para poner en práctica la visión y planificar la obtención de éxitos a corto plazo. La certificación del sistema de I+D+i por la norma UNE 166002 acredita la puesta en práctica de la visión, es decir, el uso del sistema de gestión de I+D+i. Además, corresponde a una meta de corto plazo. Por otro lado, la realización de las encuestas de validación de los resultados del estudio permite conocer el cambio cultural que experimenta la empresa.

El proceso de certificación involucra la realización y documentación de las actividades necesarias para demostrar ante el organismo auditor que el sistema de gestión cumple con los requisitos establecidos por la norma UNE 166002. Esta etapa se inicia con la ejecución de primera actividad perteneciente al sistema de gestión de la I+D+i. En este caso, correspondió al análisis interno y externo de la empresa. A igual que en el proceso anterior, se utilizó la metodología de equipos de trabajo para el seguimiento y control de la ejecución de las actividades contempladas en el sistema de gestión de I+D+i. En total se realizaron cuatro reuniones asociadas a este proceso.

Las actividades ejecutadas durante el proceso de certificación correspondieron a:

⁵³⁴ Encuesta interna en I+D+i, de Mayo de 2008.

1. **Análisis interno y externo de la empresa**^{535,536}, de acuerdo a lo señalado en el sistema de I+D+i. De este análisis emergen la estrategia y sus líneas de acción, así como, los factores de vigilancia asociados al sistema.
2. **Inicio del sistema**⁵³⁷.
3. **Realización de las encuestas a las partes interesadas del sistema**⁵³⁸: Su objetivo es conocer las necesidades y expectativas de las partes interesadas del sistema. Para ello, se realizan encuestas a directivos, organización, proveedores y clientes.
4. **Jornadas de la innovación**⁵³⁹: En paralelo, con el proceso de presentación del sistema en las delegaciones, se presentan los resultados de los proyectos de I+D+i certificados.
5. **1ª Reunión del Comité de I+D+i**⁵⁴⁰: En la primera reunión del comité se llevan a cabo las siguientes actuaciones:
 - a. Analizar el primer informe del estado y desempeño del sistema.
 - b. Establecer los factores críticos de vigilancia.
 - c. Fijar los indicadores de los subprocesos.
 - d. Precisar los objetivos del sistema, los cuales, son evaluados por medio de los indicadores.
 - e. Determinar los responsables de las actividades o subprocesos.
 - f. Seleccionar ideas para transformarse en anteproyectos de I+D+i.
6. **Generación de anteproyectos de I+D+i**. Solamente cinco ideas fueron seleccionadas por el comité de I+D+i para transformarse en anteproyectos que son evaluados por la dirección de LAMBDA-Constructora.
7. **Comité de especialistas y expertos**⁵⁴¹: Tal como lo fija el subproceso de generación de ideas se lleva a cabo una sesión de lluvias de ideas. Las ideas resultantes se focalizan en la mejora de procesos constructivos y documentación del conocimiento a través de fichas técnicas, memorias de obras, etc.
8. **Auditoría interna**⁵⁴²: Esta fue realizada el 30 de abril de 2008.
9. **Subsanación de no conformidades auditoría interna**: Del informe de auditoría se planifican las actividades necesarias para corregir las deficiencias detectadas.
10. **Informes de seguimiento y control de proyectos de I+D+i en curso**⁵⁴³: Los proyectos en ejecución son evaluados con la regularidad establecida en el sistema según la ficha de control y seguimiento de proyectos de I+D+i. En ella se controlan los resultados obtenidos, la variación de coste y plazos, y el control de las necesidades y requerimientos de las partes interesadas.
11. **2ª Reunión Comité de I+D+i**⁵⁴⁴: El 26 de abril de 2008 se llevó a cabo la segunda reunión del comité de I+D+i. En ella, se presentaron los resultados de la auditoría externa y las acciones correctivas ejecutadas por el departamento de I+D+i. Además, se analizaron los indicadores y resultados de cada subproceso y del sistema; y se revisaron los informes de seguimiento y control de proyectos en curso.
12. **Evaluación y selección de anteproyectos de I+D+i por la dirección**: El anteproyecto de I+D+i “Módulos prefabricados para centros escolares” es aprobado por la Dirección.

⁵³⁵ Acta de Reunión 011S-07, del 19 de Octubre de 2007.

⁵³⁶ Acta de Reunión 012S-07, del 29 de Octubre de 2007.

⁵³⁷ Acta de Reunión 013S-07, del 21 de Noviembre de 2007.

⁵³⁸ Acta de Reunión 014S-08, del 10 de Diciembre de 2008.

⁵³⁹ Acta de Reunión 017S-08, del 25 de Abril de 2008.

⁵⁴⁰ Acta del Comité Calidad e I+D+i, cierre ejercicio 2007, del 15 de Febrero de 2008.

⁵⁴¹ Acta Comité de Especialistas y Expertos 01/08, del 25 de Abril de 2008.

⁵⁴² Informe de Auditoría del Sistema de Gestión de I+D+i, de 30 de Abril de 2008.

⁵⁴³ Informe de Auditoría del Sistema de Gestión de I+D+i, de 30 de Abril de 2008.

⁵⁴⁴ Acta del Comité de I+D+i, de 26 de Mayo de 2008.

13. **Generación del diseño y planificación detallada de anteproyectos aprobados por la dirección**⁵⁴⁵: Se desarrolla un diseño y planificación detallada del proyecto de I+D+i aprobado por la Dirección.
14. **Auditoría de certificación**⁵⁴⁶: Realizada el 29 de Mayo de 2008.
15. **Subsanación de no conformidades auditoría de certificación**: Del informe de auditoría se planifican las actividades necesarias para corregir las deficiencias detectadas dentro de los siguientes 30 días y se envía el informe de subsanación al organismo certificador.
16. **Certificación del sistema de gestión de I+D+i**⁵⁴⁷: Certificado, emitido el 14 de Julio de 2008.

6.5.2.3 Funcionamiento del sistema (Congelar)

Corresponde a la etapa final del proceso de implantación del sistema. Su objetivo es incentivar en los empleados la generación continua de ideas innovadoras y su participación activa en las actividades. Según Kotter se consolidan las mejoras, se producen más cambios y se institucionalizan nuevos métodos. Además, esta etapa es la de mayor duración. Para obtener estos objetivos se están estudiando tres líneas de acción, las cuales son⁵⁴⁸:

1. **Establecimiento de competencias y funciones**: La dirección de LAMBDA-Constructora establece la creatividad como una competencia a evaluar en todos los miembros de la organización. Su principal indicador es el número de ideas generadas anualmente por persona. Complementando esta competencia se encuentra el establecimiento de requisitos y funciones en los cargos que participan en la gestión del sistema.
2. **Premios y recompensas**: Se considera una herramienta eficaz para incentivar el espíritu y la cultura innovadora. Los empleados cuyas ideas finalicen en proyectos de I+D+i serán premiados, a igual, que la personas que contribuyen en el establecimiento de la cultura innovadora. Además, se espera reconocer los méritos del personal que participe en los proyectos de I+D+i y en las jornadas de innovación.
3. **Formación**: Dos son los ejes a desarrollar:
 - a. La formación del personal para la generación, explicación y justificación de ideas innovadoras. Es decir, el desarrollo de las competencias en I+D necesarias. Esta formación comienza con la entrega junto con el Manual de Formación de la empresa, de la documentación explicativa del sistema de I+D+i.
 - b. El personal que participa en la gestión de la I+D+i debe capacitarse en técnicas y herramientas relacionadas directamente con las funciones del cargo, por ejemplo: búsqueda de información; redacción de proyectos de I+D, gestión de proyectos de I+D; trabajo en equipo; etc.

Finalmente, todas estas líneas se evalúan para establecer su impacto en las prácticas diarias y su contribución al sistema de I+D+i.

6.6 SALIDAS DEL SISTEMA DE I+D+i

Los proyectos de I+D+i son la principal salida del sistema de I+D+i. Pueden o no ser certificados; en todo caso, LAMBDA-Constructora espera de ellos incrementar las capacidades técnicas de la empresa. Entendemos “capacidad técnica” por la aplicación de los

⁵⁴⁵ Informe de Auditoría del Sistema de Gestión de I+D+i, de 30 de Abril del 2008.

⁵⁴⁶ Informe de Auditoría EXP: 1995/0041/IDI/01, del 29 de Mayo de 2008.

⁵⁴⁷ www.aenor.es.

⁵⁴⁸ Actas de Reunión 014S-07, del 10 de Diciembre de 2007.

conocimientos de la ingeniería y la experiencia para completar con éxito los objetivos de los proyectos⁵⁴⁹. De aquellos proyectos certificados por la norma UNE 166001, la empresa espera obtener subvenciones fiscales e incrementar su competitividad en las licitaciones públicas.

A continuación se describen las salidas obtenidas durante el proceso de ajuste del sistema de I+D+i de LAMBDA-Constructora:

1. **Proyectos de I+D+i:** Hasta la fecha de hoy, son dos los proyectos realizados por LAMBDA-Constructora. Todos ellos, han obtenido la certificación como proyectos de I+D+i de acuerdo a la Norma UNE 166001. Se describen brevemente los proyectos certificados, dado que, uno se origina de un problema de obra y, el otro de la necesidad de satisfacer el requerimiento de un cliente.

a. **Puente ejecutado mediante el sistema de vigas preensambladas⁵⁵⁰:** Una de las primeras tareas realizadas por LAMBDA-Constructora fue la búsqueda de soluciones innovadoras implantadas en obras pasadas. Como resultado se determinó que el proceso de construcción planteado para el nuevo puente de acceso al núcleo urbano de Villahermosa, cruzando el río, podría ser considerado una innovación. La estructura consistía en un puente formado por piezas prefabricadas de hormigón pretensado de cinco vanos, con una longitud total entre apoyos de 176 m, con luces de 27,50 + 34,50 + 50,00 + 34,50 + 27,50 m, incluida dentro de una alineación recta en planta, presentando en alzado una pendiente constante del 1,986 %. Por lo que respecta a la sección transversal, se componía de calzada con dos carriles de 3,50 m, y dos aceras de 0,75 m (anchura total: 20,50 m). Además, se le dotó de un bombeo para el drenaje de la misma de un 1%.

El problema que se planteó a la hora de llevar a cabo la construcción del puente mediante vigas prefabricadas fue la dificultad del acceso de los camiones de transporte de vigas a la obra. El trazado de la carretera, tal y como se ha mencionado previamente, no permitía la utilización de transportes convencionales debido, fundamentalmente, a limitaciones en el radio de giro de los camiones y el gálibo horizontal.

Tras un análisis detallado del problema, se llegó a la conclusión de que la viga prefabricada transportable de mayor longitud no podía superar los 16,00 m. Los condicionantes existentes dieron lugar al desarrollo de un proyecto de I+D+i.

El resultado principal del proyecto fue un proceso constructivo novedoso que consistía en transportar vigas prefabricadas en artesa de dimensiones máximas de 16,00 m, ensamblarlas en tierra mediante un postesado, y posteriormente elevarlas mediante potentes medios a su posición definitiva. Allí se procedió a dar continuidad al resto de vanos mediante un nuevo pretensado y el hormigonado de la losa.

b. **Investigación aplicada a la regeneración de firmes de hormigón con aglomerados asfáltico fabricado a partir de betún modificado con polvo de neumático⁵⁵¹:** Los pliegos de bases para la adjudicación y licitación de la obra “Regeneración superficial de los firmes de hormigón hidráulico AP-7 (Tarragona-Valencia)” establecieron como requisito el empleo de capas de aglomerado asfáltico para la regeneración de firmes de hormigón utilizando betún modificado con polvo de neumático (betún-caucho). La participación de LAMBDA-Constructora en la construcción impuso la necesidad de

⁵⁴⁹ Tatum C. B. (2005) “Building better: technical support for construction”. Journal of Construction Engineering and Management, 131 (1), pp. 24-32.

⁵⁵⁰ LAMBDA-Constructora (2006) “Proyecto I+D+i: Puente ejecutado mediante el sistema de vigas preensambladas”.

⁵⁵¹ LAMBDA-Constructora (2007) “Investigación aplicada a la regeneración de firmes de hormigón con aglomerados asfáltico fabricado a partir de betún modificado con polvo de neumático”.

ejecutar un proyecto de I+D+i para desarrollar la tecnología y conocimientos necesarios para cumplir con el requisito establecido por el cliente. El pavimento a regenerar se caracterizaba por:

- i. Tramos constituidos por losas de 25 cm de espesor, sin pasadores, sobre una capa grava-cemento de 20 cm de espesor.
- ii. Longitud de las losas variable, predominando una cadencia 3,8-5,8-4,0-5,0 m.
- iii. La sección transversal es de 2 carriles con una anchura total de 7,5 m, más un arcén de 2,5 m y uno interior, junto a la mediana, de 1,0 m de anchura.
- iv. La existencia de movimiento entre losas consecutivas, debido a la erosión en el apoyo de las mismas y, esporádicamente, por la aparición de losas fisuradas.

Así pues, la solución planteada fue, en primer lugar, la estabilización del pavimento con la inyección de lechada de cemento; luego, un riego de adherencia directamente sobre las losas y sobre el riego una capa de mezcla bituminosa con betún de alto contenido de caucho de espesor entre 4 y 6 cm.

2. **La certificación:** Los proyectos de I+D+i pueden certificar su cumplimiento mediante la norma UNE 166001, siendo este el medio establecido por la Administración para obtener deducciones fiscales por actividades de investigación, desarrollo e innovación tecnológica y justificar que una empresa está realizando I+D+i. Por ello, LAMBDA-Constructora establece como uno de los resultados esperados, para todo proyecto de I+D+i, su certificación. En consecuencia, se procede según el proceso de certificación establecido por AENOR para este fin (ver Figura 2.15). A la fecha de redacción de este documento, LAMBDA-Constructora disponía del “Certificado de Conformidad de Proyectos de I+D+i”⁵⁵² para el proyecto “Puente ejecutado mediante el sistema de vigas preensambladas” y “Certificado de Conformidad de Proyectos de I+D+i”⁵⁵³ para el proyecto “Investigación aplicada a la regeneración de firmes de hormigón con aglomerados asfáltico fabricado a partir de betún modificado con polvo de neumático”.
3. **Subvenciones fiscales:** Una vez obtenidos los certificados, de acuerdo a la Ley 43/1995 de 27 de diciembre, se presentan a la administración pública para obtener deducciones fiscales por actividades de investigación, desarrollo e innovación tecnológicas. Para LAMBDA-Constructora los gastos sujetos a degravación fiscal por el proyecto “Puente ejecutado mediante sistema de vigas preensambladas” supera los 60.000 euros⁵⁵⁴, y para el proyecto “Investigación aplicada a la regeneración de firmes de hormigón con aglomerados asfáltico fabricado a partir de betún modificado con polvo de neumático”⁵⁵⁵ es superior a 240.000 euros.

⁵⁵² AENOR (2007) “Certificado de conformidad de proyectos de I+D+i: Puente ejecutado mediante sistema de vigas preensambladas”. N° certificado: 068/0484/07.

⁵⁵³ AENOR (2008) “Certificado de conformidad de proyectos de I+D+i: Investigación aplicada a la regeneración de firmes de hormigón con aglomerados asfáltico fabricado a partir de betún modificado con polvo de neumático”. N° certificado: 068/0684/08.

⁵⁵⁴ AENOR (2007) “Informe técnico de contenido de proyectos de I+D+i: Puente ejecutado mediante sistema de vigas preensambladas”. N° Expediente: 068/0484/07.

⁵⁵⁵ AENOR (2008) “Certificado de conformidad de proyectos de I+D+i: Investigación aplicada a la regeneración de firmes de hormigón con aglomerados asfáltico fabricado a partir de betún modificado con polvo de neumático”. N° certificado: 068/0684/08.



Figura 6.20. Certificado de contenido y ejecución proyecto I+D+i LAMBDA-Constructora

4. **Incremento de la competitividad:** La dirección de LAMBDA-Constructora define dos aspectos que contribuyen a mejorar la competitividad de la empresa. Primero, desarrollo de una nueva capacidad técnica, es decir, la generación de un conocimiento técnico inexistente al interior de la empresa. Este aspecto es más notorio cuando el proyecto de I+D+i da solución del problema de obra o requerimientos de los clientes. En segundo lugar, la mejora de la puntuación en licitaciones públicas. Esta nueva capacidad técnica de la empresa es valorada por la administración según lo señalado por las nuevas bases administrativas, por lo cual, la empresa se presenta a las licitaciones públicas con mayor garantía de adjudicación.

6.7 ENCUESTAS DE VALIDACIÓN INTERNA DEL SISTEMA DE I+D+i

Para cada una de las actuaciones realizadas era necesario conocer el contexto en el cual se desenvolvería y sus resultados. Así, en un comienzo era conveniente conocer la situación en I+D+i del sector de la construcción y la inclinación de la organización hacia el cambio propuesto. Luego, el ajuste del sistema era adecuado valorar los resultados de las actuaciones y, al término del proceso de implantación, apreciar la integración del sistema de I+D+i con los procesos existentes. Con estos objetivos, se realizaron una serie de encuestas:

1. **Encuesta externa⁵⁵⁶:** Su fin es conocer la situación del sector de la construcción en I+D+i en el año 2006.
2. **Encuesta interna a directivos:** Se pretende determinar la percepción en I+D+i de los directivos previo y posterior a la implementación del sistema.

⁵⁵⁶ Parte de los resultados de estas encuestas fueron publicados en la Revista de Ingeniería de Construcción (Pellicer E., Yepes V., Correa Ch. "Enhancing R&D&I through standardization and certification: the case of Spanish construction industry". Revista Ingeniería de Construcción, 23 (2), pp. 112-119)

3. **Encuesta interna:** Su objetivo es evaluar el impacto de sistema en la organización
4. **Encuesta a proveedores y subcontratistas:** Determinar su efecto sobre las partes interesadas, tal y como, lo requiere la norma UNE 166002.

El cuestionario completo de las encuestas realizadas se encuentra en el anexo A.5 de esta tesis.

La información entregada sobre las encuestas se estructura de la siguiente forma:

1. Información referente a su objetivo
2. Nº de encuestas enviadas (población)
3. Nº de encuestas adecuadamente cumplimentadas (muestra)
4. % de encuestas recibidas con respecto a la población
5. Error muestral
6. Conclusiones

El error muestral para poblaciones finitas se calcula con la siguiente formula⁵⁵⁷:

$$E = Z \sqrt{\frac{S}{n} * \frac{(N - n)}{(N - 1)}}$$

Donde

- E= máximo error de la muestra
- Z= Nivel de confianza elegido (95%)
- S= Varianza poblacional estimada⁵⁵⁸ (0,25).
- N= Tamaño población
- n= Tamaño muestral

A continuación se procede a detallar cada una de las encuestas señaladas anteriormente:

1. **Encuesta externa en I+D+i:** Con el objetivo de conocer el estado de la innovación en la industria nacional de la construcción se elaboró una encuesta en el año 2006⁵⁵⁹. El cuestionario tenía tres objetivos principales:
 - Establecer la estructura organizativa adoptada por las empresas para innovar.
 - Conocer el grado de compromiso de las organizaciones para innovar.
 - Identificar el número de empresas certificadas por la norma UNE 166002 y su relación con otros sistemas de gestión (calidad, medio ambiente, etc.).

La encuesta consta de diez preguntas, con cuatro alternativas de respuesta para cada una de ellas. Para obtener resultados satisfactorios, se realizó una aproximación de Poisson⁵⁶⁰ con la intención de obtener una muestra representativa⁵⁶¹. La diversidad de las empresas que trabajan en el sector es tenida en cuenta a través del tamaño y tipo. De la muestra de 120 empresas, 105 respondieron al cuestionario. Así, el nivel de confianza obtenido es del 95 % y el error de muestra es ± 3.7 %. Las principales conclusiones de la encuesta son:

⁵⁵⁷ Cea M. A. (2004) "Métodos de encuesta: teoría y práctica, errores y mejoras". Editorial Síntesis. Madrid.

⁵⁵⁸ El valor de la varianza de una proporción se maximiza cuando P=0,5.

⁵⁵⁹ Pellicer E., Yepes V., Correa Ch. (2008) "Enhancing R&D&I through standardization and certification: the case of Spanish construction industry". Revista Ingeniería de Construcción, 23 (2), pp. 112-119.

⁵⁶⁰ Se utiliza en proporciones por debajo del 5% o por encima del 95%, de esta forma, $\mu(x) = n p$ y $\sigma(x) = \sqrt{n p}$.

⁵⁶¹ Pellicer E., Yepes V., Correa Ch. (2008) "Enhancing R&D&I through standardization and certification: the case of Spanish construction industry". Revista Ingeniería de Construcción, 23 (2), pp. 112-119.

- El 45% de los encuestados señalan que, en la empresa la reflexión estratégica sigue un proceso formal de tendencias tecnológicas.
- El 91% de las empresas considera la innovación como una actividad positiva para la empresa; sin embargo, el 68% reconoce que el tiempo y los incentivos otorgados a los miembros de la empresa, en aras a llevar a cabo actividades de esta índole, es nulo o insuficiente.
- Existe un consenso absoluto entre los encuestados con respecto al hecho de que las innovaciones tienen lugar de forma gradual o incremental.
- Solo el 9% de los encuestados señala que, la empresa trabaja conjuntamente con clientes y proveedores para innovar en sus procesos fundamentales.
- El 91% de los encuestados señala que la empresa lleva a cabo algún tipo de seguimiento de las tecnologías relacionadas con sus principales competencias. Sin embargo, el 54% de los mismos, reconoce que la empresa no lo hace de manera formal, sino que éste es realizado por algunas personas dentro de la empresa.
- Solamente el 14% de los encuestados afirma que la empresa conoce los fundamentos esenciales para la generación del conocimiento, fomenta la creación de grupos de proyectos y, además, pruebas piloto en aras a alcanzar dicho objetivo.
- El 32% de los encuestados arguye que la empresa cuenta con un departamento específico de I+D+i, si bien el 14% reconoce que es unipersonal. Un hecho relevante es el año en que esos departamentos fueron creados: la mayoría se crearon en 2005 (ver Tabla 6.5).

Año	Número de empresas
2002	3
2003	5
2004	8
2005	18

Tabla 6.5 Año de establecimiento del departamento de I+D+i

- El 5 % de las empresas están certificadas por la UNE 166002, mientras que un 14 % de ellas ha empezado el proceso de certificación (ver Tabla 6.6). Estos datos sugieren una reacción positiva al nuevo escenario.

Distribución	Número de empresas
Empresas no certificadas	80
Empresas en proceso de certificación	15
Empresas certificadas	5

Tabla 6.6 Distribución de empresas según su certificación

- Finalmente, respecto a el tipo de la certificación obtenido, el número de empresas con sistema de gestión de la I+D+i certificados iguala al número de empresas con proyectos de I+D+i certificados. Este hecho insinúa que las constructoras quieren establecer y consolidar su sistemas de gestión de la I+D+i, dado que, contar con proyectos de I+D+i puede ser insuficiente. Por lo tanto, sólo aspiran a obtener la certificación del sistema para incorporarlo dentro de sus procesos.

2. **Encuesta interna a directivos en I+D+i:** Su objetivo es medir la evolución de la percepción de la innovación en los directivos de la empresa. Para ello, la encuesta se realiza en dos etapas.

La primera encuesta se realizó en Mayo del 2006, es decir, durante la fase de análisis de la empresa. Consta de 16 preguntas sobre temas de innovación, estrategia, cultura, estructura organizativa, proceso de innovación y gestión de la I+D+i. Para esta primera etapa, la encuesta se focalizó en los directivos claves de LAMBDA-Constructora (Director del Área de Construcción, Directores de Departamento y Delegados). Así, el número total de directivos encuestados fue de diez. Las principales conclusiones son:

- La innovación no es una prioridad para la empresa.
- No parece haber consenso en lo referente a la relevancia de la innovación en el sector de la construcción.
- Las actividades de innovación en la empresa se llevan a cabo de forma intuitiva (sin seguir un proceso sistemático de seguimiento de tendencias tecnológicas) y, además, no se diferencia claramente entre las actividades de explotación y las de innovación.
- La empresa desarrolla sus actividades productivas de forma análoga a las demás constructoras de tamaño semejante.
- Las innovaciones ofertadas por el mercado se aprovechan simplemente por casualidad.
- La cultura de la empresa no es innovadora.
- La empresa tiene una estructura rígida enfocada al control.
- La empresa conoce sus procesos fundamentales y concentra sus esfuerzos en las actividades ordinarias de explotación, aportando periódicamente mejoras incrementales.
- La empresa, a través de algunas personas, lleva a cabo algún tipo de seguimiento no organizado con respecto a sus principales competencias (hablar con los clientes y proveedores, asistir a ferias de muestras, analizar detenidamente los productos de la competencia, leer revistas técnicas, entre muchas otras).

La segunda encuesta a directivos se realizó en Enero de 2008 para comparar el cambio que ha supuesto la implantación del sistema de la I+D+i. Se enviaron por correo electrónico un total de 19 encuestas. La encuesta incluyó directivos de LAMBDA-Constructora de la primera encuesta más los Subdelegados de Edificación y Obra Civil y el Director del Departamento de Calidad. Una comparación de los resultados de ambas encuestas se llevó a cabo y, de su análisis, se concluye que:

- Existe un cambio positivo sobre la innovación como herramienta de competitividad. De hecho, para el 65% de los directivos “la innovación es un elemento de diferenciación con respecto a las demás empresas constructoras al proveer productos novedosos que satisfarán las necesidades actuales y futuras de nuestros clientes”.
- La encuesta refleja un cambio hacia una cultura innovadora. Los directivos estiman que existe dentro de la empresa una cultura que anima a la innovación y que intenta aprovechar las iniciativas a través de la formación de equipos. Sin embargo, la mayor parte del esfuerzo de la empresa radica en explotar los procesos fundamentales.
- La innovación ha pasado a ser vista como un proceso que puede ser sistematizado. En la primera encuesta, el 90% de los directivos estimaba que la innovación era un proceso intuitivo. Sin embargo, para esta encuesta, el 50% de los encuestados reconocen la sistematización del proceso, en donde la vigilancia tecnológica, la creatividad y la gestión de las ideas son fundamentales.

- La innovación es una tarea asociada a la creatividad y la investigación, siendo necesario asignar recursos humanos y financieros.
- Más de la mitad de los encuestados considera que los temas relacionados con la generación del conocimiento, aprendizaje organizacional, vigilancia y transferencia tecnológica son de interés para la empresa. No obstante, se requiere mejorar o generar las herramientas y técnicas apropiadas para generar un proceso de aprendizaje y experimentación.
- El 68% de los directivos estiman que la innovación es un esfuerzo que requiere de toda la organización.

También, en esta encuesta se incorporan preguntas sobre el proceso de implantación del sistema. Las principales conclusiones son:

- Los encuestados señalan que la comunicación del nuevo sistema dentro de la organización ha sido buena. El 65% de los directivos entiende el sistema de innovación elaborado.
- El uso de la intranet y el correo electrónico han sido los medios más eficaces para comunicar y difundir el sistema. No obstante, para entender los procedimientos del sistema las charlas de difusión realizadas en las delegaciones son el mejor medio.

En resumen, se observa un cambio de tendencia positivo con respecto a la encuesta anterior. La innovación ha cobrado relevancia dentro de la empresa y es considerado como un elemento más de su competitividad. También, el proceso de gestión de la I+D+i ha pasado de ser un proceso intuitivo a uno sistemático.

3. ***Encuesta interna en I+D+i:*** Durante el mes de Mayo de 2008, una parte significativa de los miembros de la organización fueron encuestados vía electrónica sobre los aspectos más relevantes del esfuerzo en I+D+i que LAMBDA-Constructora estaba llevando a cabo. La encuesta constó de un total de 5 preguntas que abordaban aspectos sobre: estrategia, esfuerzo en I+D+i, motivación, comunicación y grado de entendimiento del sistema de I+D+i. De un total de 320 encuestas enviadas se recibieron 124 correctamente completadas. Por lo tanto, el porcentaje de encuestas recibidas corresponde al 38,17% y el error muestral es del 6,9%. El análisis de la encuesta arroja que:
 - El 54% estima que la empresa busca diferenciarse de la competencia a través de la innovación.
 - Más del 80% considera que la organización reconoce la necesidad de innovar e incentiva a sus miembros a realizarlo.
 - En concordancia con el punto anterior, el 68% cree que la empresa promueve y facilita un espíritu innovador, y específicamente, la creatividad.
 - Con respecto al proceso de implantación, la información aportada por la empresa sobre el sistema de innovación es considerada buena, pero, esta aun no ha sido comprendida por todos.

En resumen, la mayoría reconoce la necesidad de innovar para cumplir con los requerimientos del cliente y diferenciarse de la competencia. No obstante, debe potenciarse más los esfuerzos de difusión del nuevo sistema de gestión.

4. ***Encuesta a proveedores y subcontratistas en I+D+i:*** El objetivo es conocer su percepción sobre la actividad innovadora de LAMBDA-Constructora, propia y conjunta. Esta encuesta fue realizada en Enero de 2008. Se enviaron un total de 50 encuestas y se recibieron 29 correctamente completadas. Por lo tanto, el porcentaje de encuestas

recibidas corresponde al 58% y el error muestral es del 11%. Las conclusiones de extraídas desde esta encuesta son:

- La empresa se percibe como innovadora por el 100% los proveedores y subcontratistas.
- El 83% señala que ellos realizan un esfuerzo innovador, sin embargo, solamente el 34,5% lo ha materializado en un departamento de I+D+i; el 31% ha realizado proyectos de I+D+i y ningún de ellos posee actualmente se encuentra certificado por la norma UNE 166002.
- El 65,5% de los proveedores y subcontratistas estima que participa junto con LAMBDA-Constructora en el desarrollo e implementación de innovaciones.

6.8 LISTADO DE FUENTES DE INFORMACIÓN ESPECÍFICAS

Para concluir, las tablas 6.7, 6.8 y 6.9 presentan el listado de fuentes de información específicas recogidas de LAMBDA-Constructora en esta investigación: observación participante, recolección de documentación y encuestas y entrevistas. Cada una de estas fuentes es analizada con la metodología de la teoría fundamentada de datos según lo señalado en el capítulo 5. En cualquier caso, en el siguiente capítulo se expone en detalle el proceso utilizado para ello.

Método de recolección	Fuente de información
<ul style="list-style-type: none"> • Observación participante 	<ul style="list-style-type: none"> • Acta de reunión: 001P-07 de 25 de Abril de 2007 • Acta de reunión: 001S-07 de 19 de Mayo de 2007 • Acta de reunión: 002S-07 de 28 de Mayo de 2007 • Acta de reunión: 003S-07 de 08 de Junio de 2007 • Acta de reunión: 004S-07 de 19 de Junio de 2007 • Acta de reunión: 005S-07 de 03 de Julio de 2007 • Acta de reunión: 006S-07 de 16 de Julio de 2007 • Acta de reunión: 007S-07 de 27 de Julio de 2007 • Acta de reunión: 008S-07 de 11 de Septiembre de 2007 • Acta de reunión: 009S-07 de 25 de Septiembre de 2007 • Acta de reunión: 010S-07 de 15 de Octubre de 2007 • Acta de reunión: 011S-07 de 19 de Octubre de 2007 • Acta de reunión: 012S-07 de 29 de Octubre de 2007 • Acta de reunión: 013S-07 de 21 de Noviembre de 2007 • Acta de reunión: 014S-07 de 10 de Diciembre de 2007 • Acta de reunión: 015S-08 de 28 de Enero de 2008 • Presentación del sistema de 12 de Febrero de 2008 • Acta de reunión: 016S-08 de 22 de Febrero de 2008 • Acta de reunión: 017S-08 de 25 de Abril de 2008 • Comité de especialistas y expertos de 25 de Abril del 2008. <ul style="list-style-type: none"> ○ Acta de comité de especialista y experto ○ Acta de mesa de debate: Edificación ○ Acta de mesa de debate: Obra Civil ○ Acta de foro de especialistas: Entorno ○ Acta de foro de especialistas: Competidores ○ Acta de foro de especialistas: Tecnología ○ Acta de foro de especialistas: Clientes ○ Acta de foro de especialistas: Proveedores

Tabla 6.7 Fuentes de información por el método de observación participante

Método de recolección	Fuente de información
<ul style="list-style-type: none"> • Documentación 	<ul style="list-style-type: none"> • LAMBDA (2007) “Manual de formación” • LAMBDA-Constructora (2008) “Manual de I+D+i” <ul style="list-style-type: none"> a. Mapa del proceso de I+D+i b. SPR1 “Vigilancia y creatividad” c. SPR2 “Análisis interno y externo” d. SPR3 “Análisis y selección de ideas” e. SPR4 “Planificación y seguimiento de proyectos” <ul style="list-style-type: none"> i. Instrucción 1 “Transferencia de tecnología ii. Instrucción 2 “Protección” • Procedimientos del Área de Construcción • Boletín N° 51 “Implantación de un sistema de desarrollo y certificación de proyectos de I+D+i • Informe de la competitividad tecnológica en I+D+i de LAMBDA-Constructora (UPV). • Informe asesores (2008) “DAFO en I+D+i” del 29 de octubre • Carta de difusión de inicio del sistema • Gil A. (2007) “LAMBDA-Constructora apuesta por las concesiones y la I+D+i”. Economía 3, Julio-Agosto, pp. 52-54 • Tabla de I+D+i • Proyectos de I+D+i y expediente de “Puente ejecutado mediante el sistema de vigas preensambladas” • Proyecto de I+D+i y expedientes de “Investigación aplicada a la regeneración de firmes de hormigón con aglomerados asfáltico fabricado a partir de betún modificado con polvo de neumático” • Anteproyecto de I+D+i “Módulos prefabricados para centros escolares” • Diseño y planificación detallada del proyecto de I+D+i “Módulos prefabricados para centros escolares” • Informe de auditoría (asesores) • Complemente informe de auditoría asesores • Informe de auditoría para la certificación del sistema. • Acta de comité Calidad e I+D+i: Cierre ejercicio 2007 • Informe de implantación del sistema de I+D+i (26 de Abril de 2008) • Acta de comité de 26 de Abril de 2008 • Acciones correctivas para subsanación de no conformidades del sistema de I+D+i • Correos electrónicos entre LAMBDA y asesores entre 02/03/2006 y 16/09/2008

Tabla 6.8. Fuentes de información por el método de recolección de documentación

Método de recolección	Fuente de información
<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista y encuestas 	<ul style="list-style-type: none"> • Encuesta interna en I+D+i • Encuesta a proveedores en I+D+i • Encuesta a directivos en I+D+i (1 y 2) • Informes de análisis de encuestas: <ul style="list-style-type: none"> ○ Encuesta interna en I+D+i ○ Encuesta a proveedores en I+D+i ○ Encuesta a directivos en I+D+i (1 y 2) • Encuesta de validación a: <ul style="list-style-type: none"> ○ Directivos de LAMBDA-Constructora ○ Expertos en I+D+i • Entrevista de validación a: <ul style="list-style-type: none"> ○ Directivos de empresas certificadas

Tabla 6.9. Fuentes de información por el método de encuestas y entrevistas

ANÁLISIS DE LOS DATOS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7	ANÁLISIS DE DATOS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN	217
7.1	INTRODUCCIÓN	217
7.2	ANÁLISIS DE LOS DATOS DE LA EMPRESA	218
7.2.1	Recolección, registro y almacenamiento de la información	219
7.2.2	Codificación y análisis de la información.....	220
7.2.3	Extracción de las proposiciones.....	225
7.3	RESULTADOS DEL ANÁLISIS: PROPOSICIONES.....	230
7.3.1	¿Porqué las empresas constructoras españolas innovan e implantan un sistema de gestión de la I+D+i?	231
7.3.2	¿Qué aspectos son relevantes en los sistemas de gestión de la I+D+i?	234
7.3.3	¿Cómo implantar un sistema de gestión de la I+D+i?	240
7.4	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL CASO DEL ESTUDIO	242
7.4.1	Análisis del DAFO.....	242
7.4.2	El sistema de gestión de la I+D+i en las empresas constructoras españolas	245
7.4.3	La implementación del sistema de gestión de la I+D+i en empresas constructoras.....	252
7.4.4	Las necesidades futuras de un sistema de I+D+i	253
7.5	VALIDACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	254
7.6	APÉNDICE: DIAGRAMAS DE ARGUMENTACIÓN	282

7 ANÁLISIS DE DATOS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 INTRODUCCIÓN

Una estrategia de investigación cuantitativa exige el uso de métodos estadísticos. Estos requieren que el número de individuos sea al menos el doble que las variables a medir⁵⁶². En nuestro caso, las empresas constructoras certificadas por la norma UNE 166002 cuando se inició la investigación, a finales del 2005, se reducía a una, mientras que los interrogantes eran múltiples. Por tanto, no era aplicable una estrategia de investigación cuantitativa fiable y válida. Así pues, la estrategia basada en el estudio del caso resultó más adecuada para: “tratar con una situación técnicamente distintiva en la cual hay muchas más variables de interés que datos. Los resultados se basan en múltiples fuentes de evidencias, con datos que deben converger en triangulación. Además, la investigación se beneficia del desarrollo previo de proposiciones teóricas que guían la recolección y el análisis de datos”⁵⁶³. En el capítulo 5 de esta tesis se justificó el estudio del caso como la estrategia de investigación más apropiada.

El proceso de investigación seguido para el estudio del caso consta de 6 etapas (ver Figura 5.1):

1. Estudio del estado de la cuestión.
2. Diseño de la investigación.
3. Preparación para la obtención de datos.
4. Recolección y registro de datos.
5. Análisis de datos.
6. Resultados del estudio del caso.

El presente capítulo expone el procedimiento y los resultados de las etapas 4, 5 y 6 de este proceso:

- **Recolección y registro de datos:** Los datos recopilados durante el desarrollo de las actuaciones se anotaron en una tabla de registro. Además, cada documento fue ingresado en la base de datos documental para su posterior análisis. Esta etapa se inició en Noviembre del 2005 y finalizó en Junio de 2008.
- **Análisis de datos:** La técnica utilizada para el análisis y extracción de las proposiciones del caso de estudio es “pattern-matching”⁵⁶⁴, es decir, la búsqueda de evidencias decisivas que permitan confirmar las proposiciones planteadas y que excluyan explicaciones alternativas. Para realizar esta tarea se utilizó el programa ATLAS.ti⁵⁶⁵, que permite la codificación de las fuentes de información, elaboración de comentarios y representaciones gráficas. Las fuentes corresponden a las evidencias recopiladas durante la ejecución de las actuaciones. El análisis de los datos comprendió el periodo desde Noviembre de 2007 hasta Octubre de 2008.
- **Resultados del estudio del caso:** Terminado el proceso de análisis se procedió a construir las proposiciones de esta tesis para posteriormente buscar en la “unidad hermenéutica”⁵⁶⁶ las evidencias que las justifican. Las proposiciones se estructuran a través de diagramas de argumentación. Con los resultados del estudio del caso se entrevistó a los responsables de

⁵⁶² Lévy J., Varela J. (2003) “Análisis multivariante para las ciencias sociales”. Ed. Pearson Educación, Madrid.

⁵⁶³ Yin R. (2003) “Case study research: design and methods”. Sage Publications, Londres.

⁵⁶⁴ Yin R. (2003) “Case study research: design and methods”. Sage Publications, Londres.

⁵⁶⁵ Disponible en <http://www.atlasti.com>.

⁵⁶⁶ Nombre que recibe la base de datos de documentos o evidencias en el programa ATLAS.ti.

I+D+i de las empresas certificadas por la UNE 166002 a 31 de diciembre de 2007 (siete empresas de un total de ocho). De esta manera, los resultados se pueden generalizar, en su caso, a empresas del sector de la construcción (validez externa). Esta etapa finalizó en Diciembre de 2008.

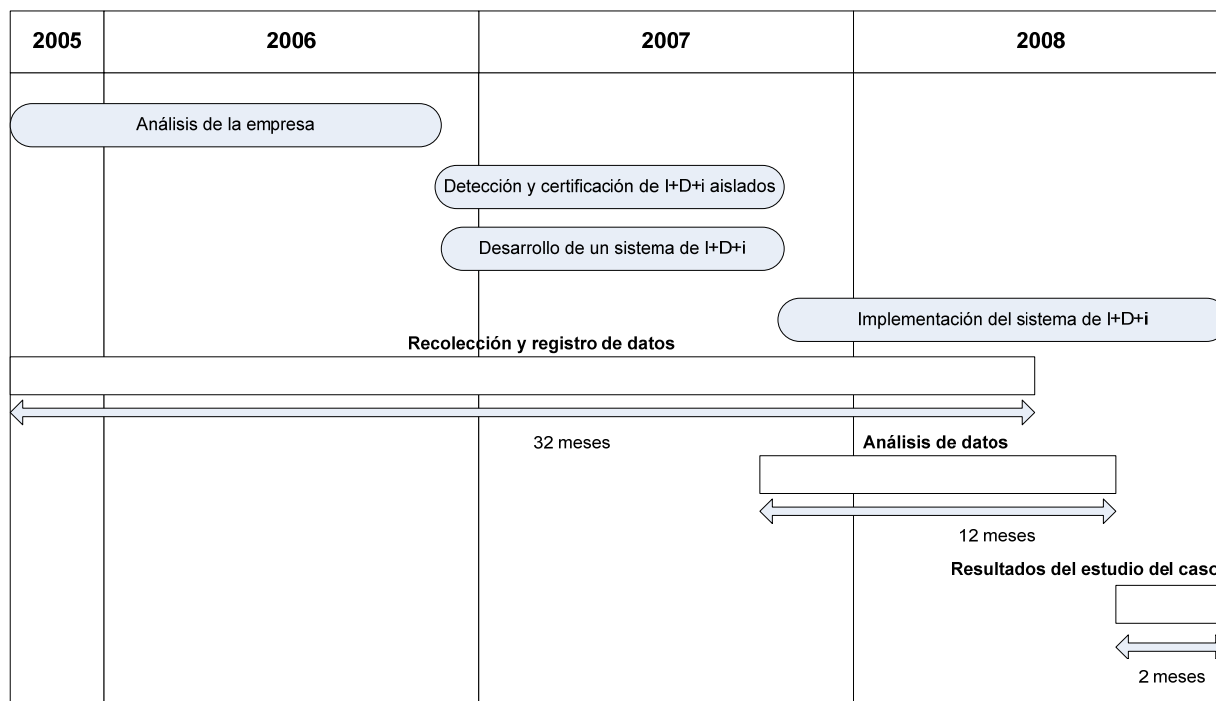


Figura 7.1. Cronograma de líneas de actuaciones vs. cronograma de análisis de datos

Este capítulo consta de cuatro apartados. En el primero, se describe la metodología utilizada para la recolección, registro y análisis de los datos recopilados. Luego, se enuncian las proposiciones que emergen del análisis de los datos de la empresa. A continuación, se discuten y contextualizan las proposiciones planteadas. Finalmente, estas proposiciones se validan con las entrevistas a directivos de la propia empresa, de otras empresas certificadas y de otros organismos o empresas externas de referencia.

7.2 ANÁLISIS DE LOS DATOS DE LA EMPRESA

El proceso de análisis de los datos comienza con la anotación de un suceso o hecho⁵⁶⁷ dentro de la tabla de registro. Además, la documentación generada durante la ocurrencia del suceso se introduce en una base de datos documental. Los documentos pertenecientes a la base de datos son codificados⁵⁶⁸. Los códigos resultantes son categorizados⁵⁶⁹ y representados gráficamente. Como resultado de la codificación, categorización y representación gráfica se obtuvieron conceptos y relaciones entre los hechos que permiten explicar y justificar las conclusiones de esta tesis. Los conceptos y sus relaciones se recogieron en mapas

⁵⁶⁷ Es una tarea o actividad relevante para comprender y explicar el fenómeno en estudio.

⁵⁶⁸ Es el proceso de conceptualizar los datos. La codificación incluye plantear preguntas y dar respuestas provisionales (hipótesis) acerca de las categorías y sus relaciones.

⁵⁶⁹ Son conceptos surgidos de los datos que agrupan a los sucesos, objetos, acciones/interacciones de significado similar o relacionado.

conceptuales. Para terminar, los resultados de la investigación se discuten con la ayuda de diagramas de argumentación y se validan a través de encuestas a directivos de la empresa LAMBDA y a expertos del sector de la construcción, así como entrevistas a directivos de I+D+i de las empresas certificadas (ver Figura 7.2)

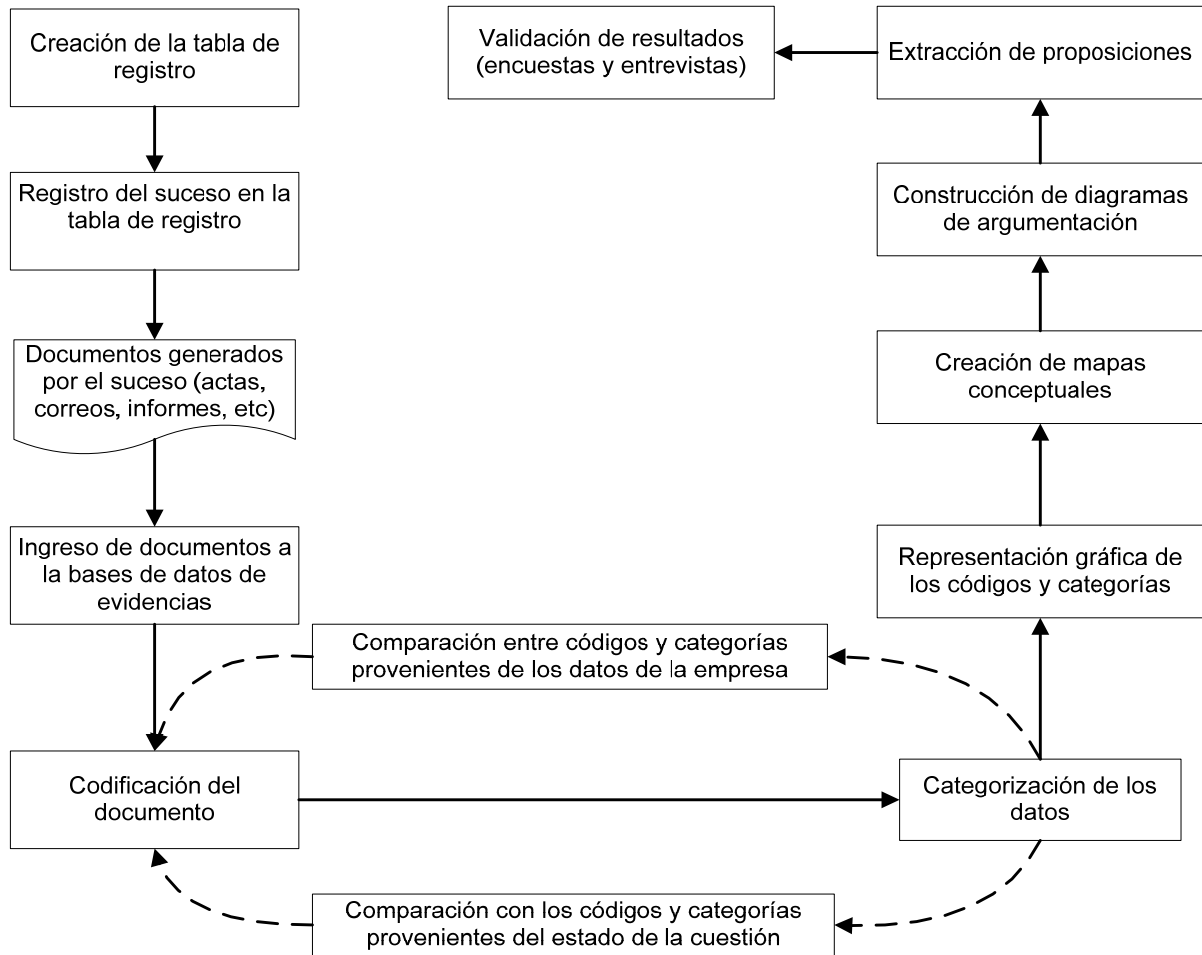


Figura 7.2. Procedimiento de análisis de los datos de la empresa

7.2.1 Recolección, registro y almacenamiento de la información

Durante el desarrollo del caso de estudio, cada suceso⁵⁷⁰ se anotó en la tabla de registro (ver Figura 7.3). En ella, el suceso se identifica por un código, nombre, fecha de ocurrencia, duración, lugar, participantes, descripción, evidencias que origina y documentación obtenida. El lugar y los participantes se han omitido por razones de confidencialidad. Con este mismo criterio se adjunta la tabla de registro completa en el anexo A3. Ejemplos de sucesos son: correos electrónicos, entrevistas, encuestas, reuniones y conversaciones informales. Así pues, cada suceso puede ser una evidencia⁵⁷¹, que se sustenta por la documentación previa utilizando el principio de triangulación⁵⁷².

⁵⁷⁰ Un suceso es una tarea o actividad relevante para comprender y explicar el fenómeno en estudio.

⁵⁷¹ Las evidencias son hechos que se encadenan para explicar el fenómeno o las preguntas de esta investigación.

⁵⁷² Consiste en obtener evidencias de más de una fuente que converja sobre los mismos hechos, es decir, recoger múltiples medidas sobre un mismo hecho.

Cód.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad	Evidencias	Documentación
1	Firma del contrato	15 de Noviembre de 2005	1,5 horas	Las partes firman el contrato	Se expresa claramente la intención de la empresa de mejorar y avanzar en la I+D+i	
2	Visita al puente en Villa Hermosa	29 de Noviembre de 2005	2 horas	Se visitan los trabajos de construcción del puente de Villahermosa, dado que, la dirección considera que el proceso constructivo seguido es innovador. El proceso estándar tuvo que ser modificado para vencer las dificultades de acceso.	El proyecto de innovación responde a un problema de obra. También, refleja como los subcontratistas y proveedores especializados son necesarios para innovar. La empresa manifiesta el interés por certificar proyectos de I+D+i a la brevedad. No existe claridad sobre el concepto de innovación.	Proyecto de I+D+i: Ejecución de un puente por el método de vigas preensabladas. Proyectos Puente PROYECTO COMPLETO.pdf
3	1ª Reunión UPV-LAMBDA	21 de febrero de 2006	2 horas	Durante esta reunión se presentaron los técnicos que llevarán a cabo el proyecto. Se discute el plan de actividades para abordar el análisis de la empresa en I+D+i. Estas actividades corresponden a: 1.→ Recogida de datos de LAMBDA. Datos que considera recursos técnicos, humanos y financieros. 2.→ Vistas de las obras para conocer los procedimientos de trabajo. 3.→ Estudio de otras empresas constructoras en I+D+i. 4.→ Estudio de la innovación en el sector de la construcción.	LAMBDA ve la certificación como una herramienta de competitividad para las licitaciones. Desconocen que significa e implica innovar, así como, los recursos requeridos. Por esta razón, tampoco saben si tiene los recursos y capacidades para innovar. Se debe conocer la situación de la empresa en I+D+i para compararla con el resto de empresas del sector, especialmente, competidores directos de LAMBDA (Benchmarking).	

Figura 7.3. Ejemplo de tabla de registro

Yin⁵⁷³ señala que (p. 102) “... cada caso de estudio debe desarrollar una base de datos formal. Así, otros investigadores pueden revisar las evidencias directamente y no estar limitado a los reportes del informe. De esta manera, la existencia de una base de datos incrementa la confiabilidad del caso de estudio”. También, la existencia de esta base de datos permite identificar múltiples fuentes de evidencias para obtener una triangulación de los hechos.

La Figura 7.4 muestra la base de datos de evidencias del caso. Contiene un total de 55 documentos recopilados durante la investigación e incluye la tabla de registro. En el anexo A3 se adjuntan todos los registros, incluyendo: suceso, fecha, duración, descripción, evidencias y documentación.

7.2.2 Codificación y análisis de la información

El análisis de los datos se realizó basándose en los principios metodológicos de la “teoría fundamentada de datos” (TFD). El primer paso es la transformación de “datos complejos” o “datos brutos” en trozos de datos simples para obtener conceptos y categorías. Las categorías son códigos agrupados por afinidad o similitud.

⁵⁷³ Yin R. (2003) “Case study research: design and methods”. Sage Publications, Londres.

Id	Name	Media	Quota...	Author	Created	Modified	Usable	Origin
P 1	SPR1 Vigilancia y Previsión. Creatividad...rtf~	Rich Text	52	Super	03/04/08 11:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P 2	SPR2 Anál. Interno y Externo.rtf	Rich Text	11	Super	09/04/08 10:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P 3	SPR3 Análisis y Selección de Ideas.rtf	Rich Text	22	Super	09/04/08 11:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P 4	SPR4 Planif y Segum Proyectos.Producto IDi.rtf	Rich Text	17	Super	09/04/08 11:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P 5	IT1 Transferencia de Tecnología.rtf	Rich Text	5	Super	09/04/08 11:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P 6	IT2 Protección.rtf	Rich Text	7	Super	09/04/08 11:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P 7	ACTA_01-2007.rtf	Rich Text	23	Super	09/05/08 11:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P 8	ACTA_015-2007.rtf	Rich Text	29	Super	07/04/08 12:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P 9	ACTA_025-2007.rtf	Rich Text	19	Super	09/04/08 10:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P10	ACTA_035-2007.rtf	Rich Text	20	Super	10/04/08 12:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P11	ACTA_045-2007.rtf	Rich Text	18	Super	10/04/08 12:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P12	ACTA_055-2007.rtf	Rich Text	13	Super	10/04/08 12:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P13	ACTA_065-2007.rtf	Rich Text	29	Super	10/04/08 12:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P14	ACTA_075-2007.rtf	Rich Text	24	Super	10/04/08 12:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P15	ACTA_085-2007.rtf	Rich Text	12	Super	10/04/08 12:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P16	ACTA_095-2007.rtf	Rich Text	19	Super	10/04/08 12:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P17	ACTA_105-2007.rtf	Rich Text	7	Super	13/05/08 10:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P18	ACTA_115-2007.rtf	Rich Text	10	Super	10/04/08 12:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P19	ACTA_125-2007.rtf	Rich Text	3	Super	10/04/08 12:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P20	ACTA_135-2007.rtf	Rich Text	11	Super	10/04/08 12:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P21	ACTA_145-2007.rtf	Rich Text	7	Super	10/04/08 12:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P22	ACTA_155-2008.rtf	Rich Text	11	Super	07/05/08 16:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P23	ACTA_165-2008.rtf	Rich Text	13	Super	07/05/08 16:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P24	ACTA_175-2008.rtf	Rich Text	5	Super	12/06/08 13:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P25	ACTA_Charla dertf	Rich Text	1	Super	07/05/08 16:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P26	ComiteEspecialistas.....rtf	Rich Text	0	Super	12/06/08 13:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P27	Tabla resumer.....rtf	Rich Text	1	Super	07/05/08 15:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P28	ACTA_02P-2007.rtf	Rich Text	0	Super	09/05/08 11:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P29	DAFO-innovación.rtf	Rich Text	28	Super	12/06/08 12:...	08/07/08 13:...	***	<HUPA
P30	ACTA_Comité de Especialistas y expertos01-2008.rtf	Rich Text	9	Super	12/06/08 13:...	08/07/08 13:...	***	<HUPA
P31	ACTA_01-COMITÉ_2008.rtf	Rich Text	1	Super	01/07/08 13:...	08/07/08 13:...	***	<HUPA
P32	ACTA_01-EDIFICACIÓN_2008.rtf	Rich Text	0	Super	01/07/08 13:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P33	ACTA_01-OBRA CIVIL_2008.rtf	Rich Text	0	Super	01/07/08 13:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA
P34	ACTA_01E-CLIENTES2008.rtf	Rich Text	0	Super	01/07/08 13:...	08/07/08 11:...	***	<HUPA

Figura 7.4. Base de datos de evidencias (ATLAS.ti)

En una primera instancia, para codificar los datos se utilizaron los códigos y categorías establecidas en el estado de la cuestión (capítulo 4), específicamente la Tabla 4.4 “Categorías generales e ideas específicas detectadas del diagrama de afinidad”⁵⁷⁴. Sin embargo, no resultaron del todo adecuados para reflejar la realidad de los datos y, por esto, fue necesario modificarlos. Así pues, estos cambiaron a medida que el análisis progresaba y nuevas evidencias ingresaban en la base documental. En la Tabla 7.1. se presentan los códigos y categorías finales empleados en esta tesis.

⁵⁷⁴ Ver apartado 4.2 “Análisis del estado de la cuestión”.

Categoría centrales	Ejemplo de idea principales
Estrategia en I+D+i	Estrategia de negocio Políticas y metas en I+D+i Líneas estratégicas Factores de vigilancia
Proceso de gestión de la innovación	Subprocesos Tareas Registros Otras
Organización de I+D+i	Comité de I+D+i Director de I+D+i Especialistas Otras
Sistema de gestión de la I+D+i	Proceso de gestión de la innovación Organización de I+D+i Sistemas de gestión complementarios Salidas Indicadores de desempeño Otras
Proyectos de I+D+i	Resultados/beneficios Proceso Otras
Inhibidores y estímulos para la innovación	Liderazgo Entorno interno/externo Otras
Implantación de la I+D+i	Difusión Certificación Implantación Otras

Tabla 7.1. Categorías centrales detectadas del análisis de los datos

La Figura 7.5 representa un ejemplo del proceso de codificación de los documentos primarios. En primer lugar, la fuente de información se transforma en formato Rich Text Format (RTF) y pasa a formar parte de la unidad hermenéutica de la aplicación informática. Cada documento primario se identifica por su nombre y comentario descriptivo o explicativo del suceso del cual proviene; en cualquier caso, el documento también se encuentra especificado en la tabla de registro. Así, cada documento es leído y los segmentos de información relevantes se identifican como citas asociadas a uno o varios códigos. Un código es una palabra significativa que sustituye a una o varias citas, a las cuales está vinculado. Es decir, cada código contiene citas que son fragmentos de textos relacionados con el concepto o idea que representa el código. Por ejemplo, el segmento: “Los proyectos que podrían ser presentados en AENOR para su certificación por la UNE 166001 y sujetos a deducciones fiscales por cumplimiento de requisitos científicos y tecnológicos”, está vinculado al código “Resultados de la I+D+i”. Es importante señalar que las citas son datos brutos o evidencias que sustentarán las proposiciones de esta tesis.

El análisis de la teoría previa y los datos, permite agrupar los códigos en categorías. Cada categoría esta asociada a un hecho y, por lo tanto, contiene códigos relacionados entre sí (véase la Figura 7.6). Para este estudio se establecieron 117 códigos que posteriormente se agruparon en 7 categorías (codificación axial). De este modo, por ejemplo, la categoría “proceso de gestión de la innovación” contiene 16 códigos relacionados con el fenómeno.

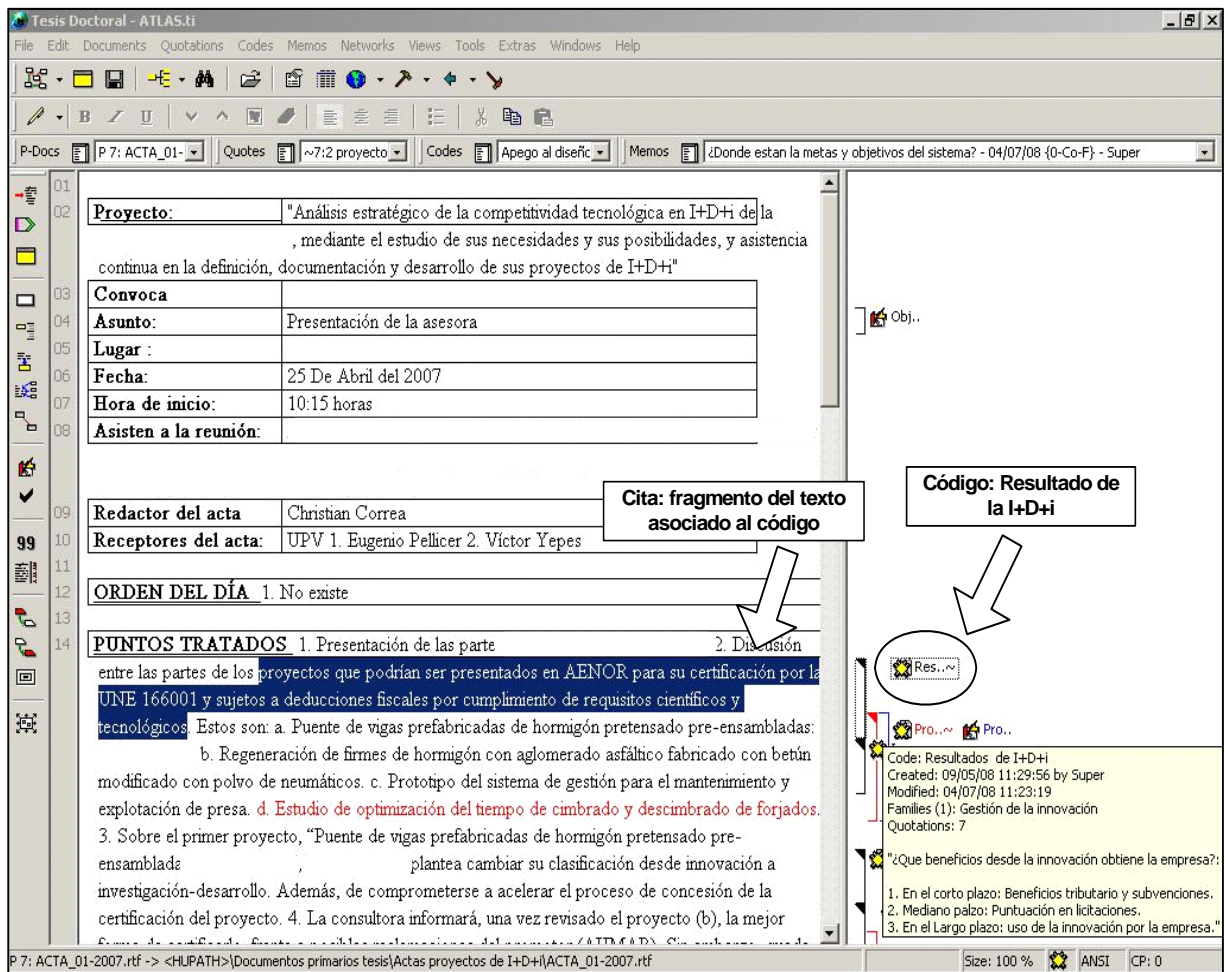


Figura 7.5. Ejemplo de un documento codificado (ATLAS.ti)

Igualmente, es importante señalar que cada documento, cita, código o familia puede generar comentarios que también se consideran en el análisis de los datos. Un comentario es una idea, concepto o explicación que emana del análisis. En esta investigación se generaron 128 comentarios.

Una vez que los datos de la unidad hermenéutica han sido codificados y agrupados, se pueden construir las relaciones entre los elementos pertenecientes a la unidad (documentos, citas, comentarios y códigos). El establecimiento de las relaciones exige la lectura y el estudio por separado y en conjunto de cada uno de los componentes asociados al fenómeno bajo estudio. Así por ejemplo, para la categoría “proceso de gestión de la innovación”, el código “dirección” esta asociado con los códigos “identificación y selección de oportunidades de innovación” y “proyectos de I+D+i”. Esta relación yace en que la dirección participa activamente en la selección de los proyectos de I+D+i que se realizarán.

Las relaciones entre los códigos se representan gráficamente. Estas representaciones (ver Figura 7.7) permiten esquematizar las relaciones entre los diferentes componentes, además de crear nuevas relaciones o componentes (códigos, anotaciones y familias). De esta forma, los gráficos facilitan la generación de las proposiciones y la búsqueda en la unidad hermenéutica de los datos que la soportan.

El proceso de análisis de los datos finaliza con la construcción de las “representaciones gráficas”. Estas permiten descubrir o inferir las proposiciones de la tesis. Asimismo, una o varias “representaciones gráficas” pueden estar relacionadas con una o varias proposiciones. No obstante, NO son estas las que sustentan las proposiciones, sino las citas relacionadas con los códigos pertenecientes a las representaciones gráficas.

Para facilitar la comprensión de los conceptos que emergen de las representaciones gráficas que proporciona el programa ATLAS.ti se elaboraron mapas conceptuales⁵⁷⁵ con la ayuda del programa Cmap⁵⁷⁶. El conocimiento es expresado por un conjunto de significados conceptuales se incluyen en una estructura de proposiciones que muestra las relaciones significativas entre los conceptos contenidos y el conocimiento representado. Su realización activa las capacidades de síntesis haciendo explícito un conocimiento significativo. Por ello, para Stewart et al.⁵⁷⁷, el mapa conceptual es un instrumento idóneo para presentar la estructura de una disciplina en dos dimensiones. Esta circunstancia lo convierte en la herramienta adecuada para expresar gráficamente las relaciones entre códigos, categorías y conceptos resultantes del análisis del caso de estudio. La Figura 7.8 muestra el mapa conceptual elaborado para el proceso de gestión de la I+D+i.

7.2.3 Extracción de las proposiciones

Una vez descubiertas las relaciones entre los códigos asociados a un fenómeno se procedió a la elaboración de las proposiciones explicativas. Para ello, se emplearon los diagramas de argumentación⁵⁷⁸. Un diagrama de argumentación es una estructura de argumentos que pretende distinguir los distintos elementos (premisas, razonamientos parciales y conclusión) y vínculos que componen y explican el funcionamiento de la estructura argumentativa. Para la representación de la argumentación se utilizan bloques, que contienen los elementos argumentativos, y flechas que representan el vínculo entre ellos. Así pues, los diagramas de argumentación facilitan la identificación la cadena de premisas, evidencias o razones parciales que sustentan la conclusión del argumento. De esta forma, es posible encontrar problemas o vacíos en la argumentación y evaluar su fortaleza o debilidad.

Cada diagrama comienza con premisas y continúa con una cadena de conclusiones que finalizan en la proposición. Ellas pueden ser teóricas, provenientes del estado de la cuestión, o premisas del caso de estudio derivadas de los datos. Las premisas originan conclusiones parciales que son encadenadas en serie o en paralelo para sustentar la conclusión o proposición final.

La Figura 7.9 muestra un esquema sinóptico de la nomenclatura gráfica empleada en un diagrama de argumentación. Cada premisa, conclusión parcial y proposición tienen asignado un bloque. Los bloques con las premisas teóricas contienen el texto y sus referencias a las publicaciones que la sustentan. Los bloques de premisas comprenden el código del suceso que la origina, la evidencia, texto (descripción) y documentación que la respalda.

⁵⁷⁵ Un mapa conceptual es un gráfico que organiza y representa conocimiento.

⁵⁷⁶ Disponible en <http://cmap.ihmc.us>.

⁵⁷⁷ Stewart J. (1979) “Concept maps: a tool for use in biology teaching”. *The American Biology Teacher*, 41(3) pp. 171-175.

⁵⁷⁸ Walton D. (2006) “Fundamentals of critical argumentation”. Cambridge University Press, Nueva York.

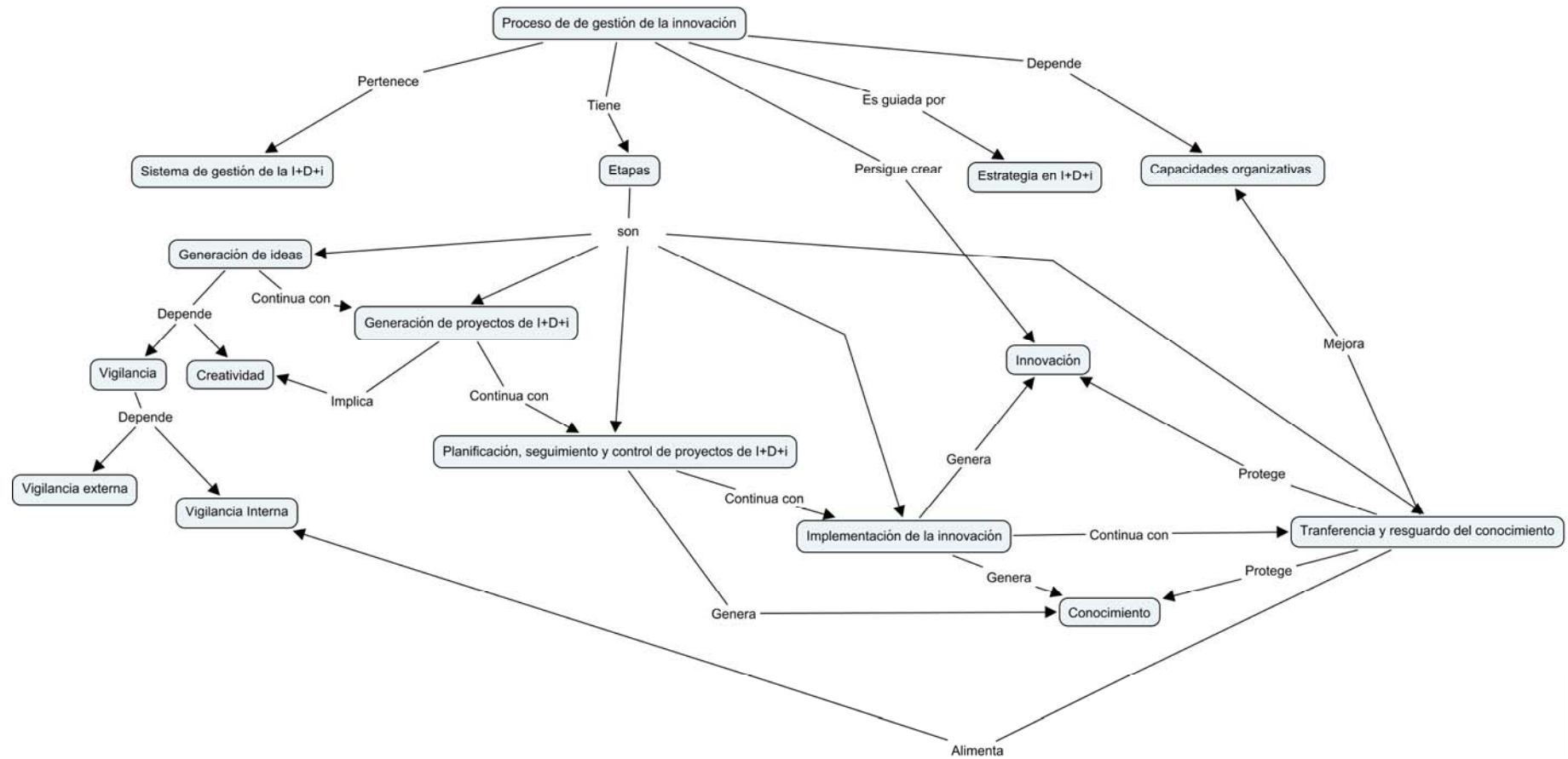


Figura 7.8. Mapa conceptual del proceso de innovación seguido por LAMBDA-Constructora (Cmap)

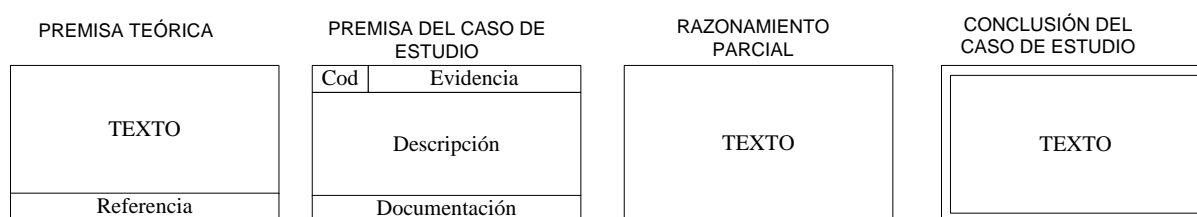


Figura 7.9. Nomenclatura gráfica de los diagrama de argumentación

A continuación presentamos como ejemplo la argumentación elaborada para la proposición primera (véase Figura 7.10). Las premisas para el diagrama son:

1. **Premisa Teórica (PT):**

a. PT 1

- i. Texto: “Los autores referenciados señalan que una de las fuentes de innovación en las empresas constructoras corresponde a la solución de problemas relacionados con proyectos de la empresa. Esta premisa nace del estudio en profundidad de dos empresas del sector de la construcción del Reino Unido e incluye a sus clientes y proveedores. De esta forma, más de 30 organizaciones del sector están involucradas en esta investigación. También, es resultado del estudio bibliométrico del estado del arte en innovación realizado por Winch”.

ii. Referencias:

- Winch G. (1998) “Zephyrs of creative destruction: understanding the management of innovation in construction”. *Bulding Research and Information*, 26 (3), pp. 268-279.
- Gann D. M., Salter A. (2000) “Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and systems”. *Research Policy*, 29 (7-8), pp. 955-972.
- Manseau A., Shields R. (2005) “Building tomorrow: innovation in construction and engineering”. Ashgate Publishing. Londres.

2. **Premisas del Caso de Estudio (PCE):**

a. PCE 1

- i. Descripción: “La obra de construcción del puente presentó dificultades para el acceso a obra de los camiones de transporte de las vigas prefabricadas por limitaciones en el radio de giro y gálibo horizontal”.
- ii. Código: 2.
- iii. Evidencia: Se considera el proceso constructivo del puente como una innovación.
- iv. Documentación: “Proyecto: ejecución de un puente por el método de vigas preensabladas”.

b. PCE 2

- i. Descripción: “Si se analiza el proceso de generación y selección de ideas para la creación de proyectos de I+D+i descubrimos que el 38% (8 de 21) de las ideas incluidas en la tabla de ideas de I+D+i corresponden a soluciones de problemas de obras, y que el 51% (25 de 49) de las ideas facilitadas por el comité de especialistas también corresponden a problemas de obras”.
- ii. Código: 42.
- iii. Evidencia: Agrupación de ideas por su origen (problemas, clientes, mercado, etc.).
- iv. Documentación: Mapa de ideas de proyectos de I+D+i.

- c. PCE-3
 - i. Descripción: “Proyecto de puente certificado por AENOR”.
 - ii. Código: 28.
 - iii. Evidencia: Certificación de proyecto por AENOR.
 - iv. Documentación: Certificado 068/0484.
- d. PCE 4
 - i. Descripción: “Del total de las ideas propuesta 5 fueron seleccionadas para transformarse en anteproyectos de I+D+i; de ellas 3 corresponden a la solución de problemas de obras”.
 - ii. Código: 49.
 - iii. Evidencia: Selección de ideas para anteproyectos.
 - iv. Documentación: Acta de reunión del Comité de Calidad e I+D+i del 26 de Mayo del 2008.
- e. PCE 5
 - i. Descripción: En la revista Economía 3, en el artículo denominado “LAMBDA apuesta por las concesiones y la I+D+i”, se indica que “la empresa durante muchos años ha desarrollado innovaciones para la ejecución de diferentes problemas de obras, las cuales no quedaban documentadas”.
 - ii. Código: 21.
 - iii. Evidencia: LAMBDA-Constructora apuesta por la innovación.
 - iv. Documentación: Artículo revista Economía 3.

Cada grupo de premisas justifica las conclusiones parciales. También, una razón o grupo de razones puede dar origen a una conclusión. El encadenamiento entre las premisas y/o razones esta indicada por la dirección de las flechas que unen ambos tipos de bloques. Luego, los razonamientos parciales para el ejemplo descrito son tres y corresponden a:

- a) “Este problema llevó a la empresa a desarrollar un novedoso procedimiento constructivo que consiste en transportar vigas prefabricadas en artesa de dimensiones máximas de 16 m, ensamblarlas en tierra mediante postensado, y posteriormente elevarlas mediante potentes medios a su posición definitiva. Allí se procede a dar continuidad al resto de la prefabricación mediante un nuevo pretensado y hormigonado de la losa”.
- b) “La resolución del problema constructivo permitió que el proyecto fuera completado con éxito y, además, la solución elaborada fue presentada y aprobada como proyecto de I+D+i por AENOR”.
- c) “Un porcentaje importante de los proyectos desarrollados por la empresa provienen de problemas de obras”

Así, la conclusión final se apoya en premisas o razones, tal y como se refleja en el ejemplo. De esta forma, las razones expuestas en el diagrama llevan a postular que:

Proposición 1. “La principal fuente de innovación para las empresas constructoras proviene de los problemas técnicos que aparecen en la ejecución de una obra”

Además, los diagramas de argumentación se explican razonadamente. El texto argumentativo consta de las premisas y conclusiones que se disponen en el texto para obtener la mayor claridad posible. Así, la argumentación elaborada para la proposición 1 es el siguiente:

Los autores referenciados señalan que una de las fuentes de innovación en las empresas constructoras corresponde a la solución de problemas relacionados con proyectos de la empresa. Esta premisa nace del estudio en profundidad de dos empresas del sector de la construcción del Reino Unido e incluye a sus clientes y proveedores. De esta forma, más de 30 organizaciones del sector están involucradas en por esta investigación. También, es resultado del estudio bibliométrico del estado del arte en innovación realizado por Winch.

Winch (1998); Gann y Salter (2000); Manseu y Shields (2005)

2	Se considera el proceso constructivo del puente una innovación
Si se analiza el proceso de generación y selección de ideas para la creación de proyectos de I+D+i descubrimos que el 38% (8 de 21) de la ideas incluidas en la tabla de ideas de I+D+i corresponden a soluciones de problemas de obras, y que el 51% (25 de 49) de las ideas facilitadas por el comité de especialistas corresponden a problemas de obras	
Proyecto: Puente ejecutado mediante el sistema de vigas preensabladas	

42	Agrupación de ideas por su origen (problemas, clientes, mercado, etc)
Si se analiza el proceso de generación y selección de ideas para la creación de proyectos de I+D+i descubrimos que el 38% (8 de 21) de las ideas de la tabla de ideas de I+D+i corresponden a soluciones de problemas de obras, el 51% (25 de 49) de las ideas del comité de especialistas corresponden también a problemas de obras.	
Mapa de ideas de proyectos de I+D+i	

49	Selección de ideas para anteproyectos
Del total de las ideas propuesta 5 fueron seleccionadas para transformarse en anteproyectos de I+D+i; de ellas, 3 corresponden a la solución de problemas de obras.	
Acta de reunión de comité de calidad e I+D+i del 26 de Mayo del 2008	

Este problema llevó a la empresa a desarrollar un novedoso procedimiento constructivo que “consiste en transportar vigas prefabricadas en artesa de dimensiones máximas de 16 m ensamblarlas en tierra mediante postensado, y posteriormente elevarlas mediante potentes medios a su posición definitiva. Allí se procede a dar continuidad al resto de la prefabricación mediante un nuevo pretensado y hormigonado de la losa”

28	Proyecto certificado por AENOR
Proyecto de puente certificado por AENOR	
Certificado 068/0484	

21	LAMBDA-Constructora apuesta por la innovación
En la revista Economía 3, en el artículo denominado “LAMBDA apuesta por las concesiones y la I+D+i”, se indica que “la empresa durante muchos años ha desarrollado innovaciones para la ejecución de diferentes problemas de obras, las cuales no quedaban documentadas”	
Artículo revista Economía 3	

De esta forma, la resolución del problema permitió al proyecto constructivo fuera completado con éxito y la solución presentada y aprobada como proyecto de I+D+i por AENOR.

Un porcentaje importante de los proyectos desarrollados por la empresa provienen de problemas de obras.

PROPOSICIÓN 1: La principal fuente de innovación para las empresas constructoras proviene de los problemas técnicos que aparecen en la ejecución de una obra

Figura 7.10. Diagrama de argumentación de una proposición

“Los autores referenciados^{579,580,581} señalan que una de las fuentes de innovación en las empresas constructoras corresponde a la solución de problemas relacionados con los proyectos de construcción. Esta premisa nace del estudio en profundidad de dos empresas del Reino Unido e incluye a sus clientes y proveedores (más de 30). También, es resultado del estudio del estado del arte en innovación realizado por Winch. Al respecto, se puede encontrar una evidencia objetiva que apoya la proposición en el caso del estudio de LAMBDA, la construcción del puente de Villahermosa presentó dificultades para el acceso a obra de los camiones de transporte de las vigas prefabricadas por limitaciones en el radio de giro y gálibo horizontal⁵⁸². Este problema llevó a la empresa a desarrollar un novedoso procedimiento constructivo que “consiste en transportar vigas prefabricadas en artesa de dimensiones máximas de 16 m, ensamblarlas en tierra mediante postensado, y posteriormente elevarlas mediante potentes medios a su posición definitiva. Allí se procede a dar continuidad al resto de la prefabricación mediante un nuevo pretensado y hormigonado de la losa”⁵⁸³. De esta forma, la resolución del problema constructivo permitió que el proyecto fuera completado con éxito y, además, la solución elaborada fue certificada como proyecto de I+D+i por AENOR. Asimismo, si se analiza el proceso de generación y selección de ideas para la creación de proyectos de I+D+i se observa que el 38% (8 de 21) de las ideas incluidas en la tabla de ideas⁵⁸⁴ en I+D+i corresponden a soluciones de problemas de obras, y que el 51% (25 de 49) de las ideas facilitadas por el comité de especialistas también lo están relacionadas. Por consiguiente, casi la mitad de las ideas innovadoras provienen de problemas de obras. Es más, de las cinco ideas seleccionadas para transformarse en anteproyectos de I+D+i, tres corresponden a la solución de problemas de obras. Finalmente, en el artículo⁵⁸⁵ “LAMBDA apuesta por las concesiones y la I+D+i” de la revista Economía 3 se indica que “la empresa durante muchos años ha desarrollado innovaciones para la ejecución de diferentes problemas de obras, las cuales no quedaban documentadas”.

7.3 RESULTADOS DEL ANÁLISIS: PROPOSICIONES.

A continuación, se procede a enunciar las proposiciones de esta tesis. Son 20 y se encuentran agrupadas dentro de cada una de las preguntas iniciales (planteadas en el capítulo 5):

1. ¿Porqué las empresas constructoras innovan?
2. ¿Qué aspectos son relevantes en los sistemas de gestión de I+D+i?
3. ¿Cómo se implanta un sistema de I+D+i?

Las proposiciones contienen las premisas y conclusiones que las justifican y explican. Es importante aclarar que existen proposiciones directamente derivadas de los datos de la empresa, por lo cual, carecen de una premisa teórica.

⁵⁷⁹ Gann D. M., Salter A. (2000) “Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and systems”. *Research Policy*, 29 (7-8), pp. 955-972.

⁵⁸⁰ Winch G. (1998) “Zephyrs of creative destruction: understanding the management of innovation in construction”. *Building Research and Information*, 26 (3), pp. 268-279.

⁵⁸¹ Manseau A., Shields R. (2005) “Building tomorrow: innovation in construction and engineering”. Ashgate Publishing, Londres.

⁵⁸² AENOR (2007) “Certificado de conformidad de proyectos de I+D+i: Puente ejecutado mediante sistema de vigas preensabladas”. N.º certificado: 068/0484/07.

⁵⁸³ LAMBDA-Constructora (2006) “Proyecto: ejecución de un puente por el método de vigas preensabladas”. LAMBDA-Constructora.

⁵⁸⁴ 1^{era} Reunión del grupo de trabajo mixto UPV-LAMBDA, del 14 y 15 de Abril de 2008.

⁵⁸⁵ Gil A. (2007) “LAMBDA-Constructora apuesta por las concesiones y la I+D+i”. *Economía 3*, Julio-Agosto, pp. 52-54.

7.3.1 ¿Porqué las empresas constructoras españolas innovan e implantan un sistema de gestión de la I+D+i?

La proposición 1 se ha explicado en el apartado anterior. Fue utilizada como ejemplo detallado del proceso de construcción de los diagramas de argumentación y de su correspondiente texto argumentativo. A continuación se presentan los argumentos restantes. Sus diagramas de argumentación se encuentran en el Apéndice del presente capítulo, por motivos de claridad expositiva.

Blayse⁵⁸⁶, Nam y Tatum⁵⁸⁷ y Mitropoulos y Tatum⁵⁸⁸ señalan que los clientes, a través de sus requerimientos, pueden mover a las empresas e individuos a innovar. Estos autores fundamentan esta afirmación en el estudio de la literatura relevante sobre I+D+i en el sector de la construcción; del análisis de entrevistas a 90 profesionales del sector, así como, en la investigación de 5 casos sobre la decisión de adopción de CAD y otros 3 casos de estudio de decisión de implementación de tecnologías de intercambio de información. AUMAR-Abertis como cliente de LAMBDA-Constructora exigió en los pliegos de bases administrativas y técnicas del proyecto de construcción “Regeneración superficial de los firmes de hormigón hidráulico en la autopista AP-7 (Tarragona-Valencia)” el uso de un nuevo producto. Este consiste en la utilización de aglomerados asfálticos fabricados a partir de betún modificado con polvos procedentes de neumáticos. El manual de acogida de LAMBDA-Constructora reconoce en la innovación una herramienta para incorporar y desarrollar en la organización aspectos más valorados por el cliente, como por ejemplo, energías renovables, materiales reciclados o la búsqueda de la eficiencia energética. En el mismo sentido, el informe “Análisis de la competitividad tecnológica en I+D+i de LAMBDA”, elaborado por la Universidad Politécnica de Valencia, señala que “la empresa carece de un sistema que le permita identificar y transmitir posibles innovaciones que surge como respuesta a algún tipo de problema o necesidad de satisfacer las exigencias de clientes sofisticados”. Así pues, ambos documentos evidencian la influencia de los requerimientos de los clientes en la innovación. Es más, el DAFO en I+D+i, realizado en LAMBDA-Constructora durante octubre del 2008⁵⁸⁹, señala que “la administración pública es cada vez más exigente en materia de sostenibilidad y medio ambiente”. En consecuencia, estas evidencias nos llevan a plantear que:

Proposición 2. Las empresas constructoras innovan, entre otras razones, para afrontar los requerimientos de clientes cada vez más exigentes.

Winch⁵⁹⁰ plantea, tras un estudio del estado del arte, que una de las fuentes de innovación en las empresas constructoras proviene de la dirección. En el presente caso de estudio, la dirección LAMBDA-Constructora durante los últimos tres años ha impulsado varios proyectos de I+D+i. Estos proyectos pertenecen a distintas estrategias para mejorar la competitividad. La dirección emprende proyectos para reducir costes de procesos constructivos o satisfacer demandas actuales o futuras de los clientes. El anteproyecto “Investigación aplicada a la optimización de excavaciones de sótanos” persigue mejorar la precisión de las excavaciones con el uso de equipos láser y de posicionamiento en la maquinaria y, de esta manera, reducir los costes de la sobreexcavación. Así pues, la empresa

⁵⁸⁶ Blayse A. M. (2004) “Key influences on construction innovation”. Construction Innovation, 4, pp. 143-154.

⁵⁸⁷ Nam C.H., Tatum C. B. (1997) “Leaders and champions for construction innovation”, Construction Management and Economics, 15 (3), pp. 259-270.

⁵⁸⁸ Mitropoulos P., Tatum C.B. (2000) “Forces driving adoption of new information technologies”. Journal of Construction Engineering and Management, 126 (5), pp. 340-348.

⁵⁸⁹ Acta de Reunión 012S-07, del 29 de Octubre de 2007

⁵⁹⁰ Winch G. (1998) “Zephyrs of creative destruction: understanding the management of innovation in construction”. Building Research and Information, 26 (3), pp. 268-279.

busca reducir los costes asociados a este proceso (estrategia de liderazgo de costes). El anteproyecto de I+D+i denominado “Módulos prefabricados para centros escolares”, en fase de diseño y planificación de detalle, persigue la utilización de módulos prefabricados en edificios, específicamente, centros escolares, dado que se espera en el futuro cercano un aumento en la demanda de estos centros. Así, la dirección quiere satisfacer una demanda específica de un segmento del mercado (estrategia de alta segmentación). Asimismo, la dirección impulsó el proyecto de desarrollo de un sistema de gestión de I+D+i en la empresa certificable por la norma UNE 166002. Este proyecto pretende mejorar la competitividad en licitaciones nacionales e internacionales (estrategia de diferenciación). Por lo tanto, la dirección de LAMBDA-Constructora promueve proyectos de innovación dentro de tres estrategias generales de competitividad: liderazgo de coste, diferenciación y alta segmentación. Por lo anterior, se justifica que:

Proposición 3. La dirección impulsa proyectos de I+D+i para mejorar la competitividad de la empresa constructora.

Pries⁵⁹¹ señala que la mayoría de las empresas constructoras basan su competitividad en una estrategia de reducción de costes. Como consecuencia, cuando desarrollan una innovación, esta persigue mejorar tecnologías, procesos y productos para incrementar su productividad, reducir costes y aumentar su rentabilidad. Así, la mayoría de las innovaciones son incrementales y se encuentran orientadas hacia la mejora de procesos. El autor elabora esta conclusión analizando la información sobre innovación existente en los últimos 55 años en dos revistas alemanas del sector de la construcción (Bouw y Bouwwereld). También, se valida por los resultados del estudio de 4 casos de innovación en el sector. Al analizar los proyectos de I+D+i desarrollados en LAMBDA-Constructora, previos a la implantación del sistema de I+D+i, descubrimos que esta empresa ha innovado para diferenciarse positivamente de otras del sector (“Proyecto: desarrollo e implementación de un sistema de gestión de I+D+i en la empresa certificable por la norma UNE 166002”) o satisfacer los requerimientos de sus clientes (“Proyecto: regeneración superficial de los firmes de hormigón hidráulico en la autopista AP-7, Tarragona-Valencia”). Asimismo, el anteproyecto denominado “Investigación aplicada a la optimización de excavaciones de sótanos” pretende reducir los costes del proceso constructivo. En consecuencia, las innovaciones en ejecución o desarrollo se enmarcan dentro de las tres estrategias genéricas señaladas en el apartado 2.3 “Competitividad”: liderazgo de costes, diferenciación y segmentación. Esto se explica porque las empresas constructoras innovan para:

1. Resolver problemas técnicos de obras (proposición 1).
2. Satisfacer las necesidades de clientes (proposición 2).
3. Mejorar la competitividad de la empresa (proposición 3).

Así pues, las innovaciones desarrolladas por LAMBDA-Constructora previas a la implantación del sistema de gestión de la I+D+i se fundamentan en razones concretas más que en una estrategia de I+D+i previamente establecida. La norma UNE 166002 señala que “la adopción del sistema de gestión de la I+D+i debería ser una decisión estratégica”. Además, establece la necesidad de fijar una política y objetivos de I+D+i en coherencia con las necesidades y expectativas de la empresa. Entonces, la I+D+i se transforma en una herramienta más de la estrategia de negocio y, en consecuencia, la innovación sigue una estrategia definida. De hecho, LAMBDA-Constructora fija como objetivos del sistema de I+D+i: 1) incrementar el valor añadido ante los clientes; y 2) aumentar las capacidades técnicas e innovación de la empresa. Por consiguiente, decimos que:

⁵⁹¹ Pries F., Dorée A. (2005) “A century of innovation in the Dutch construction industry”. *Construction Management and Economics*, 23(6), pp. 561-564.

Proposición 4. La adopción de un sistema de gestión de la I+D+i en una empresa constructora permite innovar siguiendo una estrategia previamente definida.

El manual de Oslo⁵⁹² establece cuatro tipos de innovación: productos, procesos, organización y mercadotecnia. La innovación de producto se refiere a la introducción de un bien o servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso. La innovación de procesos considera la incorporación de un nuevo proceso o mejora radical del existente. La innovación de procesos puede implicar la introducción de cambios significativos en los equipos, materiales, programas informáticos, etc. utilizados por la empresa en los procesos o procedimientos. La innovación organizativa considera el uso de nuevos métodos organizativos en las prácticas de la organización. Y la innovación en mercadotecnia es la aplicación de nuevos métodos de comercialización que implican cambios significativos de diseño, posicionamiento, promoción o tarificación. El estudio de los resultados de los proyectos de I+D+i de la empresa, certificados por la Norma UNE 166001, arroja que todas ellas corresponden a innovaciones de procesos: dos de ellas asociadas a procesos constructivos (“Puente ejecutado mediante el sistema de vigas preensambladas” e “Investigación aplicada a la regeneración de firmas de hormigón con aglomerado asfáltico fabricado a partir de betún modificado con polvos neumáticos”) y una a procesos de gestión (“Desarrollo e implementación de un sistema de gestión para el mantenimiento y explotación de presas”). En cambio, la certificación de la empresa por la norma UNE 166002 podría ser vista como una innovación organizativa. Asimismo, el estudio del subproceso de generación de ideas, el cual, recoge ideas de proyectos de innovación desde la organización, revela que el 89% de estas persiguen corregir o incrementar sustancialmente el desempeño de los procesos constructivos y de gestión. Por lo tanto, la mayoría de las innovaciones de LAMBDA-Constructora buscan mejorar procesos, tanto proyectuales (obra) como de negocio^{593,594}. Esto puede explicarse por la escasa influencia de las constructoras en el diseño del producto. Finalmente, se debería recordar que una de las líneas estratégicas en I+D+i de LAMBDA-Constructora corresponde a la mejora de los procesos constructivos. Todo esto nos lleva a concluir que:

Proposición 5. Las empresas constructoras, cuando innovan, lo hacen fundamentalmente en los procesos.

Sexton y Barret⁵⁹⁵ investigaron durante 18 meses a 8 pequeñas empresas constructoras. Concluyen que las empresas se ven impulsadas a innovar de acuerdo con una estructura jerárquica de necesidades. En el nivel inferior, las empresas quieren garantizar su permanencia en el mercado y focalizan su esfuerzo innovador en proyectos que aseguren su supervivencia. Hoy, el mercado de la construcción esta experimentando una contracción en la demanda resultado de la desaceleración de la economía. Las constructoras se ven inmersas en un entorno de negocio competitivo en busca de contratos privados y públicos. En este contexto la empresa esta obligada a considerar nuevas opciones para sobrevivir. Así, LAMBDA-Constructora ve en las nuevas bases administrativas del Ministerio de Fomento una oportunidad para obtener mejor puntuación en las licitaciones públicas. La implantación

⁵⁹² OCDE (2005) "Oslo manual: guidelines for collecting and interpreting innovation". Tercera edición, OECD Publications, París.

⁵⁹³ Gann y Salter (2000) hablan de procesos de negocios y procesos proyectuales. Los procesos de negocios son continuos y repetitivos, asociados a principalmente a la empresa. En cambio, los procesos proyectuales pertenecen a los proyectos de construcción y estos son únicos y temporales.

⁵⁹⁴ Gann D. M., Salter A. (2000) "Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and systems". *Research Policy*, 29 (7-8), pp. 955-972.

⁵⁹⁵ Sexton M., Barret P. (2003) "Appropriate innovation in small construction firms". *Construction Management and Economics*, 21 (6), pp. 623-633.

de un sistema de I+D+i y el desarrollo de proyectos de innovación certificados, por tanto, incrementan las posibilidades de supervivencia de la empresa en el actual ciclo económico. Por consiguiente, LAMBDA-Constructora se encuentra en el nivel inferior de la estructura jerárquica de necesidades de Sexton y Barret (supervivencia, estabilidad y desarrollo). No obstante, la teoría evolutiva⁵⁹⁶ señala que las empresas cambian para competir en mejores condiciones por recursos escasos; aquellas que sobreviven engendran empresas similares que competirán. Esta idea nace de la agrupación de las 20 teorías existentes sobre el proceso de cambio realizada por Van de Ven y Poole. En este sentido, LAMBDA-Constructora considera en su estrategia de negocio la búsqueda de nuevos mercados, especialmente en los países recién ingresados a la Unión Europea; también pretende establecer rasgos diferenciadores con respecto a empresas nacionales e internacionales. Bajo este contexto, la innovación se considera un rasgo que potencia la competitividad nacional e internacional de la empresa al resaltar un aspecto cada vez más valorado por los clientes. En consecuencia, LAMBDA-Constructora implanta, también, un sistema de I+D+i según lo planteado por la teoría evolutiva. Sin embargo, consideramos más adecuada la teoría evolutiva para explicar este fenómeno que la estructura jerárquica de Sexton y Barret, pues explica tanto la supervivencia como la competitividad de LAMBDA-Constructora. En otras palabras, LAMBDA-Constructora con la implantación del sistema y la generación de proyectos de I+D+i busca sobrevivir o mantener su situación actual. Por todo lo anterior, se plantea que:

Proposición 6. La implantación de un sistema de I+D+i en las empresas constructoras obedece a la necesidad de generar una diferenciación positiva que valoren los clientes.

7.3.2 ¿Qué aspectos son relevantes en los sistemas de gestión de la I+D+i?

Hardie et al.⁵⁹⁷ señalan una fuerte correlación entre innovación tecnológica y una gestión proactiva del conocimiento de la organización. La gestión del conocimiento soporta la innovación. Esta premisa se basa en los resultados del análisis estadístico de una encuesta contestada por el 30% de una población de 3500 empresas del sector de la construcción de los estados de New South Wales, Victoria y Queensland (Australia). En nuestro caso, el DAFO en I+D+i realizado en LAMBDA-Constructora arroja la “necesidad de transmitir la vivencia de la innovación en obra” a sus miembros para mejorar los procesos e innovar. Por ello, una de las líneas estratégicas es “la estructuración del conocimiento procedente de la experiencia”. Para innovar, LAMBDA-Constructora ordena, estructura, documenta, archiva y transmite el conocimiento a la empresa y a los proyectos de construcción. Así pues, del análisis de los subprocesos del sistema de gestión de la I+D+i se desprende que:

- a) El subproceso de generación de ideas identifica y ordena las fuentes de informaciones periódicas o puntuales que puedan ser de interés para la organización.
- b) El subproceso de planificación, seguimiento y control de proyectos de I+D+i obliga (para cada proyecto) a: la elaboración y documentación del diseño detallado; la planificación de actividades y recursos necesarios; la redacción de informes de seguimiento y control; y la escritura del informe final del proyecto que incluye memoria, planificación de actividades y recursos, justificación de actividades de I+D+i, plan de calidad y seguimiento del proyecto, lo cual documenta el conocimiento y los resultados del proyecto de I+D+i.

⁵⁹⁶ Van de Ven A.H., Poole M.S. (2004) “Theories of organizational change and innovation process”. En M. S. Poole y A. H. Van de Ven (Ed.) “Handbook of organizational change and innovation”. Ed Oxford University Press, pp. 374-397, Nueva York.

⁵⁹⁷ Hardie M., Miller G., Manley K., 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, 31 de Julio al 4 de Agosto, Portland.

- c) El subproceso de transferencia y resguardo del conocimiento comunica al resto de la organización los resultados de la innovación por medio de las jornadas de la innovación y de una base documental.

Además, la instrucción “Protección” señala los procedimientos a seguir para proteger los resultados de la innovación. Finalmente, toda esta información está disponible en la intranet como fuente para la generación de ideas, resolución de problemas e implantación de innovaciones en proyectos de la empresa. De hecho, la segunda encuesta de I+D+i aplicada a directivos de la empresa (ver anexo A.5) señala que el 52% estima que la empresa centra sus esfuerzos en generar una base de datos documental que sirva de referencia para gestionar el conocimiento y en transmitir esta información a toda la organización. Lo anteriormente expuesto, nos lleva a plantear que:

Proposición 7. La implantación de un sistema de gestión de la I+D+i mejora la gestión del conocimiento de una empresa constructora.

La Norma UNE 166002 establece la necesidad de incluir un proceso de vigilancia tecnológica para realizar de manera sistemática la captura, el análisis, la difusión y la explotación de las informaciones científicas o técnicas útiles para la organización, o bien alertar sobre innovaciones susceptibles de crear oportunidades o amenazas. Para ello, LAMBDA-Constructora establece cinco áreas del entorno externo de la empresa para su vigilancia:

1. Tecnología: Vislumbrar las tendencias de las tecnologías disponibles o recientes, capaces de influir en la creación de nuevos productos o procesos.
2. Entorno: Percibir aquellos hechos externos que puedan condicionar el futuro, en áreas como la sociología, la política, el medio ambiente, etc.
3. Competencia: Conocer las tendencias de los competidores actuales y potenciales.
4. Proveedores: Advertir nuevos productos o servicios ofrecidos por los proveedores.
5. Clientes: Diferenciar los requerimientos actuales y futuros de los clientes.

Además, las fuentes de informaciones disponibles en la empresa se agrupan, según su regularidad:

- a) Periódicas: publicaciones y suscripciones que recibe regularmente, así como páginas web de interés.
- b) Puntuales: eventos o publicaciones no periódicas.

De esta forma, la empresa identifica y clasifica las fuentes de información en lo que respecta a su entorno externo. A continuación, la información de interés (artículo, noticia, etc.) se extrae del análisis de estas fuentes por el responsable correspondiente. Esta información es registrada, comentada y almacenada en las Fichas de Fuentes de Información. Posteriormente, los especialistas analizan la Ficha de Fuente de Información del área bajo su responsabilidad y plasman sus conclusiones o ideas en I+D+i en las Fichas de Vigilancia. Así, la organización analiza y comunica a todos sus miembros la información relevante de su entorno externo. Lo expuesto conduce a que:

Proposición 8. Las empresas constructoras que adoptan un sistema de I+D+i conocen mejor su entorno externo.

Los modelos de gestión de la innovación como COTEC o EFQM Innovation Framework consideran la necesidad de vigilar el comportamiento de los procesos o unidades de la empresa para mejorar la productividad. Así pues, la observación y medición de los procesos internos permiten detectar problemas que originan oportunidades de mejora o innovación. Aunque, LAMBDA-Constructora no establece explícitamente la vigilancia de los procesos, la existencia de ideas innovadoras asociadas a la resolución de procesos proyectuales (fichas técnicas, optimización de procesos constructivos de aparcamiento, control de hormigón por láser, etc.) y de negocio (mejora de gestión del suministro de obra, gestión documental de la

información para jefes de obra, etc.) refleja la necesidad de vigilar, controlar y mejorar los procesos internos. Es más, la proposición 4 de esta tesis afirma que “las empresas constructoras desarrollan principalmente innovaciones de procesos”. Por lo tanto, planteamos que:

Proposición 9. El control de los procesos internos de una empresa constructora (producción y gestión fundamentalmente) constituye una fuente de información básica para la generación de ideas innovadoras.

Muchas empresas constructoras españolas están certificadas por la norma ISO 9001. La norma ISO 9001 “Sistema de gestión de la calidad” busca la mejora continua de la calidad de procesos y productos a través de la satisfacción del cliente. Todo ello, se basa en el principio “Planificar-Hacer-Verificar-Actuar”, y en la determinación de los requisitos y nivel de satisfacción del cliente. Así, aquellas actividades que no cumplen con el nivel planificado de satisfacción del cliente presentan oportunidades de mejora. Por otro lado, la norma UNE 166002 establece los requisitos para los sistemas de innovación que quieran certificarse. Entre las recomendaciones se encuentra el uso de la metodología “Planificar-Hacer-Verificar-Actuar” (PHVA) y como requisito la medición de las necesidades y expectativas de las partes interesadas. Así pues, LAMBDA tiene un sistema basado en el proceso de gestión de la innovación descrito en el apartado 6.5 “Diseño e implementación del sistema de gestión de I+D+i” en donde las necesidades y expectativas de las partes interesadas se miden constantemente para desarrollar los proyectos de I+D+i. En otras palabras, las necesidades y requerimientos de las partes interesadas se evalúan para determinar oportunidades de innovación. Por lo tanto, ambas normas y sistemas de gestión comparten los mismos principios y estructura. Incluso, la tabla 2.2 “Relación de requisitos normas UNE 166002 e ISO 9001” refleja que ambas normas son similares en, al menos, 58 requisitos de 82 (70%). LAMBDA-Constructora ha fusionado en un solo comité de calidad e innovación ambos sistemas porque ambas normas buscan mejorar los procesos de la empresa: la innovación de forma radical y la calidad con mejoras incrementales. Por otro lado, LAMBDA-Constructora esta certificada por la norma ISO 9001 desde 1996. Todo lo anterior permite señalar que LAMBDA-Constructora tiene experiencia en la aplicación del principio de PHVA y en valorar los requerimientos y el nivel de satisfacción de sus clientes. Por lo tanto, planteamos que:

Proposición 10. La existencia de un sistema de calidad certificado según la norma ISO 9001 facilita la implantación de un sistema de gestión de la I+D+i en las empresas constructoras.

Gran parte de la información utilizada por la empresa para vigilar el entorno proviene de empresas de servicios que recopilan y procesan la información, por ejemplo: Alimarket y e-informa. Además, en el subproceso de planificación, seguimiento y control de proyectos de I+D+i existen evidencias de que parte de las actividades de I+D+i son realizadas por empresas externas especializadas. El proyecto de implantación de un sistema de gestión para el mantenimiento y explotación de presas se realizó conjuntamente con el Departamento de Explotación de INCISA SOGETI España S.L. En el puente ejecutado mediante el sistema de vigas preensambladas, el diseño final de las vigas así como su suministro, fue realizado por ALVISA. Mas aún, el estudio del comportamiento del puente fue realizado por la asesoría técnica A.T. La certificación de proyectos de I+D+i la realizó una organización externa. Y con respecto a la implantación del sistema de gestión de la I+D+i, LAMBDA-Constructora requirió de los servicios de consultores externos. Por consiguiente, en las actividades de I+D+i donde LAMBDA-Constructora carece de los recursos, capacidad técnica o experiencia necesaria ha utilizado la colaboración de empresas especializadas. De hecho, según la

encuesta a proveedores y subcontratistas, el 65% de ellos estiman que participan con LAMBDA-Constructora en el desarrollo e implementación de innovaciones del sector⁵⁹⁸. Por ello, señalamos que:

Proposición 11. La participación de socios tecnológicos, como consultores, subcontratistas y proveedores facilita la innovación de las empresas constructoras.

El sistema de gestión de I+D+i de LAMBDA-Constructora identifica el proceso de gestión para cada proyecto de I+D+i y la secuencia de tareas necesarias para completarlo con éxito. Las actividades de gestión se señalan en los subprocesos descritos en el capítulo anterior; las actividades de innovación, se establecen durante la planificación del proyecto de I+D+i. De esta forma, LAMBDA-Constructora reconoce las actividades en las cuales carece de los recursos, conocimientos y experiencia necesaria, especialmente en proyectos de I+D+i. Así, algunas han sido subcontratadas a empresas especializadas, por ejemplo: vigilancia del entorno externo (Alimarket); ejecución del proyecto de I+D+i (Dpto. de Explotación de INCISA SOGETI España S.L); y tramitación y certificación de algunos proyectos (empresa asesora especializada). Por tanto, la existencia del sistema de I+D+i permite a LAMBDA-Constructora reconocer y acotar claramente las tareas que requieren los servicios de empresas especializadas que les aporten valor. Además, el sistema exige que las actividades de I+D+i llevadas a cabo por LAMBDA-Constructora y sus contratistas, sean protegidas (proceso de transferencia y resguardo del conocimiento). Planteamos que:

Proposición 12. La existencia de un sistema de gestión de la I+D+i estimula la contratación de empresas especializadas que aporten valor al proceso innovador.

Algunos autores^{599,600} resaltan la importancia del jefe de obra en la innovación. Esta conclusión es resultado del análisis estadístico de encuestas realizadas a los responsables de empresas y equipos de trabajo de proyectos del sector de la construcción de Singapur. Así pues, los jefes de obra tienen la función de:

1. Motivar al personal para generar nuevas ideas.
2. Coordinar y combinar la creatividad del equipo de proyecto para facilitar la generación de ideas innovadoras.
3. Convencer y vender las innovaciones para obtener su soporte y aprobación.
4. Adoptar e implantar nuevas ideas, soluciones o tecnologías en los proyectos de construcción.

El jefe de obra tiene una gran influencia en el resultado en I+D+i del sistema de LAMBDA-Constructora, dado que juega un rol fundamental en tres subprocesos del sistema. En la fase de generación de ideas, es quien tiene mayores posibilidades de detectar oportunidades de innovación a partir de los problemas técnicos de obra. De hecho, la mayoría de las ideas del comité de especialistas y expertos pertenecen a jefes de obra. Durante la fase de implantación, es la guía del proceso de puesta en práctica de la innovación y, por lo tanto, es quien evalúa y corrige los resultados del proyecto de I+D+i. En el proyecto “Puente ejecutado mediante el sistema de vigas preensabladas” el jefe de obra y su equipo participaron activamente en la adaptación de la innovación a las condiciones propias de la obra. Finalmente, su participación activa también es requerida durante el proceso de transferencia del conocimiento dentro de la organización. Primero, como principal actor de la implantación de la innovación en obra, es la primera persona llamada a comunicar los resultados, por ejemplo en las jornadas de la

⁵⁹⁸ Ver apartado 6.7 “Encuesta de validación del sistema de I+D+i: encuesta a proveedores y subcontratistas”.

⁵⁹⁹ Park M., Nepal M. P., Dulaimi M. F. (2004) “Dynamic modeling for construction innovation”. *Journal of Management in Engineering*, 20 (4), pp. 171-177.

⁶⁰⁰ Dulaimi M., Nepal M.P., Park M. (2005) “A hierarchical structural model of assessing innovation and project performance”. *Construction Management and Economics*, 23 (6), pp. 565-577.

innovación; y, segundo, es quien debe conocer y considerar el uso de los resultados del proceso innovador en futuras obras. En consecuencia, proponemos:

Proposición 13. La implicación activa del jefe de obra en el proceso innovador tiene un impacto significativo en los resultados de la I+D+i de una empresa constructora.

La norma UNE 166002 fija como requisito la creación de unidades de I+D+i para realizar las actividades de innovación. El sistema de gestión de la I+D+i de LAMBDA-Constructora obliga a la creación de unidades específicas para la realización de las diferentes fases de una innovación: concepción, desarrollo e implantación. Así pues, el equipo de anteproyecto de I+D+i se encarga de refinar y profundizar una idea innovadora; el equipo de proyecto de I+D+i desarrolla la innovación y el equipo de implantación utiliza esta innovación en obra⁶⁰¹. Cada uno de estos equipos están integrados por expertos de la empresa en las disciplinas afines. Por ejemplo, en el proyecto del puente participaron especialistas en hormigón, estructuras, montaje y procesos constructivos. La proposición 11 señala que “La participación de socios tecnológicos, como consultores, subcontratistas y proveedores facilita la innovación de las empresas constructoras”. Esta proposición se apoya en las siguientes premisas:

1. En el proyecto de implantación de un “sistema de gestión para el mantenimiento y explotación de presas” se trabajó en conjunto con el Dpto. de Explotación de INCISA SOGETI España S.L
2. En el proyecto “Puente ejecutado mediante el sistema de vigas preensambladas”, el diseño final de las vigas, así como su suministro fue realizado por ALVISA y el estudio del comportamiento del puente fue realizado por A.T.
3. Para el proyecto de desarrollo de un sistema de gestión de I+D+i, certificable por la norma UNE 166002, la empresa contó, dentro de su equipo de trabajo, con los investigadores de la UPV y una empresa asesora especializada.

Así pues, los organigramas de estos proyectos de I+D+i incluyen especialistas de las empresas asesoras en las disciplinas requeridas. Asimismo, la implantación de la innovación requiere la unión de las capacidades aportadas por las distintas especialidades que participan en la ejecución de la obra. De hecho, el equipo de obra para la “Ejecución de un puente por el método de vigas preensabladas” exigió la participación activa del jefe de obra apoyado por sus colaboradores, personal del departamento de I+D+i, consultores, subcontratistas y proveedores. Por lo tanto, el desarrollo de una innovación necesita el trabajo conjunto de equipos formados por especialistas de las distintas áreas del conocimiento. Por todo esto, decimos que:

Proposición 14. La innovación en la construcción requiere la participación de equipos multidisciplinares.

Tatum⁶⁰² define la capacidad técnica como la aplicación de los conocimientos de la ingeniería y la experiencia para completar con éxito los objetivos de los proyectos de construcción. Los proyectos de innovación desarrollados dentro del sistema de gestión de la I+D+i se generan para responder a los problemas de las obras y, por lo tanto, exigen el desarrollo y aplicación de nuevos conocimientos. Asimismo, los proyectos de I+D+i de LAMBDA-Constructora responden a los requerimientos de clientes, como por ejemplo: “Investigación aplicada a la regeneración de firmes de hormigón con aglomerados asfálticos fabricados a partir de betún modificado con polvos de neumáticos”. Estos requerimientos exigen la búsqueda de los

⁶⁰¹ Ver apartados: 6.5.1.5.2 “Subproceso de generación de proyectos de I+D+i”; 6.5.1.5.3 “Subproceso de planificación, seguimiento y control de proyectos de I+D+i”; y 6.5.1.5.4 “Subproceso de implementación de proyectos de I+D+i”

⁶⁰² Tatum C. B. (2005) “Building better: technical support for construction”. Journal of Construction Engineering and Management, 131 (1), pp. 24-32.

conocimientos, técnicas o experiencia que permitan satisfacerlos. Cuando la innovación proviene de la dirección se focaliza para mejorar los procesos; en consecuencia, implican la incorporación de nuevos conocimientos que modifican los existentes. De hecho, dos innovaciones emprendidas por la dirección están focalizadas en mejorar procesos constructivos: el primero, orientado a mejorar la precisión de las excavaciones de los sótanos para reducir el plazo necesario para su ejecución y los costes de la sobreexcavación; el segundo, persigue la utilización de módulos prefabricados en edificios, específicamente, centros escolares. Por consiguiente, los proyectos de I+D+i de LAMBDA-Constructora han requerido generar, adquirir, absorber e implantar nuevos conocimientos en la organización para cumplir los objetivos. Además, los resultados de la innovación son documentados, transmitidos y archivados y están disponibles para futuros proyectos, tal y como lo señala el subproceso de transferencia y resguardo del conocimiento. Todo ello conlleva que:

Proposición 15. La adopción de un sistema de I+D+i mejora la capacidad técnica de una empresa constructora.

Junto con lo anterior, la administración pública “valora” a través de la serie de normas UNE 166000 la calidad e idoneidad de las tecnologías que el contratista utiliza para la ejecución de una obra. Asimismo, en el manual de acogida de LAMBDA-Constructora la innovación es una herramienta que incorpora y desarrolla en la organización aspectos valorados por el cliente, como por ejemplo: energías renovables, materiales reciclados o la búsqueda de la eficiencia energética. Así pues, la innovación es un rasgo que, cada vez más, el cliente sopesa para seleccionar al contratista responsable de su proyecto. Por otro lado, para conocer su imagen en I+D+i, LAMBDA-Constructora ha realizado encuestas a las partes interesadas (clientes, proveedores y subcontratistas, directivos y organización) que indican que la empresa ha innovado durante los últimos años. Esto es respaldado por los dos proyectos en I+D+i que LAMBDA-Constructora tiene certificados hasta la fecha. Así, LAMBDA-Constructora proyecta hacia su entorno una imagen de empresa innovadora, lo cual, establece una diferencia positiva sobre las demás empresas constructoras. Es decir, potencia un rasgo que es cada vez más valorado por el cliente. Todo ello mejora la competitividad de la empresa⁶⁰³. En consecuencia, planteamos que:

Proposición 16. La adopción de un sistema de I+D+i incrementa la competitividad de la empresa constructora.

La proposición 1 de esta tesis mantiene que “la principal fuente de innovación para las empresas constructoras corresponde a los problemas técnicos que aparecen en la ejecución de la obra”. A modo de ejemplo, se ha nombrado el proyecto de I+D+i “Puente ejecutado mediante sistema de vigas preensambladas” cuya degravación fiscal rondó los 60.000 €. Cuando los problemas técnicos de las obras generan proyectos de I+D+i, estos son la solución para cumplir con los objetivos del proyecto. Otra fuente de innovación señala que son los requerimientos de clientes exigentes. En esta situación, los proyectos innovadores permiten a la empresa participar en licitaciones y ejecutar obras que de otra manera no hubiera sido posible. Un ejemplo lo constituye la “Investigación aplicada a la regeneración de firmes de hormigón con aglomerado asfáltico fabricado a partir de betún modificado con polvo de neumático” con una degravación fiscal superior a los 240.000 €. Por lo tanto, los proyectos de I+D+i permiten cumplir con los objetivos de la empresa y de los proyectos. Estos proyectos pueden certificarse por la norma UNE 166001 y optar a subvenciones fiscales. De hecho, hasta la fecha la cantidad sujeta a degravaciones fiscales en LAMBDA-Constructora supera los 300.000 € (aproximadamente un 20% de lo invertido en I+D+i). En resumen, estos

⁶⁰³ Capacidad de una organización pública o privada, lucrativa o no, de mantener sistemáticamente ventajas comparativas que le permitan lograr una rentabilidad igual o superior a los rivales en el mercado.

proyectos han permitido obtener subvenciones y desgravaciones económicas importantes que cubren parte de los costes generados por proyectos de I+D+i asociados a los gastos de los proyectos que los generaron. Por todo lo anterior, proponemos que:

Proposición 17. La certificación de un proyecto de innovación mejora los resultados de una obra.

7.3.3 ¿Cómo implantar un sistema de gestión de la I+D+i?

La norma UNE 166002 parte del compromiso de la alta dirección de la empresa en la gestión de la innovación. Existen múltiples evidencias del compromiso de dirección de LAMBDA-Constructora en el desarrollo del sistema de gestión de la innovación, así como de los proyectos de I+D+i. La dirección de LAMBDA-Constructora ha demostrado su compromiso en diversos frentes: al promover y firmar el convenio de colaboración entre la empresa y la UPV; al colaborar en las fases de diseño e implantación del sistema de I+D+i; al solicitar la participación activa de la organización; etc. No obstante, los resultados del DAFO en I+D+i de Octubre de 2007 señalan la falta de liderazgo de la dirección en este campo. Esta deficiencia explica porqué solo un porcentaje minoritario de los directivos (10%) considera la innovación como una herramienta de competitividad de la empresa⁶⁰⁴. De hecho, el 70% de los directivos menciona que la empresa concentra todos sus esfuerzos en las actividades diarias de explotación. Así pues, hay una falta de percepción de los directivos en ver la innovación como una herramienta necesaria para la competitividad. Por tanto, existe una diferencia de percepción entre la alta dirección de LAMBDA-Constructora y el resto de directivos. Esta falta de visión de los directivos tiene consecuencias negativas para la innovación, como por ejemplo: falta de tiempo para centrarse en actividades creativas; carencia de incentivos para la mejora de procesos; orientación de los proyectos al precio y plazo; falta de personal técnico en la obra para innovar; celos y problemas para montar un departamento de I+D+i independiente de las demás áreas y con personal propio⁶⁰⁵, etc. Incluso, esta carencia de percepción ha significado el retraso en la certificación de la empresa por la norma UNE 166002. Todo esto, conduce a que:

Proposición 18. La innovación en la construcción se frena cuando los directivos de las empresas constructoras no la perciben como una estrategia competitiva.

El 80% de los directivos de LAMBDA-Constructora considera que la organización centra todos sus esfuerzos en los procesos productivos⁶⁰⁶. Además, el 70% estima que la empresa tiene una estructura rígida enfocada al control de la producción. En consecuencia, la innovación en LAMBDA-Constructora se considera como una actividad asociada a la investigación científica⁶⁰⁷ que nace de un proceso intuitivo⁶⁰⁸ carente de reflexión⁶⁰⁹. Así pues, la concentración en las actividades productivas impide reflexionar sobre la innovación, sus procesos, procedimientos de trabajo y, en consecuencia, percibir oportunidades de innovación. A pesar de todo lo anterior, durante la realización de la línea de actuación “detección y certificación de proyectos de I+D+i aislados” se descubren evidencias de que LAMBDA-Constructora ha innovado. De hecho, los proyectos “Puente ejecutado mediante el sistema de vigas preensambladas” e “Investigación aplicada a la regeneración de firmes de hormigón con aglomerados asfáltico fabricado a partir de betún modificado con polvo de

⁶⁰⁴ Segunda encuesta de I+D+i a directivos de LAMBDA-Constructora de Mayo de 2006

⁶⁰⁵ Reunión con el Director del Departamento de I+D+i 19 de Junio de 2007.

⁶⁰⁶ Primera encuesta de I+D+i a directivos de LAMBDA-Constructora de Diciembre de 2007.

⁶⁰⁷ Primera encuesta de I+D+i a directivos de LAMBDA-Constructora de Diciembre de 2007.

⁶⁰⁸ Primera encuesta de I+D+i a directivos de LAMBDA-Constructora de Diciembre de 2007.

⁶⁰⁹ Primera encuesta de I+D+i a directivos de LAMBDA-Constructora de Diciembre de 2007.

neumático” son lanzados por esta actuación⁶¹⁰. LAMBDA-Constructora había innovado, pero, no era consciente de ello y, más aun, no documentaba, almacenaba ni transfería estas innovaciones, todo esto porque la organización estaba centrada en sus procesos productivos. Por lo tanto, planteamos que:

Proposición 19. La priorización de los procesos productivos en las empresas constructoras dificulta la detección de oportunidades para la innovación.

La implantación de un sistema de gestión de la I+D+i supone la adopción de la idea de cambio. Para ello, utilizamos el modelo de gestión del cambio de Kotter^{611,612}, fruto de la experiencia del autor en la transformación de más de 100 organizaciones de los Estados Unidos. Para evaluar el impacto del proceso de implantación del sistema de I+D+i se procedió a valorar la situación inicial mediante una encuesta⁶¹³. Los resultados fueron los siguientes: 1) la innovación no es una prioridad para la empresa; 2) la empresa carece de una cultura innovadora; y 3) está centrada en sus procesos fundamentales. Identificada la situación inicial se plantearon acciones relacionadas con cada una de las etapas del modelo de Kotter:

1. Crear sentido de urgencia: En los diversos correos electrónicos que el Director de Construcción envió al personal, este señala la necesidad de certificar proyectos de I+D+i y el sistema para competir en mejores condiciones en las licitaciones públicas.
2. Formar una coalición poderosa: Desde el 14 de Mayo hasta el 8 de Junio, el responsable de la certificación de LAMBDA-Constructora por la UNE 166002 se entrevistó con los directores de los diferentes departamentos para contar con su apoyo y colaboración en todas las actividades de implantación del sistema.
3. Crear visión: Durante las entrevistas con los responsables de los departamentos se discutieron los objetivos esperados del sistema, así como, maneras de superar las barreras para su desarrollo. De esta forma, los objetivos del sistema de gestión de la I+D+i y el proceso de implantación se elaboraron conjuntamente con todos los directivos del área de construcción.
4. Comunicar visión: Para comunicar la razón, objetivos, procedimientos etc. se utilizaron diversas herramientas contempladas en el plan de difusión, siendo el medio más eficaz las charlas formativas dadas por la dirección de I+D+i.
5. Potenciar a otros para poner en práctica la visión: Se estableció un programa de formación en I+D+i relacionado con las competencias y funciones en I+D+i establecidas por la dirección. Así, todos quienes participen en el sistema de gestión de la innovación son formados en diversos aspectos: técnicas de creatividad, gestión de proyectos de I+D, gestión de la I+D+i, etc.
6. Planificar la obtención de éxitos a corto plazo: El primero de ellos correspondió a la certificación del sistema.
7. Consolidar las mejoras y producir más cambios: Una vez obtenido el certificado, el proceso de mejora continuó con el cumplimiento de los indicadores de desempeño del sistema.
8. Institucionalizar nuevos métodos: Finalmente, se espera a medio y largo plazo mantener la certificación.

⁶¹⁰ Ver apartado 6.1 “Introducción: detección y certificación de proyectos de I+D+i aislados”.

⁶¹¹ Ver epígrafe 2.9: “Gestión del cambio organizativo”.

⁶¹² Kotter J. P. (1995) “Leading change: why transformation effort fail”. *Haarvard Business Review*, Marzo-Abril, pp. 59-67.

⁶¹³ Ver epígrafe 6.7: “Encuesta de validación del sistema de I+D+i”.

Para evaluar la situación una vez completadas todas estas acciones se realizó una nueva encuesta⁶¹⁴ similar a la primera. Esta encuesta detectó que la innovación: (a) se percibe como una herramienta de competitividad de la empresa que permite diferenciarla de las demás; (b) está sistematizada; y (c) es valorada dentro de la organización. Todo el razonamiento anterior conduce a lo siguiente:

Proposición 20. La teoría de gestión del cambio es válida para implantar un sistema de gestión de la I+D+i en una empresa constructora.

7.4 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL CASO DEL ESTUDIO

En el presente apartado se discuten y contextualizan los aspectos más relevantes del sistema de I+D+i de LAMBDA-Constructora:

1. Se examinan la situación en I+D+i de la constructora.
2. Se exponen los principales factores que determinan el sistema de I+D+i y su rendimiento:
 - a. La estrategia.
 - b. El proceso de gestión de la I+D+i.
 - c. La organización.
3. Se discuten las estrategias o actividades más efectivas en la implantación del sistema.
4. Se sugieren las capacidades básicas del personal de I+D+i para ejercer adecuadamente su función, con el fin de orientar sobre la formación complementaria necesaria.

El estudio del estado de la cuestión en I+D+i planteó que los principales aspectos que determinan el rendimiento en I+D+i de una empresa constructora corresponden a: estrategia de innovación, capacidades organizativas y entorno de negocio⁶¹⁵. En consecuencia, el proceso de diseño del sistema de I+D+i comenzó valorando estos aspectos. Así, establecida la estrategia en I+D+i, conocida las capacidades organizativas en I+D+i y valorada la situación en I+D+i del entorno de la empresa, se procedió al diseño del sistema.

7.4.1 Análisis del DAFO

La principal fuente de información para conocer la situación en I+D+i de la empresa en sus aspectos claves es el DAFO, cuyos resultados se complementan con encuestas, entrevistas y la revisión de la documentación. La Figura 7.11 es un mapa que sintetiza el análisis del DAFO, muestra las principales restricciones e incentivos de LAMBDA-Constructora para innovar y señala las principales acciones recomendadas por el equipo investigador para mejorar el rendimiento en I+D+i de la empresa.

En un comienzo, la innovación en LAMBDA-Constructora era un tema desconocido para la organización. No obstante, para los directivos de LAMBDA-Constructora estaba asociada a la investigación y la creatividad. En consecuencia, innovar no era una actividad propia de la constructora y, por lo tanto, la empresa debía destinar recursos adicionales y/o externalizar la I+D+i. Sin embargo, la dirección reconocía que la empresa podía haber innovado fruto de la casualidad. En consecuencia, LAMBDA-Constructora no consideraba la innovación como una herramienta de competitividad y, menos aún, una prioridad de la estrategia de negocio de la empresa.

⁶¹⁴ Ver epígrafe 6.7 “Encuesta de validación del sistema de I+D+i”.

⁶¹⁵ Ver epígrafe 4.5 “Factores determinantes en el desempeño del sistema de I+D+i”.

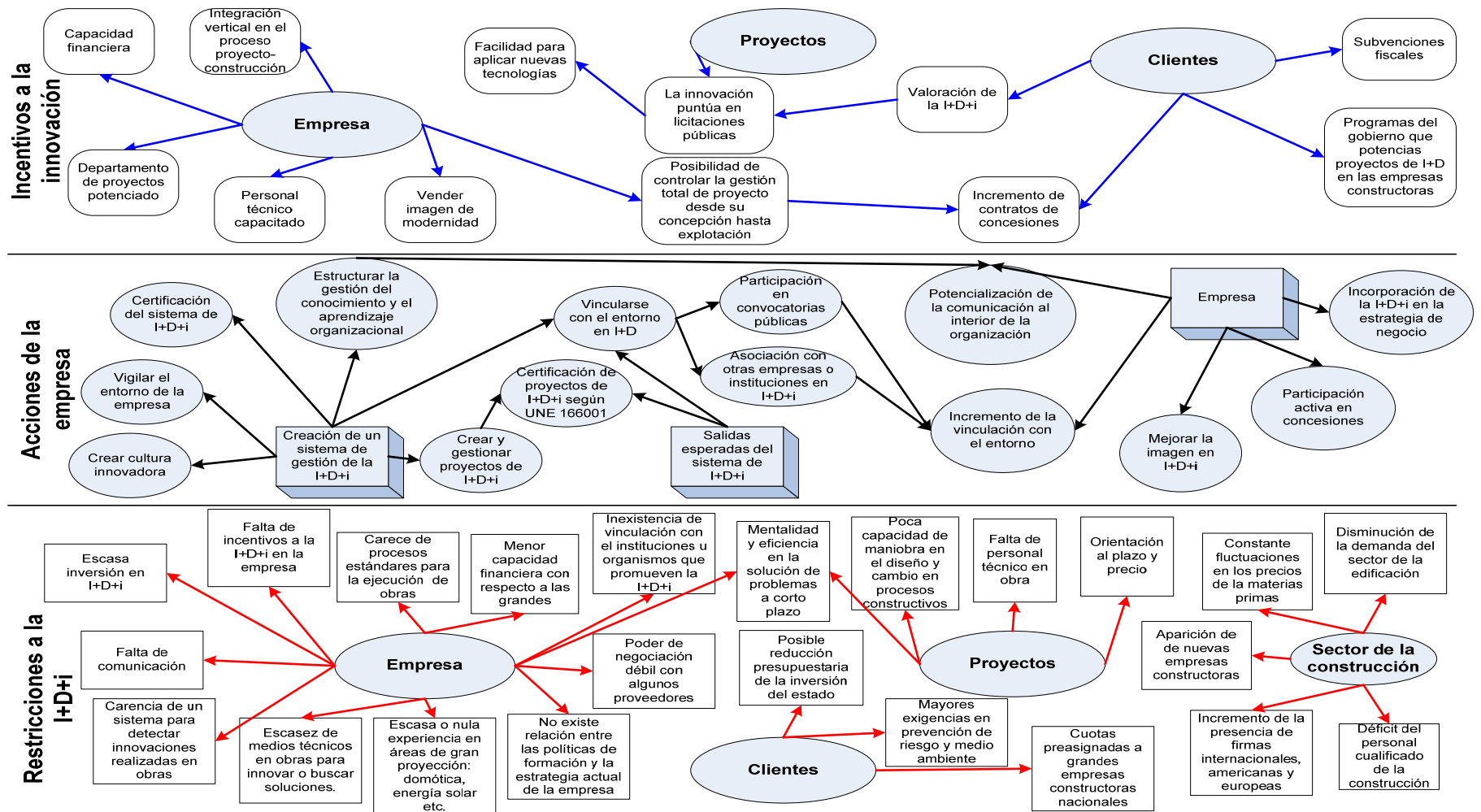


Figura 7.11. Mapa-síntesis del DAFO de LAMBDA-Constructora

La empresa presentaba las siguientes restricciones a la I+D+i:

1. Todos los recursos y esfuerzos están centrados en los procesos productivos: la estructura organizativa esta enfocada al control de procesos.
2. Falta de percepción en I+D+i de los directivos de LAMBDA-Constructora: no existe una reflexión estratégica de la I+D+i, carecen de un liderazgo en innovación, etc.
3. Invierten poco en I+D+i.
4. Carencia de procesos proyectuales y de negocio en I+D+i.
5. Falta de personal especializado en I+D+i.
6. Ausencia de una cultura e incentivos para innovar.
7. Escasa comunicación entre la empresa y sus diversas obras.
8. Fallan en su vinculación con instituciones, organizaciones y empresas en I+D+i.

Como resultado de esta falta de percepción de los directivos de LAMBDA-Constructora, los proyectos de construcción presentaban las siguientes restricciones:

1. Objetivos de proyectos orientados a plazo y precio.
2. Falta de personal técnico en obra.
3. Entornos de urgencia y estrés.

Además, de las restricciones provenientes de la empresa y de los proyectos existen otros asociados al sector de la construcción y a los clientes. Las restricciones del sector están relacionadas principalmente con el peligro de un período económico de contracción; ambos factores originan una mayor competitividad en los precios de las obras. Asimismo, el sector carece de personal cualificado en I+D+i.

Con respecto a los clientes, las principales restricciones para la innovación son:

1. Existe el riesgo de una menor demanda de construcción.
2. Proporcionan “a priori” el diseño del producto.
3. Reparto a las grandes empresas constructoras en licitaciones de la administración pública.

A pesar de todo, las empresas constructoras cuentan con personal técnico capacitado, aunque, escaso en obra, y recursos financieros para invertir en I+D+i. Pero las mayores razones para innovar provienen del mercado. Los clientes cada vez valoran más la creatividad; este aspecto queda reflejado en los nuevos pliegos de contratación del Ministerio de Fomento. Asimismo, se encuentra las subvenciones fiscales que contribuyen a absorber parte de los costes de los proyectos de I+D+i.

Por todo esto, las acciones propuestas para incrementar la I+D+i son:

- La creación de una cultura innovadora.
- La incorporación de la I+D+i a la estrategia de negocios de la empresa.
- La sistematización del proceso de gestión de la I+D+i.
- La vinculación de la empresa con el extorno externo e interno.
- La formación de personal en I+D+i.

Un aspecto interesante, planteado por el comité de I+D+i, es la importancia del sistema de I+D+i para competir en concesiones. El uso del sistema de concesiones por la administración pública se ha incrementado en los últimos años, pasando desde 5.693,4 millones de euros en el año 2003 a 9.893,8 millones euros en el 2007; la contracción de la demanda esta impulsando a las constructoras a considerar esta opción. Este sistema permite la gestión integral del proceso proyecto-construcción y, por lo tanto, un mayor control sobre el diseño último del proyecto. LAMBDA-Constructora estima que la existencia de un departamento de

I+D+i otorga una mayor capacidad para generar alternativas de diseño novedosas y resolver los problemas técnicos asociados a estas. La existencia de un departamento de I+D+i podría generar una ventaja en las licitaciones de concesiones sobre otras empresas del sector que carecen de esta estructura.

7.4.2 El sistema de gestión de la I+D+i en las empresas constructoras españolas

A continuación se exponen los principales aspectos o evidencias encontradas que permiten confirmar aspectos planteados en el estado de la cuestión. En particular, se profundiza en aquellos que demuestran la pertinencia del modelo de gestión de la I+D+i (ver Figura 7.12). Esta figura representa el esquema propuesto como colofón del análisis del estado de la cuestión (ver Figura 4.12). Para ello relacionamos las proposiciones de esta tesis con el modelo en cuestión y los requerimientos de la norma UNE 166002. Así mismo, se discute la congruencia de los resultados con otros autores.

La gestión de la I+D+i en las constructoras españolas es un proceso que comienza con la detección de oportunidades para innovar desde los requerimientos y/o problemas actuales de las partes interesadas (empleados, clientes, proveedores, entorno, etc.), en especial los clientes y las obras. De sus necesidades emergen ideas para innovar. Las mejores ideas son seleccionadas por la dirección para transformarse en proyectos de I+D+i. Estos proyectos corresponden a aquellos que tienen menores riesgos y máximos beneficios esperados. La dirección organiza y provee los recursos necesarios para llevar a cabo con éxito estos proyectos. Sin embargo, es la unidad responsable de la I+D+i quien debe gestionar los recursos asignados a la innovación, administrar la cartera de proyectos de I+D+i e implementarlos. Los resultados de los proyectos de innovación son aplicados en las obras o en la empresa. Las innovaciones implementadas son evaluadas, mejoradas, aprendidas y transferidas a futuros proyectos. Así, los resultados del proceso de implantación, los nuevos requerimientos del cliente o los problemas en obra alimentan y reinician este ciclo continuo de innovación.

Las evidencias nos llevan a decir que las constructoras españolas siempre han innovado, sin ser conscientes de ello. Por esto, la implantación de la serie de normas UNE 166000 tiene un impacto positivo en el rendimiento innovador del sector porque las empresas toman conciencia de la innovación y de que la llevan a cabo. Más aun, esta norma tiene el beneficio de obligar a las empresas a documentar, proteger y explotar las innovaciones generadas.

La proposición 5 de esta tesis señala que “las empresas constructoras, cuando innovan, lo hacen fundamentalmente en los procesos” porque las constructoras tienen poca o nula influencia en el diseño final del producto. Este viene dado por el cliente previamente al proceso de licitación de la obra. Así pues, la participación en concesiones, la gestión integral de proyectos de construcción o la participación de las constructoras en la fase de diseño pueden impulsar a estas a innovar en productos. No obstante, los clientes que requieran diseños novedosos pueden forzar a las empresas a innovar en estos dos aspectos: productos y servicios.

La innovación puede ser entendida como la transformación de una idea en nuevo conocimiento para la empresa que genera ventajas competitivas. Así, la gestión de la innovación requiere utilizar disciplinas que faciliten la generación, registro, selección y almacenamiento de las mejores ideas. La vigilancia tecnológica y la gestión de la calidad pueden aportar ideas creativas. Luego las mejores ideas son transformadas en conocimiento a

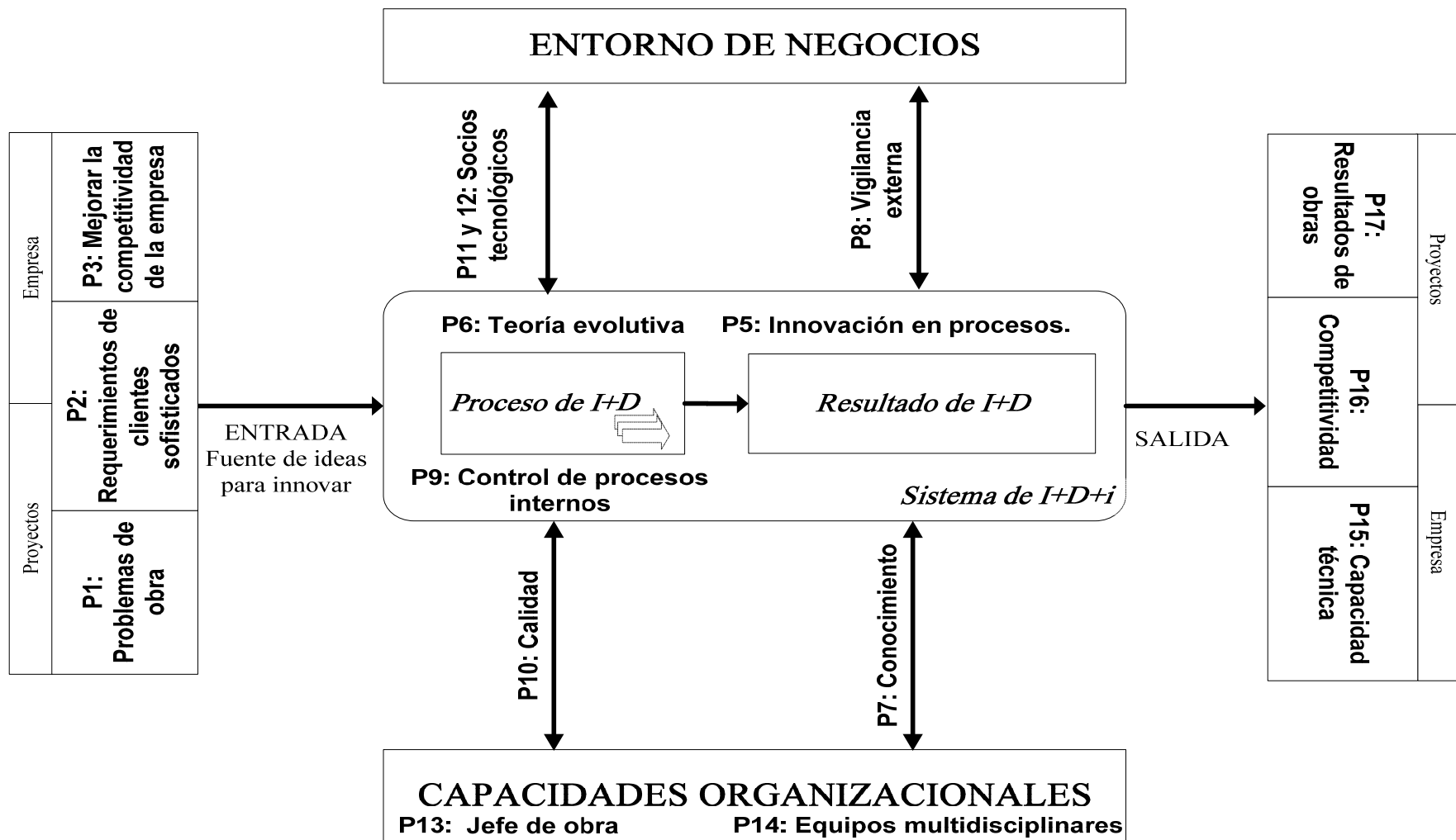


Figura 7.12. Representación de las proposiciones del caso del estudio en el modelo GIDi modificado

través de los proyectos de I+D+i con el apoyo de las herramientas aportadas por la vigilancia tecnológica y la gestión del conocimiento, por ejemplo: foros de especialistas, mapas de conocimiento, etc. Para terminar, este conocimiento es usado constantemente por la organización gracias a las técnicas de aprendizaje organizativo. Pero existe una condición adicional que se debe incluir: la protección del conocimiento. En resumen, incrementar las competencias en I+D+i requiere mejorar la gestión del conocimiento mediante el uso de las herramientas y técnicas provenientes de estas y otras disciplinas afines, como por ejemplo: gestión de ideas, gestión tecnológica, gestión de la calidad, etc. La proposición 6 de esta tesis afirma que la gestión del conocimiento se beneficia de la implantación de un sistema de I+D+i. No obstante, la gestión del conocimiento es la base de la innovación y, en consecuencia, la empresa debe sistematizar la gestión de conocimiento. Sería por lo tanto, conveniente que la serie de normas UNE 166000 profundicen en este aspecto.

Bossink⁶¹⁶ y Prajogo et al.⁶¹⁷ sostienen que el uso de la filosofía de la mejora continua en las actividades del proceso de innovación y, en especial en su sistema de gestión, permite acrecentar los resultados y su eficiencia, dado que los sistemas de gestión de la calidad tienen como propósito mejorar los procesos según el principio Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA). De acuerdo con la norma ISO 9001 “Sistemas de gestión de la calidad”, este principio permite mejorar aquellos procesos que no alcanzan los resultados planificados. La UNE 166002 establece la necesidad de un modelo de referencia del proceso de innovación para sistematizar y estructurar el sistema de gestión de I+D+i mediante la aplicación de la metodología PHVA. Esta norma señala, no obstante, que el proceso de innovación es “cambiante e imprevisible”.

LAMBDA-Constructora define el proceso de innovación según lo indicado en el epígrafe 6.5.1.3 “El procesos de innovación”. LAMBDA-Constructora establece un sistema de I+D+i que consta de cinco subprocesos: actividades de I+D; entradas y salidas; requisitos; indicadores de desempeño de las actividades; y funciones y responsabilidades del personal de la I+D+i. De este modo, el proceso de gestión de la innovación puede ser seguido y controlado para detectar desviaciones entre lo planificado y lo realizado. En este sentido, la norma UNE 166002 establece auditorías para determinar el grado en que se han alcanzado los requisitos del sistema. Es más, para obtener la certificación por la Norma UNE 166002, el sistema de I+D+i de LAMBDA-Constructora ha sido auditado dos veces: 1) auditoría interna y 2) auditoría externa de certificación. Las desviaciones han sido introducidas dentro del sistema de calidad de la empresa como no conformidades del sistema de innovación, siendo responsabilidad del departamento de calidad corregirlas. Por todo esto, la gestión de la innovación es un proceso más de la empresa que puede ser mejorado continuamente por la metodología PHVA del sistema de calidad. Más aun, la medición constante en los sistemas de calidad de los requerimientos de los clientes internos y externos del proceso de gestión de la innovación permite crear ideas para innovar.

Por todo lo anterior, la existencia del sistema de I+D+i en LAMBDA-Constructora demuestra que la innovación puede ser sistematizada y, en consecuencia, las constructoras que adoptan un sistema de I+D+i pueden obtener los siguientes beneficios:

1. Las actividades requeridas para la I+D+i son identificadas y relacionadas; entonces, la innovación se transforma en un proceso.

⁶¹⁶ Bossink B. A. (2002). “The strategic function of quality in the management of innovation”. *Total Quality Management*, 13 (2), pp. 195-205.

⁶¹⁷ Prajogo D., Sohal A. (2006) “The integration of TQM and technology/R&D management in determining quality and innovation performance”. *Omega*, 34 (3), pp. 296-312.

2. El sistema de gestión de la I+D+i puede ser estructurado apoyado en el proceso de innovación utilizando el procedimiento PHVA:
 - a) El proceso de innovación y sus actividades cuentan con indicadores de desempeño.
 - b) El sistema de I+D+i tiene objetivos y metas reales.
 - c) Las actividades y el sistema de gestión de I+D+i tiene responsables, los cuales, conocen perfectamente funciones y atribuciones.
3. El proceso de innovación puede también ser mejorado por el principio PHVA.
4. Las empresas pueden identificar las actividades en las cuales no son competentes o carecen de capacidades y, en consecuencia, subcontratarlas (proposición 12).
5. Mejoran su capacidad para explotar el conocimiento (proposición 7).
6. Incrementan su potencial para resolver problemas de obras (proposición 15).
7. Conocen mejor su entorno externo y procesos internos (proposiciones 8 y 9).
8. Aumentan su competitividad (proposición 16).

No obstante, no se detecta en la actualidad un incremento en la facturación de las empresas asociadas a la mejora de la competitividad. Esto podría ser explicarse porqué el número de licitaciones que asignan un porcentaje importante a la I+D+i son escasas. De hecho, solo el 10% de las licitaciones en que participó LAMBDA-Constructora en 2007 valoraban la I+D+i.

7.4.2.1 La estrategia de I+D+i

La estrategia de negocio señala como la empresa va a alcanzar sus objetivos y metas. Por consiguiente, la estrategia de I+D+i debe elaborarse considerando cuidadosamente los objetivos establecidos en esta. También, la estrategia de I+D+i debe contemplar las capacidades existentes en la organización, en especial, los recursos humanos y la situación del entorno de la empresa. Todo ello, esta en línea con lo encontrado en la literatura^{618,619}.

Recordemos que las evidencias del caso de estudio demuestran que los proyectos de I+D+i desarrollados por LAMBDA-Constructora previos al sistema de I+D+i no seguían una línea estratégica. La empresa innovaba para:

- Solucionar problemas técnicos de obras.
- Satisfacer los requerimientos de los clientes.
- Mejorar la competitividad de la empresa.

Por ello, para guiar el sistema de innovación, LAMBDA-Constructora establece una estrategia de innovación que contempla: el concepto de innovación; políticas y metas en I+D+i; y líneas estratégicas e instrumentales de actuación en I+D+i. Al fin y al cabo, para LAMBDA-Constructora la innovación es una herramienta de competitividad al servicio de los objetivos de la empresa. Los beneficios de contar con una estrategia de I+D+i son:

1. Priorizar las fuentes de innovación.
2. Asegurar que los resultados del sistema apropiados a los objetivos de la empresa.
3. Utilizar eficazmente los recursos del sistema de I+D+i.

Con respecto al concepto de innovación, la bibliografía resalta los diferentes significados que tienen para el sector de la construcción. La mayoría de los autores señalan que la palabra

⁶¹⁸ Barret P., Sexton M. (2006) "Innovation in small, project-based construction firms". *British Journal of Management*, 17(4), pp. 331-346.

⁶¹⁹ Dikmen I., Birgonul M. T., Artuk S. U. (2005) "Integrated framework to investigate value innovations". *Journal of Management in Engineering*, 21 (2), pp. 81-89.

innovación en el sector esta asociada al “uso o implementación de tecnologías, por primera vez, en la unidad de adopción”⁶²⁰. Sin embargo, las evidencias del caso de estudio plantean que la innovación para las constructoras españolas es “el uso o implementación por primera vez en la obra, empresa y sector de la construcción español de un nuevo proceso, producto o servicio, o mejora sustancialmente significativas a las existentes que es resultado de un proyecto de I+D+i”. Esta innovación no se desarrolla necesariamente para mejorar el rendimiento o desempeño general de la empresa, tal y como lo plantean Barret y Sexton⁶²¹.

Fijar el concepto de innovación, además, permite conocer lo que esperamos del sistema de I+D+i y, en consecuencia, comunicar sus objetivos. También permite definir una idea innovadora y seleccionar aquellas que serán proyectos de I+D+i. LAMBDA-Constructora define una idea innovadora por tres características:

1. Creación o implantación de un nuevo proceso, producto o servicio para la empresa.
2. Incremento de la competitividad de la empresa.
3. Aumento del valor añadido a los clientes.

Estas características de una idea innovadora están en línea con las proposiciones 2 y 3 de esta tesis. Sin embargo, olvidan que la principal fuente de innovación en las constructoras corresponde a la solución de problemas técnicos.

Para terminar, la estrategia de I+D+i puede alterar las capacidades organizacionales y, en parte, el entorno de la empresa. Así pues, esta debe ser reformulada constantemente para considerar los cambios en las capacidades organizativas y externas de la empresa.

7.4.2.2 El proceso de I+D+i

Definimos el proceso de innovación como la sucesión de actividades necesarias para transformar una idea en innovación. El proceso de innovación puede variar en función de las características de cada proyecto de I+D+i a desarrollar. Sin embargo, tal y como lo dice la norma, fijar un proceso de innovación genérico permite estructurar el sistema de gestión de la I+D+i. El proceso de innovación de LAMBDA-Constructora está definido en el epígrafe 6.5.1.3 “El proceso de innovación”. Este proceso obedece a un modelo lineal, muy similar al modelo de Kline⁶²², señalado por la norma UNE 166002 como referencia para sistematizar y estructurar el sistema de gestión de I+D+i. No obstante, la construcción presenta rasgos que lo diferencian de otros sectores. Por ello, el proceso de gestión se altera para considerar estas diferencias. Así pues, el sistema de gestión de la innovación para LAMBDA-Constructora es cíclico (ver Figura 7.13) porque principalmente debe transferir la innovación y sus conocimientos a otros proyectos de la empresa.

7.4.2.3 El proceso de gestión de la I+D+i

El proceso de gestión de la I+D+i es la secuencia de actividades requeridas para:

- Orientar el proceso de innovación.
- Detectar oportunidades para la creatividad.

⁶²⁰ Tatum C. B. (1989) “Organizing to increase innovation in construction firms”. *Journal of Construction Engineering and Management*, 115(4), pp. 602-617.

⁶²¹ Barret P., Sexton M. (2006) “Innovation in small, project-based construction firms”. *British Journal of Management*, 17(4), pp. 331-346.

⁶²² Kline S. (1985) “Innovation is not a linear process”. *Research Management*, 28 (4), pp. 36-45.

- Facilitar el desarrollo de las actividades y proyectos de I+D+i.
- Gestionar el conocimiento generado en los proyectos de I+D+i.
- Proteger los resultados de los proyectos de I+D+i de la empresa.

Así, LAMBDA-Constructora establece el proceso de gestión de la I+D+i según descrito en el apartado 6.3.2.4 “El sistema de gestión de la I+D+i”.

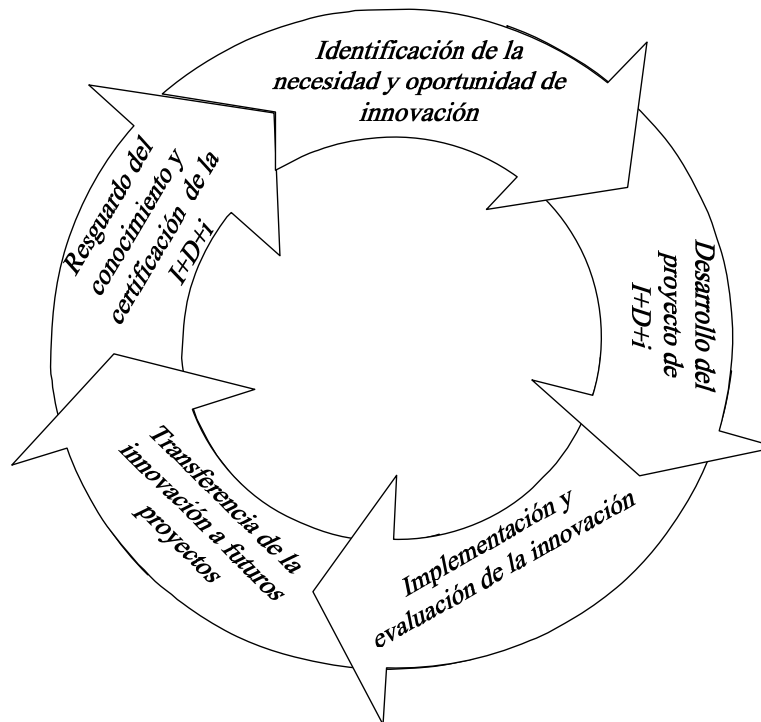


Figura 7.13. El proceso de gestión de la innovación en las empresas constructoras

Por todo lo anteriormente expuesto, el proceso de gestión de la innovación utilizado en esta tesis consta de las siguientes fases (véase la Figura 7.13):

1. **Identificación y selección de oportunidades de innovación:** Su objetivo es detectar y generar oportunidades para innovar a través de la vigilancia del entorno externo e interno de la empresa. La vigilancia externa abarca clientes, proveedores, reglas y regulaciones de la industria, competidores, etc. Es decir, todos los actores involucrados en el proceso proyecto-construcción. La vigilancia interna está orientada a la vigilancia de procesos, en especial, detectar actividades deficientes en la empresa y problemas técnicos de obras. De hecho, se contemplan visitas periódicas a obras para este último fin. De esta manera, el conocimiento de ambos entornos permitirá a la organización detectar y generar oportunidades para innovar. Asimismo, la selección, planificación y diseño detallado de los proyectos de I+D+i se orientan según el riesgo y beneficio esperado. Además, cada proyecto es elaborado dentro de los requerimientos de la norma UNE 166001.
2. **Desarrollo del proyecto de I+D+i:** Corresponde a la ejecución de tareas necesarias para obtener el proceso o producto innovador. El proyecto de I+D+i puede considerar el desarrollo de pruebas piloto en obras para evaluar y corregir la innovación. Esta etapa finaliza con el informe del proyecto. Asimismo, las actividades de certificación y cobro de los subvenciones fiscales son productos secundarios del sistema. También, es de resaltar el rol fundamental que juegan los subcontratistas, proveedores, consultores u otras instituciones en el desarrollo de la innovación, así como, su implementación y evaluación.

En consecuencia, la empresa debe desarrollar las capacidades para trabajar en conjunto con otros actores del proceso de innovación y contar con las herramientas legales necesarias para proteger o repartir sus resultados del proyecto de I+D+i.

3. ***Implantación y evaluación de la innovación:*** Esta fase consiste en la implantación de los resultados del proyecto de I+D+i en la obra u empresa. Éste aspecto relevante en las constructoras, dado que, la innovación debe adaptarse a las condiciones propias de la obra en cuestión. Por ello, las innovaciones son evaluadas durante su desarrollo para introducir nuevas correcciones o sugerencias para futuros proyectos. Durante esta fase es importante la participación del jefe de obra y su equipo en la adaptación de la innovación a las condiciones de obra y su evaluación al término del proyecto.
4. ***Transferencia de la innovación a futuros proyectos:*** En esta etapa se introduce el rasgo que lo diferencia de los sistemas de I+D+i de otros sectores de la economía. Las constructoras aplican las innovaciones en proyectos y, por consiguiente, deben asegurar que las innovaciones desarrolladas en el pasado sean consideradas y utilizadas en los futuros proyectos. Para ello, el sistema de I+D+i debe documentar, almacenar y transferir la innovación o sus conocimientos a todos los miembros de la organización que lo requieran. Por ello, es recomendable elaborar una base de datos que contenga información relacionada con el “Know-What”, “Know-Why”, “Know-How” y “Know-Who”.
5. ***Resguardo del conocimiento y certificación de la I+D+i:*** En esta etapa el conocimiento e innovación generada durante el desarrollo del proyecto de I+D+i son protegidos para asegurar la competitividad de la empresa (patentes, secreto comercial, etc.). Para ello, se utilizan los instrumentos existentes en la legislación. Asimismo, la unidad inicia el proceso de certificación de los proyectos de I+D+i para obtener las subvenciones fiscales. No obstante, conviene recordar la necesidad de asegurar la confidencialidad de los participantes del proyecto de I+D+i durante toda su ejecución y la posibilidad de certificar estos por la UNE 166001, también durante su ejecución.

7.4.2.4 La organización de la I+D+i

Dentro de las capacidades organizacionales, existen dos aspectos importantes a ser considerados. Primero, el sistema de gestión de I+D+i se basan en los recursos físicos y humanos de la empresa, y por lo tanto, análogamente al sistema de calidad, se ajusta a sus características propias. No obstante, al igual que los sistemas de calidad y medioambiente, depende de la existencia de una cultura que debe incentivar la participación de toda la organización en la creación de soluciones novedosas. Segundo, la existencia de un líder en I+D+i en la dirección de la empresa es fundamental para impulsar y soportar la innovación. Este líder debe ser capaz de motivar la innovación y asumir los riesgos que conlleva. Aunque, como hemos señalado como resultado del DAFO, la prioridad en los procesos fundamentales de la empresa es una barrera para innovar.

La estructura organizativa no requiere ser distinta a la existente actualmente en la empresa, pero obliga a un fuerte vínculo con el exterior, en especial, consultores, subcontratistas y proveedores especializados. La innovación responde a necesidades actuales del sector. En algunas ocasiones es la adaptación de tecnologías existentes en otros sectores industriales con la ayuda de subcontratistas, proveedores, consultores especializados y centros tecnológicos. Así pues, estos juegan un rol fundamental en el proceso innovador. Finalmente, la gestión de la innovación requiere una organización participativa que fomente la creatividad.

7.4.3 La implementación del sistema de gestión de la I+D+i en empresas constructoras

El origen del cambio obedece fundamentalmente a la teoría evolutiva. Esta teoría plantea que las empresas experimentan cambios para competir en mejores condiciones por recursos escasos. La alta dirección de LAMBDA-Constructora ha desarrollado el sistema de I+D+i para mejorar su posición en las ofertas públicas, además de potenciar su competitividad en el ámbito internacional. Así pues, la implantación de un sistema de I+D+i busca generar un rasgo que lo diferencia positivamente con respecto a otras empresas para asegurar, en primer lugar, la supervivencia a nivel nacional y, posteriormente, potenciar su competitividad internacional. Por tanto, la implantación de un sistema de I+D+i en LAMBDA-Constructora obedece a una estrategia de diferenciación. Asimismo, existe una coincidencia con lo planteado por Barret y Sexton⁶²³ para las pequeñas constructoras; según estos autores, estas innovan para sobrevivir y desarrollarse según una escala de necesidades.

La implantación de un sistema de gestión de la I+D+i en las empresas constructoras requiere cambios de planteamiento y de procedimiento. El primero hace referencia a cambios en la teoría de negocio⁶²⁴ y requerirá normalmente ajustes en el planteamiento competitivo de la empresa, es decir, la incorporación de la estrategia de I+D+i a la estrategia de negocio. También, la implantación de un sistema implica cambios en las capacidades estratégicas, es decir, la incorporación de nuevos procedimientos de trabajo para competir dentro de la misma concepción de negocio. En nuestro caso estos procedimientos están insertos en el sistema de gestión de la I+D+i. La experiencia dada por los sistemas de calidad y seguridad enseña que es difícil implantar cambios que afecten la forma de hacer las cosas. Asegurar la implantación del sistema de gestión de la I+D+i en LAMBDA-Constructora necesita generar una cultura afín a la innovación, fijar una estructura organizativa, establecer el proceso de gestión de la I+D+i y capacitar al personal para ejecutar las actividades contempladas en el sistema. Por lo tanto, el proceso de implantación debe fundamentarse en las teorías económicas y sociales del cambio.

La implantación del sistema de gestión de la I+D+i en LAMBDA-Constructora se ha enfrentado a la mayoría de los obstáculos propuestos por Rumlet^{625,626}. Estos obstáculos son:

- a) Percepción distorsionada.
- b) Falta de motivación.
- c) Falta de respuesta creativa.
- d) Barreras políticas.
- e) Acciones desconexas.

El primer obstáculo fue la falta de percepción de los directivos de LAMBDA-Constructora. De hecho, según la primera encuesta a directivos la innovación no es considerada dentro de la estrategia de negocio. El DAFO en I+D+i y las diversas encuestas internas reflejan la falta de motivación e incentivos para innovar y la inexistencia de una cultura innovadora. Asimismo, existen barreras políticas provenientes del resto de la organización (otras áreas) que no quieren verse envueltas o afectadas por un proceso de cambio y desean mantener el “statu quo” vigente. Más aún, en el caso de LAMBDA-Constructora, esta iniciativa compite con

⁶²³ Barret P., Sexton M. (2006) “Innovation in small, project-based construction firms”. *British Journal of Management*, 17(4), pp. 331-346.

⁶²⁴ Ver apartado 2.6.4 “El aprendizaje organizativo”.

⁶²⁵ Ver apartado 2.8.3 “Obstáculos para la implantación del cambio”.

⁶²⁶ Rumelt R. P. (1995) “Inertial and transformation”. En C.A. Montgomery (Ed) “Resource based and evolutionary theories of the firm: toward a synthesis”. Kluwer Academic Publisher, pp. 1010-132, Boston.

otras acciones de cambio como “LAMBDA-Retos” que busca captar ideas que disminuyan los costes de las actividades de la empresa o la implantación de la aplicación informática ERP⁶²⁷ denominada SAP (System Application Products Data). La existencia de estas acciones simultáneas significó retrasos en la implantación del sistema y modificación en sus subprocesos para no entrar en conflicto con estas. En conclusión, la evidencia refleja que las barreras de Rumlet deben ser consideradas por la dirección cuando implante un sistema de gestión de la I+D+i.

En resumen, seguimos el modelo de gestión del cambio de Kotter⁶²⁸. Al respecto, los datos demuestran que el modelo ha revertido una situación en principio desfavorable para implantar un sistema de gestión de la I+D+i. Actualmente, la innovación es considerada por toda la organización como una herramienta de competitividad. La dirección impulsa a sus miembros a innovar y la innovación se encuentra sistematizada por un proceso de gestión. Sin embargo, la dirección debe mantener este impulso inicial a largo plazo. Para ello, es necesario establecer más metas a corto plazo que rompan la inercia de la dirección de centrar todos los esfuerzos de la organización en los procesos productivos (proposición 18). Asimismo, es ineludible contar con una estrategia de formación del personal en I+D+i para incrementar la capacidades organizativas.

La alta dirección de LAMBDA-Constructora considera suficiente incentivo para impulsar la innovación en la organización el establecimiento de funciones, responsabilidades y formación. Sin embargo, al igual que la literatura, sugerimos la necesidad de recompensas económicas y sociales que complementen las acciones anteriormente expuestas. De hecho, una de las líneas de actuación propuestas es la creación de premios en innovación y calidad.

7.4.4 Las necesidades futuras de un sistema de I+D+i

Durante la realización de esta investigación observamos deficiencias en el personal asociado a las actividades de I+D+i de la empresa que deben corregirse con formación y entrenamiento. De hecho, una de las restricciones a la innovación señaladas por el DAFO es la inexistencia de personal cualificado en I+D+i y la falta de relación entre la políticas de formación y la estrategia en I+D+i. Por lo tanto, planteamos la siguiente propuesta de formación para el personal involucrado en tareas de I+D+i en la empresa constructora:

1. Generación de proyectos de I+D: Las empresas deben desarrollar técnicas y herramientas para motivar y facilitar la generación de ideas, por ejemplo: la Teoría para Resolver Problemas de Inventiva (TRIZ)⁶²⁹. Además, los responsables de los proyectos de I+D+i deben disponer del conocimiento y los recursos necesarios para realizar una búsqueda del estado de arte en la situación investigada o conocer fondos bibliográficos. Mas aún, carecen de la experiencia para elaborar planificar y evaluar los riesgos de los proyectos de I+D+i.
2. Planificación estratégica en I+D: El personal directivo carece de los conocimientos para la planificación estratégica en innovación.
3. Previsión tecnológica: La dirección necesita de conocimientos y herramientas para valorar objetivamente los riesgos asociados a proyectos de I+D+i. En consecuencia, las empresas

⁶²⁷ Enterprise Resource Planning.

⁶²⁸ Kotter J. P. (1995) “Leading change: why transformation efforts fail”. Harvard Business Review, Marzo-Abril, pp. 59-67.

⁶²⁹ Altov H. (1997). “De pronto apareció el inventor: TRIZ (teoría de resolución de problemas inventivos)”. Ed. Internet Global, Valencia.

constructoras deben formar al personal directivo en I+D+i en técnicas que le permitan anticiparse y explotar los cambios tecnológicos.

4. La gestión de proyectos de I+D: El director de I+D+i debe estar capacitado para gestionar carteras de proyectos de I+D+i. También, los responsables de proyectos deben adquirir formación en su gestión, los cuales, difieren en algunos aspectos de los proyectos de construcción, en especial, su nivel de incertidumbre y las capacidades requeridas en el personal.
5. La gestión del conocimiento: La empresa debe desarrollar un sistema de gestión del conocimiento que apoye la innovación. Por esto, los directivos y el personal deben ser formados y dotados de las herramientas para llevar a cabo los procesos contemplados dentro del sistema, como por ejemplo: documentación de la I+D+i, almacenamiento, protección del conocimiento, etc.
6. Vincularse en el entorno externo: Las empresas constructoras deben mejorar la capacidad para vincularse con el entorno para generar y ejecutar proyectos de I+D+i con otras empresas del sector, y buscar fondos concursables de I+D+i.

7.5 VALIDACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

La metodología del estudio del caso exige la validación externa de los resultados. Esto significa la generalización, en lo posible, de las proposiciones expuestas anteriormente al universo de empresas constructoras españolas certificadas en I+D+i. Para ello, se realizan encuestas y entrevistas externas de validación (véase el anexo A.5) en muestras que representan a las siguientes poblaciones:

- A. Empresas: Permite valorar la pertinencia de las proposiciones en los sistemas de I+D+i implantados en las constructoras españolas certificadas por la UNE 166002 a la fecha de diciembre de 2007 (ver Tabla 7.2.). Se entrevistaron siete directivos de I+D+i del total de ocho empresas certificadas.
- B. LAMBDA: Proporciona el grado de conocimiento de los directivos LAMBDA-Constructora del sistema implantado. Se encuestaron ocho directivos: el Director del Departamento de I+D+i, Director del Departamento de Calidad, Delegados de Zona y Subdelegados de Edificación y Obra Civil.
- C. Expertos: Facilita la percepción del sector de la construcción con respecto a las proposiciones. Se encuestaron nueve expertos pertenecientes a empresas del sector (proveedores, consultoras, promotoras, etc.), asociaciones profesionales, organismos de certificación y profesores universitarios.

Se confeccionaron dos tipos de encuestas, una para las empresas (grupo A) y otra para los directivos de LAMBDA y los expertos (grupos B y C, respectivamente). La encuesta del grupo A está estructurada en tres bloques:

1. Caracterización de la empresa según los siguientes factores: nº de empleados; cifras de negocio; nº de delegaciones; inversión en I+D+i; y nº de proyectos certificados y en ejecución.
2. Validación de los factores relevantes para el diseño del sistema de I+D+i.
3. Conocimiento del proceso de implantación y sus barreras. Para ello, se utilizan preguntas abiertas mediante la entrevista dirigida.

Los sondeos a los directivos de las constructoras fueron rellenadas a través de una entrevista personal que no sobrepasó los 120 minutos. Como se ha comentado, el tercer bloque de preguntas son abiertas. Las encuestas a los directivos de LAMBDA-Constructora y a expertos

se componen, solamente, del segundo bloque de preguntas (validación de factores relevantes). Todas estas pesquisas fueron realizadas durante el mes de Diciembre de 2008.

La confirmación de la fortaleza de las proposiciones en cada muestra es producto del análisis de las respuestas de los grupos encuestados. La fortaleza indica el grado de percepción que tiene el entrevistado en relación con la proposición planteada.

Nombre empresa	Cifras promedio (Año 2007)				
	Cifras de negocio (millones de €)	Nº total de empleados	Inversión en I+D+i (miles de €)	Nº de proyectos certificados	Nº de proyectos en ejecución
A	2.600	3.100	18.000	20	28
B	900	2.200	4.000	12	12
C	2.700	7.000	18.500	25	62
D	3.500	15.000	1.500	1	6
E	60	80	5	0	4
F	190	500	300	3	5
G	150	500	2.000	0	8

Tabla 7.2. Características de las empresas constructoras certificadas que fueron entrevistadas para la validación externa

Previo a la realización del cuestionario y tal como se señala la bibliografía^{630,631} se analizaron diversas encuestas relacionadas con la I+D+i con el fin de determinar indicadores aceptados en aquellos aspectos que interesaba medir. En este aspecto, la encuesta del INE sobre innovación tecnológica en las empresas es una buena referencia⁶³². Posteriormente, la encuesta fue revisada por otros investigadores para detectar deficiencias en su elaboración. Finalmente, se realizó una prueba piloto con los alumnos de la asignatura “Gestión de la innovación en el sector de la construcción” del Master Universitario en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil de la Universidad Politécnica de Valencia (Octubre de 2008). Del análisis de los resultados de esta prueba piloto emerge la encuesta final de validación externa.

Los resultados de las encuestas se presentan en tablas que contienen:

1. Las alternativas de respuesta para la pregunta.
2. Grupos de encuestados:
 - A. Empresas.
 - B. LAMBDA.
 - C. Expertos.
3. Valor asignado: Para facilitar el análisis del cuestionario, las alternativas de respuesta tienen un valor que permite calcular el promedio de cada grupo. Las alternativas Elevado, Intermedio y Reducido recibieron valores 3, 2 y 1, respectivamente. En cambio, las alternativas Muy de Acuerdo, de Acuerdo, en Desacuerdo y Muy en Desacuerdo tienen valores 2, 1, -1 y -2, respectivamente.
4. Frecuencia de las respuestas para cada grupo.
5. Total de casos por grupo.
6. Promedio de respuesta de cada grupo.
7. Nivel de aceptación: Depende del promedio por grupo y los límites fijados para el grado de validez. Se fijaron rangos en el valor promedio para señalar cuando una proposición es

⁶³⁰ Cea M. (2004) “Métodos de encuesta: teoría y práctica, errores y mejora”. Editorial Síntesis, Madrid.

⁶³¹ Hernández R., Fernández-Collado C., Baptista P. (2006) “Metodología de la investigación”. Ed. McGraw-Hill Interamericana, México.

⁶³² Instituto Nacional de Estadística (2006) “Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 2006”. Consultado en <http://www.ine.es>.

Fuertemente Aceptada, Aceptablemente Aceptada, Débilmente Aceptada o Rechazada por un grupo. Estos límites son:

- Para preguntas con alternativas Elevado, Intermedio y Reducido:
 - Fuertemente respaldado: $X_{\text{medio}} > 2,5$ (siendo X_{medio} el valor medio).
 - Aceptablemente respaldada: $2,5 \geq X_{\text{medio}} > 1,0$.
 - Débil apoyo del grupo: $1,0 \geq X_{\text{medio}} > 0,5$.
 - Ningún apoyo de un grupo $X_{\text{medio}} \leq 0,5$.
 - Para preguntas con alternativas: Muy de Acuerdo, de Acuerdo, en Desacuerdo y Muy en Desacuerdo:
 - Validez fuerte: $X_{\text{medio}} > 1,5$.
 - Validez aceptable: $1,5 \geq X_{\text{medio}} > 0,5$.
 - Validez débil: $0,5 \geq X_{\text{medio}} > 0,0$.
 - Ningún apoyo de un grupo: $X_{\text{medio}} \leq 0,0$.
8. Promedio general: Fija el nivel de aceptación de una afirmación y es también dependiente de los rangos de validez fijados.

A continuación se expone la justificación de las proposiciones finales de este trabajo, según la siguiente estructura:

1. Enunciado de la proposición.
2. Tabla de resultados.
3. Discusión de los resultados: Se exponen las evidencias provenientes de los datos del caso y encuestas que apoyan o rechazan cada proposición. Explicar el nivel de desacuerdos entre los miembros de un grupo y entre grupos es difícil porque pueden deberse a diferentes motivos: su relación o conocimiento de los sistemas de I+D+i existentes; los objetivos y estrategias de innovación vigentes en las constructoras; las oportunidades de innovación detectadas; las características de los proyectos de I+D+i desarrollados; etc. Pese a ello, en la medida de lo posible, se proporciona una causa explicativa de los resultados obtenidos.
4. Validez: Fuerte, Aceptable, Débil o Rechazada.

En general, la decisión sobre el nivel de validez o rechazo de una afirmación dependerá del promedio general y los límites fijados. En aquellos casos que la validez no sea acorde al promedio general, se proporcionará una justificación plausible.

Proposición 1. “La principal fuente de innovación para las empresas constructoras proviene de los problemas técnicos que aparecen en la ejecución de una obra”

Como se aprecia en la Tabla 7.3 las constructoras certificadas asignan a la resolución de los problemas técnicos de obra un grado de importancia elevado. Del mismo modo, los directivos de LAMBDA-Constructora y los expertos dan trascendencia a esta razón. En resumen, los resultados otorgan una validez fuerte a esta proposición.

Se observan diferencias en el nivel de respaldo de los grupos. Las evidencias que explican el fuerte respaldo de las constructoras son: (a) tres de ellas reconocen que el sistema es creado para incrementar la capacidad de resolución de problemas de la empresa; y (b) el director de la empresa F señala que “se intenta que la idea sea aplicable a la obra, por ello, las ideas provienen de la obra; se intenta evitar la I+D pura”. Es decir, las constructoras priorizan en su actividad innovadora mejorar sus procesos productivos. Con respecto a LAMBDA, la estrategia de I+D+i esta orientada al desarrollo de soluciones innovadoras y a la obtención de un valor añadido para sus clientes. Por lo tanto, LAMBDA-Constructora considera otras

alternativas para innovar. Los expertos puede que no asignen mayor relevancia a la resolución de problemas porque ven un espectro mayor de alternativas para innovar. Además, no se encuentran en una posición tan cercana a los problemas de las obras como las constructoras.

	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Elevado	3	6	5	4
Intermedio	2	1	3	4
Reducido	1	0	0	1
No pertinente	0	0	0	0
Total de casos		7	8	9
Promedio		2,9	2,6	2,3
Nivel de aceptación		Fuerte	Fuerte	Aceptable

PROMEDIO GENERAL = 2,6
NIVEL DE VALIDEZ = FUERTE

Tabla 7.3 Respuestas a la proposición:

“La principal fuente de innovación para las empresas constructoras proviene de los problemas técnicos que aparecen en la ejecución de una obra”

Proposición 2. “Las empresas constructoras innovan, entre otras razones, para afrontar los requerimientos de clientes cada vez más exigentes”

En la Tabla 7.4 se observa que los grupos sitúan a “los requerimientos de los clientes” en un grado de importancia superior a dos, pero no prevalece sobre la razón anterior. En lo referente a la validez de esta proposición señalamos que es aceptablemente respaldada.

	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Elevado	3	4	6	3
Intermedio	2	2	2	5
Reducido	1	1	0	1
No pertinente	0	0	0	0
Total de casos		7	8	9
Promedio		2,4	2,8	2,2
Nivel de aceptación		Aceptable	Fuerte	Aceptable

PROMEDIO GENERAL = 2,5
NIVEL DE VALIDEZ = ACEPTABLE

Tabla 7.4 Respuestas a la proposición:

“Las empresas constructoras innovan, entre otras razones, para afrontar los requerimientos de clientes cada vez más exigentes”

Los directivos de LAMBDA-Constructora dan mayor importancia a esta razón que los demás grupos. La estrategia u objetivos fijados por la dirección para el sistema pueden explicar esta diferencia. Conviene recordar que LAMBDA-Constructora quiere competir por nuevos mercados; obtener un valor añadido para sus clientes y potenciar su imagen. Todos ellos dan una relevancia mayor al cliente dentro del sistema de I+D+i. Así pues, es razonable plantear que esta proposición podría tener fuerza en aquellas empresas cuya estrategia de I+D+i prioriza a los clientes. Los expertos consideran que esta fuente de innovación es la menor de

las tres posibles: las obras, los clientes y la dirección. Este bajo resultado indica una menor percepción de la importancia de los clientes por las empresas constructoras.

Proposición 3. “La dirección impulsa proyectos de I+D+i para mejorar la competitividad de la empresa constructora”

La Tabla 7.5 respalda esta afirmación. Sin embargo, su fuerza es aminorada por las respuestas de un responsable de I+D+i, dos directivos de LAMBDA y un experto. Así pues, esta proposición es aceptablemente respaldada.

Las empresas y expertos asignan un valor fuerte a esta proposición. Posiblemente los departamentos de I+D+i de las constructoras certificadas emprenden regularmente innovaciones promovidas por la dirección para mejorar los resultados de la empresa. De hecho, implantar un sistema de gestión constituye una innovación organizativa, normalmente emprendida por la dirección. Los expertos consideran que toda iniciativa de I+D+i llevada a cabo por la dirección busca mejorar la competitividad.

Destaca que los directivos de LAMBDA-Constructoras concedan una trascendencia menor a esta proposición. Esto sucede a pesar que los datos obtenidos en LAMBDA vinculan a la dirección con tres proyectos de I+D+i. Posiblemente estos directivos desconocen el rol de la dirección en estos proyectos. Dos de los proyectos se iniciaron previamente a la implantación del sistema y, en consecuencia, no fueron elaborados según el subproceso de generación de proyectos de I+D+i. La organización no fue informada de estas iniciativas. Por tanto, existen deficiencias en la comunicación de los proyectos de I+D+i ejecutados con anterioridad a la implantación del sistema.

Se observa en las tres primeras tablas que los grupos dan diferente prioridad a las fuentes de innovación: las obras, los clientes y la dirección. Las constructoras valoran los problemas de obras, luego, la dirección y finalmente los clientes. Por consiguiente, las constructoras centran su actividad en mejorar sus procesos productivos, tanto a nivel de empresa como de proyecto. En cambio, LAMBDA influida por su estrategia de I+D+i se centra en los clientes y los procesos productivos. Los expertos valoran la innovación proveniente de la dirección y las obras. Normalmente, los expertos son llamados por la dirección para implantar innovaciones o solucionar problemas técnicos de las obras, por lo que es razonable su percepción distinta de los problemas de innovación que afrontan las empresas.

	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Elevado	3	5	4	8
Intermedio	2	1	2	0
Reducido	1	1	2	1
No pertinente	0	0	0	0
Total de casos		7	8	9
Promedio		2,6	2,3	2,8
Nivel de aceptación		Fuerte	Aceptable	Fuerte

PROMEDIO GENERAL = 2,5

NIVEL DE VALIDEZ = ACEPTABLE

Tabla 7.5 Respuestas a la proposición:

“La dirección impulsa proyectos de I+D+i para mejorar la competitividad de la empresa constructora”

Proposición 4. “La adopción de un sistema de gestión de la I+D+i en una empresa constructora permite innovar siguiendo una estrategia previamente definida”

Las empresas y directivos de LAMBDA rechazan esta proposición. Solo los expertos dan una validez aceptable a este planteamiento. En consecuencia, el promedio general ronda el cero. Se da una validez débil a esta afirmación.

Los datos del caso de estudio señalan que LAMBDA-Constructora carecía de una estrategia de innovación previa al sistema. Este hecho, contradice lo planteado por la mayoría de los directivos.

Con respecto a las empresas, tres explicaciones para el rechazo de esta proposición podrían ser:

1. La preexistencia de una estrategia de innovación asociada a un Departamento de I+D+i presente con anterioridad al conocimiento de la norma. Solamente las empresas A y G señalan la existencia de estos departamentos.
2. Asociar o confundir la estrategia de la empresa con la de I+D+i.
3. No querer reconocer la ausencia de la estrategia de I+D+i.

Parece necesaria una investigación más profunda en la búsqueda de la existencia o ausencia previa de estas estrategias. Las constructoras con departamento de I+D+i previo a la norma probablemente focalizaban su actividad en resolver los problemas puntuales de las obras o exigencias técnicas de los proyectos constructivos. Esto también lo realizan ahora y, sin embargo, no puede ser asociado a una estrategia de I+D+i.

	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Muy de acuerdo	2	0	1	1
De acuerdo	1	3	2	6
En desacuerdo	-1	2	4	2
Muy en desacuerdo	-2	1	1	0
No pertinente	0	1	0	0
Total de casos		7	8	9
Promedio		-0,2	-0,3	0,7
Nivel de aceptación		Rechaza	Rechaza	Aceptable

PROMEDIO GENERAL = 0,1
NIVEL DE VALIDEZ = DÉBIL

Tabla 7.6 Respuestas a la proposición:

“La adopción de un sistema de gestión de la I+D+i en una empresa constructora permite innovar siguiendo una estrategia previamente definida”

Proposición 5. “Las empresas constructoras, cuando innovan, lo hacen fundamentalmente en los procesos”

De la Tabla 7.7 se concluye que las constructoras desarrollan principalmente dos tipos de innovación: procesos y productos; la primera de ellas es la más importante superando a la segunda, al menos, por un punto en todos los grupos. Se da un nivel de validez fuerte a esta proposición.

Una razón explicativa de que la innovación de procesos sea mayor que la de productos es el propio proceso proyecto-construcción. Las constructoras ejecutan procesos productivos para materializar obras cuyos requerimientos técnicos están definidos con anterioridad por el cliente. Por ello, solamente pueden producir cambios en los procesos productivos. Así pues, las constructoras introducen nuevos materiales, equipos, etc. para mejorar sus procesos. El desarrollo de un nuevo producto normalmente está asociado a deficiencias en los procesos constructivos que no pueden ser corregidos con las técnicas, materiales o equipos existentes en el mercado.

	Numero de casos	Valores medios por tipo de innovación			
		Innovación de producto	Innovación de proceso	Innovación de organizativa	Innovación en mercadotecnia
Empresas	7	3,7	4,7	1,4	0,1
LAMBDA	8	3,5	4,5	1,6	0,6
Expertos	9	2,2	3,4	3,1	1,3
Promedio		3,1	4,2	2,1	0,7
Total de casos	24				

Tabla 7.7 Respuestas a la pregunta:
“¿Ha realizado su empresa alguna de los siguientes tipos de innovación?”

Destaca también el hecho de que los expertos (formados por consultoras, organismos de certificación y académicos) asignan un valor alto a la innovación organizativa. Una posible explicación es que las constructoras recurren habitualmente a ellos para enfrentar cambios en sus estructuras (innovaciones organizativas), por ejemplo el desarrollo e implantación de nuevos sistemas de gestión, o la introducción en el mercado de nuevos servicios o productos (innovación de mercadotecnia).

Proposición 6. “La implantación de un sistema de I+D+i en las empresas obedece a la necesidad de generar una diferenciación positiva que valoren los clientes”

En la tabla 7.8 no existen evidencias que respalden la propuesta inicial. Dado que según la columna de totales, dos alternativas son igualmente factibles:

1. Incrementar la puntuación en licitaciones: relacionados con la línea argumental de la proposición.
2. Adoptar una estrategia de crecimiento: vinculado a cualquiera de las líneas estratégicas planteadas en el apartado “2.3 Competitividad”.

En consecuencia, el alto número de respuestas en ambas alternativas justifica asignar una validez débil a esta proposición.

No obstante, llama la atención que, para tres de las siete empresas certificadas, la implantación del sistema obedece a la necesidad de desarrollar su capacidad de resolución de problemas, aspecto muy vinculado con la proposición 1. Se corresponden con las empresas A, C y D; en consecuencia, se podría decir que las grandes constructoras adoptan sistemas de I+D+i para desarrollarse⁶³³. Pero, en la entrevista, el director de la empresa D señala: “el motivo para su adopción es la entrada en vigor inminente de los nuevos pliegos del Ministerio donde se valora la I+D+i”. Además, la empresa A argumenta que la implantación es “para diferenciarse de la competencia frente a los clientes”. Luego, existe una contradicción en sus

⁶³³ Ver el apartado 4.3.2 “Razones para innovar”

respuestas que dificulta dar legitimidad a estas empresas. Las restantes empresas dividen sus respuestas en las alternativas anteriormente señaladas (licitaciones y crecimiento).

	Frecuencia			Total
	Empresas	LAMBDA	Expertos	
Mantener la cuota de mercado en el sector público	0	1	0	1
Incrementar la puntuación en licitaciones	2	2	5	9
Adoptar estrategia de crecimiento	2	3	2	7
Mejorar la imagen	0	2	1	3
Desarrollar la capacidad de resolución de problemas	3	0	1	4
Total de casos	7	8	9	24

Tabla 7.8 Respuestas a la pregunta:

“La implantación y certificación del sistema de I+D+i de la empresa obedece principalmente a...”

Los directivos de LAMBDA-Constructora señalan tres aspectos, ya indicados en las charlas formativas, como beneficios de la I+D+i: 1) mejora de las puntuaciones en las licitaciones públicas; 2) mejora de la imagen de la empresa; y 3) mejora de la competitividad de LAMBDA-Constructora. Los expertos claramente se decantan por el incremento de la puntuación en las licitaciones pública; tal vez, al observar la problemática planteada desde el exterior, y no como parte interesada, son capaces de reconocer el motivo de fondo con mayor facilidad.

Así pues, por los datos del caso de estudio, la contradicción en las respuestas de tres constructoras certificadas, las respuestas de las restantes empresas y de los expertos, se da una validez aceptable a esta proposición.

Proposición 7. “La implantación de un sistema de gestión de la I+D+i mejora la gestión del conocimiento de una empresa constructora”

Como puede observarse de la Tabla 7.9 las empresas y directivos de LAMBDA-Constructora respaldan esta afirmación. Dado que la innovación en las constructoras fundamentalmente nace de los problemas de las obras, los departamentos de I+D+i han debido potenciar el ciclo del conocimiento⁶³⁴ para encontrar y generar soluciones. Los expertos dan un respaldo cercano al débil a esta proposición. Esta afirmación recibe en general una validez aceptable.

Resulta difícil dar una explicación al desacuerdo de los expertos con los demás. Ellos dan una validez fuerte a que las constructoras innovan para resolver los problemas de obra. La bibliografía⁶³⁵ está de acuerdo en que la gestión del conocimiento mejora la capacidad de resolución de problemas de las empresas. De hecho, los datos de LAMBDA-Constructora evidencian la existencia de un ciclo del conocimiento⁶³⁶ para innovar. En consecuencia, sugerimos que los expertos no vinculan la gestión del conocimiento con la capacidad de resolución de problemas; más aun, quizás la desconocen. La gestión del conocimiento es una disciplina reciente aún en desarrollo para el sector, la cual esta cobrando relevancia por la necesidad de innovar. De hecho, actualmente, no existen asignaturas al respecto en las Escuelas de Ingeniería. Esta circunstancia permite aventurar que una barrera más importante

⁶³⁴ Ver el apartado 2.6.3 “La gestión del conocimiento”.

⁶³⁵ Ver el apartado 4.4.3 “Sistemas de gestión complementarios”.

⁶³⁶ Ver el apartado 2.6 “Conocimiento y su gestión en la empresa”.

para que la innovación tenga éxito es el desconocimiento del sector de la gestión del conocimiento.

	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Muy de acuerdo	2	4	4	2
De acuerdo	1	3	4	4
En desacuerdo	-1	0	0	3
Muy en desacuerdo	-2	0	0	0
No pertinente	0	0	0	0
Total de casos		7	8	9
Promedio		1,6	1,5	0,6
Nivel de aceptación		Fuerte	Aceptable	Aceptable

PROMEDIO GENERAL = 1,2
 NIVEL DE VALIDEZ = ACEPTABLE

Tabla 7.9 Respuestas a la proposición:

“La implantación de un sistema de gestión de la I+D+i mejora la gestión del conocimiento de una empresa constructora”

Proposición 8. “Las empresas constructoras que adoptan un sistema de I+D+i conocen mejor su entorno externo”

La Tabla 7.10 evidencia que gran parte de los encuestados están de acuerdo con esta proposición. Se observa que los directivos de las constructoras certificadas aprueban con más fuerza esta afirmación. Existen varios ejemplos en las constructoras certificadas que sustentan esta proposición. La empresa E dice que “participa en jornadas organizadas por asociaciones o foros (Cámara de Comercio, Centro Europeo de Innovación, etc.)” en búsqueda de oportunidades para innovar. La empresa A, con el fin de detectar oportunidades o soluciones, cuenta con expertos en diversos temas (incluyendo legislación, ofertas y revistas especializadas); con ello, amplía el concepto de vigilancia tecnológica a todo el entorno de la empresa. También la empresa C realiza una vigilancia que incluye: las líneas de investigación que ofertan las administraciones públicas, el seguimiento de adjudicaciones de obras y otras informaciones sobre los competidores. Así pues, las constructoras certificadas potencian su vigilancia del entorno en todos los aspectos posibles para detectar oportunidades de innovación o encontrar soluciones factibles a sus problemas. De acuerdo con la puntuación, se asigna un nivel de validez aceptable a la proposición.

El desacuerdo de los directivos es difícil de explicar dado que el sistema de LAMBDA contempla la vigilancia del entorno a través del subproceso de vigilancia⁶³⁷. Por lo tanto, una explicación es que parte de ellos no conocen el sistema de I+D+i en su totalidad. Esto reafirma la existencia de problemas de comunicación. Así pues, se plantea la necesidad de potenciar la información del sistema de I+D+i a los empleados. Para los expertos, una explicación factible es que perciben que las constructoras no vigilan su entorno externo; en otras palabras, son pasivas en la búsquedas de oportunidades o soluciones para innovar y, por consiguiente, esperan que otros les entreguen proyectos de I+D+i que puedan desarrollar conjuntamente.

⁶³⁷ Ver el apartado 6.5.1.5 “El proceso de gestión de la I+D+i”.

	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Muy de acuerdo	2	3	1	3
De acuerdo	1	4	6	4
En desacuerdo	-1	0	1	2
Muy en desacuerdo	-2	0	0	0
No pertinente	0	0	0	0
Total de casos		7	8	9
Promedio		1,4	0,9	0,9
Nivel de aceptación		Aceptable	Aceptable	Aceptable

PROMEDIO GENERAL = 1,1

NIVEL DE VALIDEZ = ACEPTABLE

Tabla 7.10 Respuestas a la proposición

“Las empresas constructoras que adoptan un sistema de I+D+i conocen mejor su entorno externo”

Proposición 9. “El control de los procesos internos de una empresa constructora (producción y gestión fundamentalmente) constituye una fuente de información básica para la generación de ideas innovadoras”

Los datos indican que los encuestados están de acuerdo con esta proposición. Las constructoras certificadas innovan para solucionar los problemas técnicos de obra y lo hacen principalmente en procesos. De hecho, se ha mencionado que muchas constructoras buscan innovaciones que sean aplicables a las obras. Luego, la búsqueda de ideas para innovar debe centrarse en los procesos constructivos a nivel de proyectos. En cambio, dado que la dirección busca mejorar la competitividad de la empresa, esta centra sus esfuerzos en los procesos comunes a todos los proyectos. Solamente, un directivo de LAMBDA y un experto se apartan en demasía del resto, lo cual disminuye el valor promedio de los respectivos grupos. Creemos que es más oportuno considerar estos puntos como valores atípicos. En consecuencia, la proposición tiene un nivel aceptable de validez. Este planteamiento es muy importante porque permite deducir que las empresas tienen que buscar sus mayores oportunidades de innovación dentro de la propia empresa.

	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Muy de acuerdo	2	1	0	2
De acuerdo	1	6	7	6
En desacuerdo	-1	0	0	1
Muy en desacuerdo	-2	0	1	0
No pertinente	0	0	0	0
Total de casos		7	8	9
Promedio		1,1	0,6	1,0
Nivel de aceptación		Aceptable	Aceptable	Aceptable

PROMEDIO GENERAL = 0,9

NIVEL DE VALIDEZ = ACEPTABLE

Tabla 7.11. Respuestas a la proposición:

“El control de los procesos internos (producción y gestión fundamentalmente) constituye una fuente de información básica para la generación de ideas innovadoras”

Proposición 10. “La existencia de un sistema de calidad certificado según la norma ISO 9001 facilita la implantación de un sistema de gestión de la I+D+i en las empresas constructoras”

La Tabla 7.12 refleja que las empresas certificadas dan mayor validez a esta proposición que los demás. Las constructoras D, F y G reconocen que el sistema de I+D+i coincide con el de calidad. En LAMBDA-Constructora ambos comités también coinciden. Las empresas A, B, D y E contrataron directores de I+D+i con experiencia en la implantación de sistemas de calidad; además, sus equipos de trabajo tienen experiencia en estos temas. El director de la empresa C señala que los procedimientos en I+D+i se mejoraron y adaptaron a la última versión vigente de la norma gracias a la base de procedimientos de calidad existentes en la constructora. El director de I+D+i de la empresa F señala entre las actividades que causaron mayor impacto positiva en la implantación del sistema fue “realizarla basándose en el sistema de calidad existente y con ayuda del Dpto. de Calidad”. En consecuencia, a la pregunta “¿que dificultades encontraron durante la implantación del sistema de gestión de la I+D+i?” El director de la empresa D responde que “muy pocas”. Por tanto, los principios de los sistemas de calidad facilitan la implantación del sistema. Luego, se acepta esta proposición.

La diferencia existente entre las empresas certificadas y los demás puede ser explicada porque éstas extraen conclusiones de la experiencia obtenida durante la implantación del sistema. Algunos de los directivos de LAMBDA-Constructoras están desinformados de todas las acciones realizadas para su implantación por no pertenecen al comité de I+D+i. Asimismo, una parte de los expertos encuestados desconocen la norma o no han participado nunca en la implantación de este tipo de sistemas, por consiguiente, puede ser que no comprendan en su totalidad esta afirmación.

	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Muy de acuerdo	2	4	1	1
De acuerdo	1	2	6	7
En desacuerdo	-1	1	1	1
Muy en desacuerdo	-2	0	0	0
No responde	0	0	0	0
Total de casos		7	8	9
Promedio		1,3	0,9	0,9
Nivel de aceptación		Aceptable	Aceptable	Aceptable

PROMEDIO GENERAL = 1,0
 NIVEL DE VALIDEZ = ACEPTABLE

Tabla 7.12 Respuestas a la proposición:

“La existencia de un sistema de calidad certificado según la norma UNE 9001 facilita la implantación de un sistema de gestión de la I+D+i en las empresas constructoras”

Proposición 11. “La participación de socios tecnológicos, como consultores, subcontratistas y proveedores facilita la innovación de las empresas constructoras”

La Tabla 7.13 soporta la proposición. Los responsables de las constructoras y los expertos fijan un valor superior a uno a esta aseveración; esto está en línea con una de las conclusiones

de la encuesta de la estructura de la construcción⁶³⁸: “el 80% de las constructoras externalizan las tareas de I+D+i a centros tecnológicos, laboratorios especializados, o universidades”.

La Figura 7.14 refleja que la importancia de los socios tecnológicos (consultoras, proveedores y subcontratistas) es escasa. De hecho, los centros de investigación tienen una influencia similar a todos ellos juntos. Esto justifica la respuesta de los directivos. Luego, una explicación es que las empresas encuestadas basan su esfuerzo innovador en su capacidad interna y solamente recurren a socios tecnológicos cuando la situación lo requiere.

A modo de ejemplo se citan los casos de dos empresas de diferente tamaño:

- El director de I+D+i de la empresa G señala que “los proyectos los desarrollan los departamentos productivos de la empresa; suelen buscar a veces la colaboración de universidades”.
- La empresa A dispone de tres centros tecnológicos propios y solamente recurren a externos para proyectos muy especializados.

Por lo tanto, los socios tecnológicos (consultoras, proveedores y subcontratistas) y centros de investigación actúan en situaciones puntuales del proceso innovador, pero fundamentales para superar las restricciones técnicas en I+D+i de la empresa. Así pues, se da una validez fuerte a esta afirmación.

	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Muy de acuerdo	2	5	2	6
De acuerdo	1	2	4	3
En desacuerdo	-1	0	2	0
Muy en desacuerdo	-2	0	0	0
No pertinente	0	0	0	0
Total de casos		7	8	9
Promedio		1,7	0,8	1,7
Nivel de aceptación		Fuerte	Aceptable	Fuerte

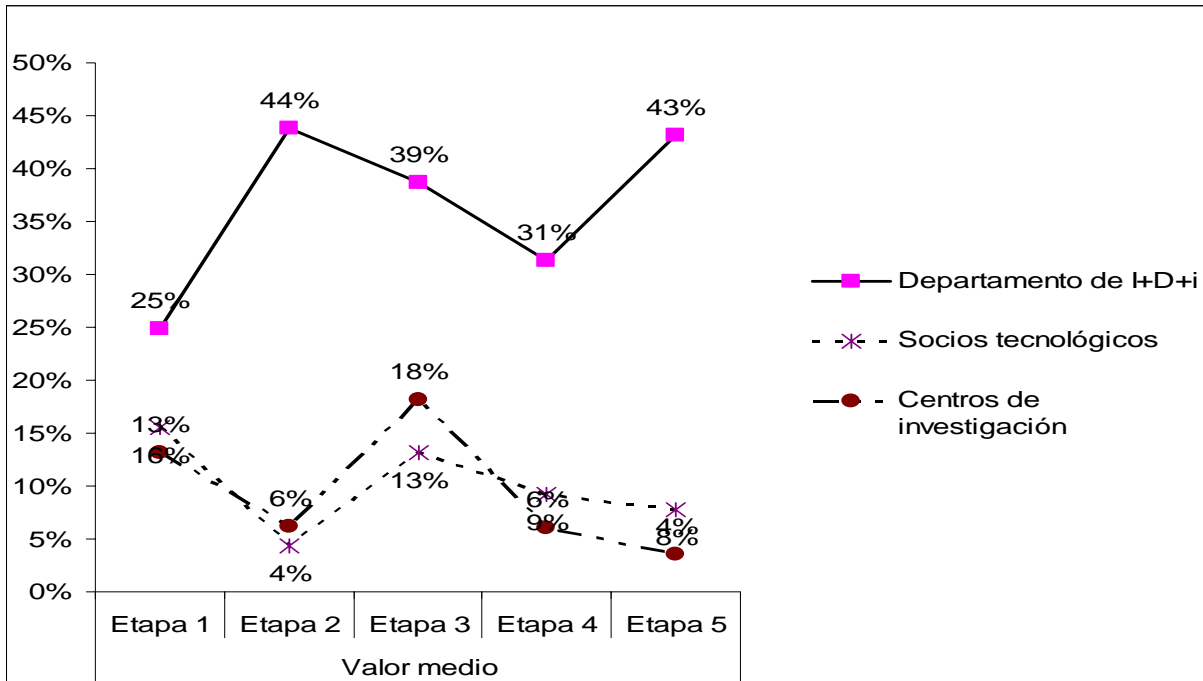
PROMEDIO GENERAL = 1,4
NIVEL DE VALIDEZ = FUERTE

Tabla 7.13. Respuestas a la proposición:

“La participación de socios tecnológicos, como consultores, subcontratistas y proveedores facilita la innovación de las empresas constructoras”

Por otro lado, conviene resaltar las palabras del director de la empresa A que señala un aspecto negativo de los centros tecnológicos que puede explicar su baja participación en el proceso de innovación de las constructoras: “a los centros de investigación les falta comprometerse y cumplir los plazos”.

⁶³⁸ Ver el apartado 3.4 “Análisis de la I+D+i: encuesta de la construcción”.



Etapas del proceso de gestión de la I+D+i:

Etapa 1: Identificación de la necesidad y oportunidades para innovar.

Etapa 2: Selección de proyectos de innovación.

Etapa 3: Desarrollo de proyectos de I+D+i.

Etapa 4: Implantación de proyectos (obra u empresa).

Etapa 5: Transferencia de la innovación a otras obras

Figura 7.14. Comparación entre socios tecnológicos, centros de investigación y departamentos de I+D+i

Proposición 12. “La existencia de un sistema de gestión de la I+D+i estimula la contratación de empresas especializadas que aporten valor al proceso innovador”

Solamente las respuestas de las empresas certificadas apoyan esta proposición (véase Tabla 7.15). Ejemplos de las empresas para dar soporte a esta afirmación son:

1. La empresa D suele contratar empresas especializadas en I+D+i para “la planificación y recopilación de la información técnica” (vigilancia tecnológica). Además, contempla procedimientos específicos para el reparto de beneficios de la I+D+i cuando se trabaja con socios tecnológicos.
2. La empresa C trabaja con centros tecnológicos en proyectos de I+D+i que exceden su capacidad técnica.

Expertos y directivos de LAMBDA-Constructoras la rechazan. Resulta evidente que los directivos de LAMBDA no perciben el impacto del sistema en la contratación de socios tecnológicos. Tres razones pueden explicarlo: 1) la contratación y selección de empresas especializadas corresponde al director de I+D+i; 2) las charlas formativas dadas sobre el sistema no contemplaron la necesidad de destacar este aspecto; y 3) los directivos no valoran el conocimiento añadido que proporcionan los socios tecnológicos.

	Etapa 1			Etapa 2			Etapa 3			Etapa 4			Etapa 5		
	Empresas	LAMBDA	Expertos	Empresas	LAMBDA	Expertos	Empresas	LAMBDA	Expertos	Empresas	LAMBDA	Expertos	Empresas	LAMBDA	Expertos
Jefe de obra	19%	25%	17%	6%	9%	9%	16%	20%	9%	29%	34%	29%	10%	21%	24%
Departamento de I+D+i	24%	23%	28%	54%	44%	33%	33%	43%	40%	37%	30%	27%	54%	43%	33%
Gerencia	9%	8%	11%	25%	31%	24%	3%	5%	15%	14%	8%	16%	23%	18%	15%
Proveedores	4%	6%	6%	0%	1%	1%	1%	1%	2%	0%	2%	3%	0%	1%	2%
Subcontratistas	2%	5%	8%	0%	1%	1%	4%	1%	6%	3%	2%	5%	0%	1%	6%
Clientes	13%	11%	12%	7%	6%	13%	2%	3%	4%	5%	5%	9%	0%	4%	9%
Consultoras	0%	8%	7%	1%	3%	7%	3%	11%	11%	0%	8%	6%	0%	7%	6%
Centros de investigación	14%	15%	10%	1%	4%	13%	26%	15%	14%	1%	12%	6%	0%	5%	6%
Otros	16%	0%	1%	5%	1%	0%	13%	0%	0%	12%	0%	0%	13%	0%	0%

Etapa 1: Identificación de la necesidad y oportunidades para innovar.

Etapa 2: Selección de proyectos.

Etapa 3: Desarrollo de proyectos de I+D+i.

Etapa 4: Implantación de proyectos (obra u empresa).

Etapa 5: Transferencia de la innovación a otras obras.

Tabla 7.14. Importancia de los actores según la etapa del sistema de I+D+i

Con respecto, a los expertos resulta difícil aventurar las razones para su respuesta, aunque podrían coincidir bastante con la última de las razones expuestas para directivos de LAMBDA. Así pues, damos una validez aceptable a esta proposición.

Estos resultados (proposición 12) están en fuerte contradicción con los obtenidos para la proposición 11. Si bien las empresas aceptan la importancia de los socios tecnológicos, a la hora de la verdad, parecen rehacios a su contratación para innovar. Prefieren innovar con medios propios para resolver los problemas de obras.

	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Muy de acuerdo	2	1	0	1
De acuerdo	1	5	4	2
En desacuerdo	-1	1	4	4
Muy en desacuerdo	-2	0	0	0
No responde	0	0	0	1
No pertinente	0	0	0	1
Total de casos		7	8	9
Promedio		0,9	0,0	0,0
Nivel de aceptación		Aceptable	Rechaza	Rechaza

PROMEDIO GENERAL = 0,3

NIVEL DE VALIDEZ = ACEPTABLE

Tabla 7.15. Respuestas a la proposición:

“La existencia de un sistema de gestión de la I+D+i estimula la contratación de empresas especializadas que aporten valor al proceso innovador”

Proposición 13. “La implicación activa del jefe de obra en el proceso innovador tiene un impacto significativo en los resultados de la I+D+i de una empresa constructora”

La Tablas 7.16 reflejan que existe un respaldo para esta proposición desde todos los grupos. La prioridad de las constructoras en innovar en sus obras da trascendencia a los jefes de obra en el proceso innovador. A modo de ejemplo: las empresas B y E consideran la recolección de ideas en obra como una actividad fundamental de la I+D+i. Mas aún, la Figura 7.15 demuestra que el jefe de obra tiene una importancia en todo el proceso innovador de las constructoras, en especial en la etapa de identificación de la necesidad y oportunidades de innovación (generación de ideas) e implantación de la I+D+i en obra. Solo el departamento de I+D+i presenta una importancia superior. Por lo tanto, se da una validez aceptable a esta proposición.

Una razón para el alto valor de esta proposición en LAMBDA es que el sistema es estructurado para depender de la participación de todos los empleados, en especial los jefes de obra. Así pues, el director de I+D+i de LAMBDA subraya continuamente en las charlas formativas en las delegaciones la importancia de los jefes de obra para generar ideas, desarrollar e implantar los proyectos de I+D+i en obra.

Con respecto a los expertos probablemente asignan una importancia mayor a los socios tecnológicos, tal cual se muestra en la tabla 7.13.

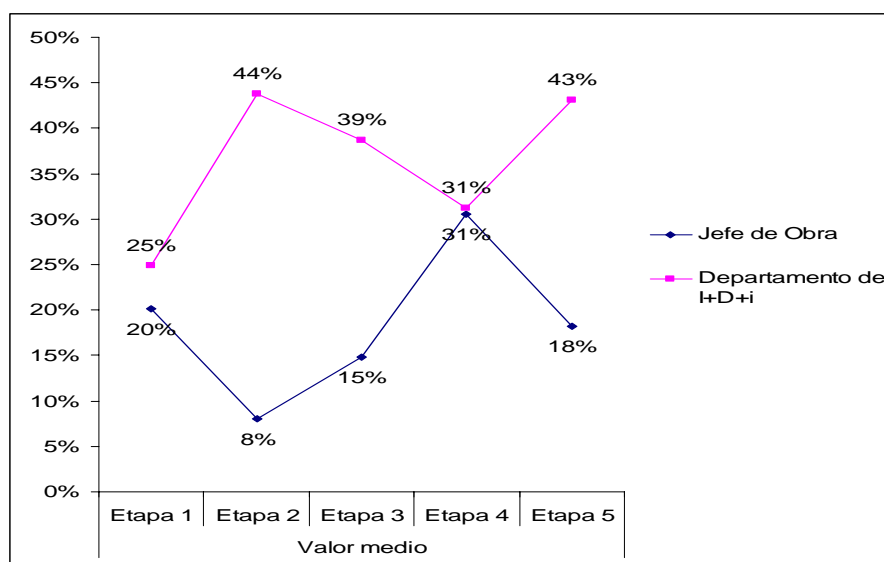
	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Muy de acuerdo	2	3	4	2
De acuerdo	1	3	3	6
En desacuerdo	-1	1	0	0
Muy en desacuerdo	-2	0	0	1
No pertinente	0	0	1	0
Total de casos		7	8	9
Promedio		1,1	1,4	0,9
Nivel de aceptación		Aceptable	Aceptable	Aceptable

PROMEDIO GENERAL = 1,1
 NIVEL DE VALIDEZ = ACEPTABLE

Tabla 7.16. Respuestas a la proposición:

“La implicación activa del jefe de obra en el proceso innovador tiene un impacto significativo en los resultados de la I+D+i de una empresa constructora”

Proposición 14. “La innovación en la construcción requiere la participación de equipos multidisciplinares”



Etapas del proceso de gestión de la I+D+i:

Etapa 1: Identificación de la necesidad y oportunidades para innovar.

Etapa 2: Selección de proyectos de innovación.

Etapa 3: Desarrollo de proyectos de I+D+i.

Etapa 4: Implantación de proyectos (obra u empresa).

Etapa 5: Transferencia de la innovación a otras obras.

Figura 7.15. Importancia del jefe de obra vs. departamento de I+D+i por etapa del procesos de gestión de la I+D+i

Existe un fuerte respaldo para esta proposición desde las empresas certificadas. Los expertos y directivos de LAMBDA-Constructora no la perciben con la misma fuerza. Nuevamente planteamos que la respuesta de los directivos de LAMBDA esta asociada a su participación en los proyectos de I+D+i certificados, dado que todos ellos utilizaron estructuras organizativas integradas por especialistas de diversas áreas de la construcción (hormigón, procesos

constructivos, diseño estructura, etc.). Con respecto a los expertos, probablemente basan su respuesta en su experiencia. Es decir, como señala la tabla 7.14, asocian el esfuerzo en I+D+i de las constructoras a los socios tecnológicos. De hecho, es posible que ellos como socios tecnológicos de algunas constructoras hayan desarrollado proyectos solos o con sus equipos en la resolución de problemas de I+D+i relacionados directamente con su especialidad. En cualquier caso, se asigna una validez aceptable a la proposición.

	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Muy de acuerdo	2	4	4	3
De acuerdo	1	3	2	5
En desacuerdo	-1	0	2	0
Muy en desacuerdo	-2	0	0	1
No pertinente	0	0	0	0
Total de casos		7	8	9
Promedio		1,6	1,0	1,0
Nivel de aceptación		Fuerte	Aceptable	Aceptable

PROMEDIO GENERAL = 1,2
 NIVEL DE VALIDEZ = ACEPTABLE

Tabla 7.17. Respuestas a la proposición:

“La innovación en la construcción requiere la participación de equipos multidisciplinares”

Los proyectos de construcción siempre han requerido equipos multidisciplinares para su ejecución, en consecuencia, para las constructoras desarrollar proyectos de I+D+i bajo este contexto no es algo nuevo.

Proposición 15. “La adopción de un sistema de I+D+i mejora la capacidad técnica de una empresa constructora”

El respaldo a esta afirmación es rotundo. De hecho, tres empresas (A, C y D) señalan que la implantación del sistema obedece fundamentalmente a la necesidad de mejorar su capacidad para resolver problemas de obras. Así pues, se acepta la afirmación con una validez fuerte.

	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Elevado	3	5	4	5
Intermedio	2	2	4	4
Reducido	1	0	0	0
No pertinente	0	0	0	0
Total de casos		7	8	9
Promedio		2.7	2.5	2.6
Nivel de aceptación		Fuerte	Aceptable	Fuerte

PROMEDIO GENERAL = 2,6
 NIVEL DE VALIDEZ = FUERTE

Tabla 7.18. Respuestas a la proposición:

“La adopción de un sistema de I+D+i mejora la capacidad técnica de una empresa constructora”

Proposición 16. “La adopción de un sistema de I+D+i incrementa la competitividad de la empresa constructoras”

La línea argumental elaborada para esta proposición, parte de tres premisas:

1. La I+D+i incrementa la capacidad técnica de la empresa. La Tabla 7.18 muestra que esta premisa tiene una validez fuerte.
2. La I+D+i mejora la imagen de la empresa. La Tabla 7.19 refleja que esta premisa tiene un promedio general de 2,2, lo cual le da un nivel de validez aceptable.
3. La I+D+i aumenta la puntuación en las licitaciones públicas. La Tabla 7.20 otorga una validez aceptable a esta premisa.

	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Elevado	3	1	2	6
Intermedio	2	5	4	3
Reducido	1	1	2	0
No pertinente	0	0	0	0
Total de casos		7	8	9
Promedio		2,0	2,0	2,7

PROMEDIO GENERAL = 2,2
NIVEL DE VALIDEZ = FUERTE

Tabla 7.19. Respuestas a la pregunta:

“Indique los efectos positivos que tuvieron los proyectos de I+D+i desarrollados por la empresa, señalando su importancia: imagen pública”

Luego, la I+D+i incrementa la competitividad de las constructoras certificadas frente a otras que carecen de sistemas. Esta proposición recibe una validez aceptable.

	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Elevado	3	2	5	5
Intermedio	2	4	3	2
Reducido	1	1	0	2
No pertinente	0	0	0	0
Total de casos		7	8	9
Promedio		2,1	2,6	2,3

PROMEDIO GENERAL = 2,4
NIVEL DE VALIDEZ = FUERTE

Tabla 7.20. Respuestas a la pregunta:

“Indique los efectos positivos que tuvieron los proyectos de I+D+i desarrollados por la empresa, señalando su importancia: puntuación en licitaciones públicas”

La Tabla 7.21 evidencia el impacto moderado de la I+D+i en la facturación de la empresa. Conviene destacar que las constructoras asignan un impacto reducido. La baja influencia del sistema en la facturación puede ser explicado por el bajo número de ofertas públicas que valoran la I+D+i. De hecho, el acta de comité de I+D+i del 1^{er} cuatrimestre del 2008 señala que “Generalitat Valenciana y Confederación Hidrográfica del Júcar no incluyen estas bases

en sus pliegos”. Además, el número de proyectos de I+D+i certificados por la empresa relacionados con los requerimientos técnicos de los proyectos licitados es escaso. Esto no significa que si esta consideración se amplía a otras administraciones públicas en un futuro inmediato se produzca un fuerte impulso a la innovación en las constructoras.

	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Elevado	3	0	1	0
Intermedio	2	3	1	4
Reducido	1	4	5	3
No pertinente	0	0	1	2
Total de casos		7	8	9
Promedio		1,4	1,7	1,6

PROMEDIO GENERAL = 1,6
 NIVEL DE VALIDEZ = ACEPTABLE

Tabla 7.21. Respuestas a la pregunta:

“Indique los efectos positivos que tuvieron los proyectos de I+D+i desarrollados por la empresa, señalando su importancia: facturación”

Los expertos apoyan las tres premisas de la línea argumental. Con respecto a la facturación, son conscientes de que su impacto es menor porque se mantiene un sistema de licitación que da más prioridad a la oferta económica.

Los directivos de LAMBDA responden según lo planteado por el departamento de I+D+i en las charlas formativas y en el Manual de I+D+i como beneficios del sistema. Por esto, sus puntuaciones son altas en todas las preguntas de la línea argumental.

Proposición 17. “La certificación de un proyecto de innovación mejora los resultados de una obra”

	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Muy de acuerdo	2	3	2	1
De acuerdo	1	4	5	3
En desacuerdo	-1	0	1	4
Muy en desacuer	-2	0	0	0
No pertinente	0	0	0	1
Total de casos		7	8	9
Promedio		1,4	1,0	0,1
Nivel de aceptación		Aceptable	Aceptable	Débil

PROMEDIO GENERAL = 0,9
 NIVEL DE VALIDEZ = ACEPTABLE

Tabla 7.22. Respuestas a la proposición:

“La certificación de un proyecto de innovación mejora los resultados de una obra”

En la Tabla 7.22 se observa que las empresas certificadas respaldan la afirmación. De hecho, la empresa C señala que “los resultados favorables de los proyectos de I+D+i redundan directamente en la cuenta de resultado de la obra o delegación”. La respuesta de los directivos de LAMBDA es menos favorable. Puede explicarse debido a que no existe un procedimiento en LAMBDA-Constructora para asignar los gastos subvencionados a los resultados de las obras. Sin duda alguna, la respuesta de los expertos es totalmente divergente, la cual se asocia a un error en la interpretación de la pregunta o al desconocimiento o minusvaloración de las desgravaciones factibles. A pesar de ello, se acepta esta proposición.

Proposición 18. “La innovación en la construcción se frena cuando los directivos de las empresas constructoras no la perciben como una estrategia competitiva”

Todos valoran la importancia de este obstáculo (ver Tabla 7.23). En consecuencia, se da una validez fuerte a esta proposición. Las Tablas 7.24 y 7.25 también soportan las premisas de la línea argumental elaborada para esta afirmación. En ella se plantea que como consecuencia de la infravaloración de la I+D+i, las constructoras experimentan una falta de liderazgo de sus directivos y de incentivos para que la organización innove. Se observa en las tablas que la carencia de liderazgo e incentivos tienen una validez aceptable.

	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Elevado	3	5	5	4
Intermedio	2	2	2	3
Reducido	1	0	1	2
No pertinente	0	0	0	0
Total de casos		7	8	9
Promedio		2,7	2,5	2,2
Nivel de aceptación		Fuerte	Aceptable	Aceptable

PROMEDIO GENERAL = 2,5
NIVEL DE VALIDEZ = ACEPTABLE

Tabla 7.23. Respuestas a la pregunta:

“¿Cuáles son las principales barreras para innovar?: infravaloración de la I+D+i como estrategia competitiva”

	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Elevado	3	1	6	5
Intermedio	2	3	1	2
Reducido	1	3	1	1
No pertinente	0	0	0	1
Total de casos		7	8	9
Promedio		1,7	2,6	2,5

PROMEDIO GENERAL = 2,3
NIVEL DE VALIDEZ = ACEPTABLE

Tabla 7.24. Respuestas a la pregunta:

“¿Cuáles son las principales barreras para innovar?: falta de liderazgo en I+D+i”

En la tabla 7.24, a igual que la Tabla 7.6, muestra una tendencia de los directivos a estar en desacuerdo con las preguntas que infravaloran su desempeño. Por ejemplo en este punto, ellos pueden pensar que la falta de liderazgo en I+D+i es su responsabilidad.

	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Elevado	3	4	1	4
Intermedio	2	3	5	4
Reducido	1	0	2	1
No pertinente	0	0	0	0
Total de casos		7	8	9
Promedio		2,6	1,9	2,3

PROMEDIO GENERAL = 2,3
 NIVEL DE VALIDEZ = ACEPTABLE

Tabla 7.25. Respuestas a la pregunta:
 “¿Cuáles son las principales barreras para innovar?: falta de incentivos”

Proposición 19. “La priorización de los procesos productivos de las empresas constructoras dificulta la detección de oportunidades para la innovación”

	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Elevado	3	3	2	7
Intermedio	2	3	6	0
Reducido	1	1	0	2
No pertinente	0	0	0	0
Total de casos		7	8	9
Promedio		2,3	2,3	2,6
Nivel de aceptación		Aceptable	Aceptable	Aceptable

PROMEDIO GENERAL = 2,4
 NIVEL DE VALIDEZ = ACEPTABLE

Tabla 7.26. Respuestas a la pregunta:
 “¿Cuáles son las principales barreras para innovar?: priorización de los procesos productivos”

Esta afirmación es apoyada por todos los grupos. A modo de ejemplo se indican:

1. El responsable de I+D+i de la empresa G señala que “existe una falta concienciación en la empresa: es necesario que crean en la I+D+i y que la tengan en cuenta cuando realicen su trabajo diario”.
2. El director de la empresa A señala que “hay que perseguir al personal porque las actividades diarias son más interesantes que documentar o hacer el seguimiento del proyecto o del procedimiento”.

Por lo tanto, se acepta la proposición.

Proposición 20. “La teoría de gestión del cambio es válida para implantar un sistema de gestión de la I+D+i en una empresa constructora”

Para la validación de este enunciado se analizan las respuestas de las constructoras certificadas a la pregunta “¿cuáles fueron las actividades para implantar el sistema de I+D+i en su empresa?” en la correspondiente entrevista dirigida. El análisis de los datos muestra que los directivos de I+D+i no detallan con suficiente profundidad los obstáculos encontrados en el proceso de implantación. El tiempo de la entrevista dedicado a este aspecto es poco, tal vez debido al cansancio acumulado por el entrevistado. En consecuencia, no existen datos para validar esta afirmación. Así pues, es recomendable realizar una encuesta focalizada en este aspecto. No obstante, pueden sacarse algunas conclusiones parciales:

1. La mayoría de las empresas no aplican formalmente procesos relacionados con los modelos de cambio. Solamente realizan algunas de las actividades contempladas en el modelo de gestión del cambio de Kotter:
 - a. Las empresas A, C y F realizaron actividades de formación en la organización. El director de I+D+i de la empresa F recorrió las delegaciones (un día por delegación) dando charlas explicativas del funcionamiento del sistema y conceptos claves de la I+D+i.
 - b. La empresa G implicó al director técnico en la elaboración del sistema.
 - c. La empresa F sugirió mejorar el apoyo e implicación de la alta dirección; también realizó diversas actividades para difundir la cultura innovadora.
 - d. La empresa C elaboró los procedimientos de I+D+i con responsables de otros departamentos.
 - e. Las empresas C y D proporcionaron incentivos y reconocimientos para la I+D+i.
2. Las constructoras entrevistadas adoptan estructuras organizativas paralelas que modifican en lo mínimo los procesos habituales de sus empleados.
3. Para elaborar el sistema y certificarse, la mayoría de las constructoras contratan consultoras especializadas. No obstante, la mayoría quedaron insatisfechos con los resultados; una vez certificadas, tuvieron que modificar sus procesos para ajustarlos a la realidad de la empresa.

La Tabla 7.27 resume los resultados obtenidos del proceso de validación. Además, la Figura 7.16 expone el grado de validez de modelo propuesto para esta investigación según los resultados de la encuesta de validación externa. El modelo plantea que las empresas constructoras que quieran desarrollar sistemas de I+D+i deben considerar los siguientes aspectos:

1. Actualmente, las constructoras innovan, fundamentalmente, para solucionar problemas técnicos de obras. No obstante, existen otras fuentes: los clientes y la dirección.
2. Las constructoras innovan en procesos y en productos relacionados con estos.
3. La detección de las oportunidades de innovación es resultado de la vigilancia de los procesos internos, tanto a nivel de empresa como de proyectos; o es fruto de la vigilancia del entorno.
4. Encontrar, desarrollar y transferir la solución innovadora requiere integrar varias disciplinas:
 - a. La vigilancia del entorno (incluye la vigilancia tecnológica) para buscar oportunidades para innovar, soluciones factibles a los problemas de la I+D+i y socios tecnológicos que añaden valor al proceso de I+D+i. Así pues, las empresas conocen mejor su entorno.

- b. La gestión del conocimiento para utilizar el saber de la organización para innovar y transferir la innovación a otros proyectos, constructivos o de I+D+i. En consecuencia, las constructoras mejoran su gestión del conocimiento.
 - c. La calidad para detectar los requerimientos de los clientes exigentes.
5. Innovar en las constructoras necesita de la colaboración de los socios tecnológicos y de la gestión de equipos multidisciplinares.
 6. El incremento de la capacidad técnica es el principal beneficio de la I+D+i.

La implantación de un sistema de I+D+i se beneficia de la existencia previa de un sistema de calidad.

Nº	Proposición	Grado de aceptación			Validez
		Empresa	LAMBDA	Expertos	
1	La principal fuente de innovación para las empresas constructoras proviene de los problemas técnicos que aparecen en la ejecución de una obra	Fuerte	Fuerte	Aceptable	Fuerte
2	Las empresas constructoras innovan, entre otras razones, para afrontar a los requerimientos de clientes, cada vez más exigentes	Aceptable	Fuerte	Aceptable	Aceptable
3	La dirección impulsa proyectos de I+D+i para mejorar la competitividad de la empresa constructora	Fuerte	Aceptable	Fuerte	Aceptable
4	La adopción de un sistema de gestión de la I+D+i en una empresa constructora permite innovar siguiendo una estrategia previamente definida	Rechaza	Rechaza	Aceptable	Débil
5	Las empresas constructoras, cuando innovan, lo hacen fundamentalmente en los procesos				Fuerte
6	La implantación de un sistema de I+D+i en las empresas constructoras obedece a la necesidad de generar una diferenciación positiva que valoren los clientes				Aceptable
7	La implantación de un sistema de gestión de la I+D+i mejora la gestión del conocimiento de una empresa constructora	Fuerte	Aceptable	Aceptable	Aceptable
8	Las empresas constructoras que adoptan un sistema de I+D+i conocen mejor su entorno externo	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
9	El control de los procesos internos de una empresa constructora (producción y gestión fundamentalmente) constituye una fuente de información básica para la generación de ideas innovadoras	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
10	La existencia de un sistema de calidad certificado según la norma ISO 9001 facilita la implantación de un sistema de gestión de la I+D+i en las empresas constructoras	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
11	La participación de socios tecnológicos, como consultores, subcontratistas y proveedores facilita la innovación de las empresas constructoras	Fuerte	Aceptable	Fuerte	Fuerte
12	La existencia de un sistema de gestión de la I+D+i estimula la contratación de empresas especializadas que aporten valor al proceso innovador	Aceptable	Rechaza	Rechaza	Aceptable
13	La implicación activa del jefe de obra en el proceso innovador tiene un impacto significativo en los resultados de la I+D+i de una empresa constructora	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

Tabla 7.27a. Resumen de resultados de validación

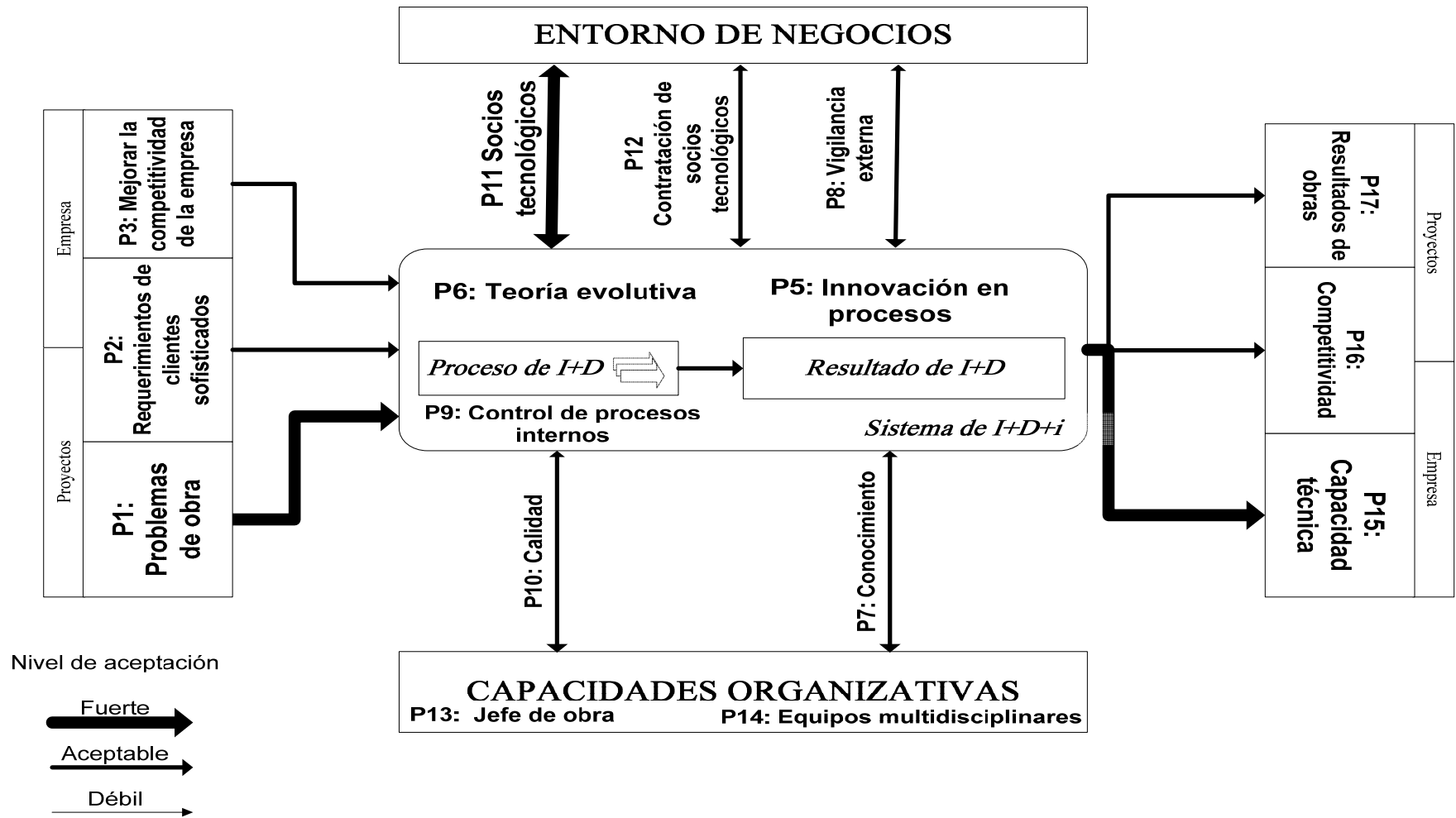


Figura 7.16. Validación del modelo GIDi modificado

Nº	Proposición	Grado de aceptación			Validez
		Empresa	LAMBDA	Expertos	
14	La innovación en la construcción requiere la participación de equipos multidisciplinares	Fuerte	Aceptable	Aceptable	Aceptable
15	La adopción de un sistema de I+D+i mejora la capacidad técnica de una empresa constructora	Fuerte	Aceptable	Fuerte	Fuerte
16	La adopción de un sistema de I+D+i incrementa la competitividad de la empresa constructora				Aceptable
17	La certificación de un proyecto de innovación mejora los resultados de una obra	Aceptable	Aceptable	Débil	Aceptable
18	La innovación en la construcción se frena cuando los directivos de las empresas constructoras no la perciben como una estrategia competitiva	Fuerte	Aceptable	Aceptable	Aceptable
19	La priorización de los procesos productivos de la empresa constructoras dificulta la detección de oportunidades para la innovación	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
20	La teoría de gestión del cambio es válida para implantar un sistema de gestión de la I+D+i en una empresa constructora				No existen evidencias

Tabla 7.27b. Resumen de resultados de validación

Como consecuencia indirecta de las entrevistas realizadas se han detectado otros aspectos interesantes y que, previamente, no se plantearon como proposiciones:

1. Falta de conocimiento conceptual de la I+D+i, muy preocupante en caso de los organismos certificadores. Las empresa D, E, F y G señalaron que los organismos certificadores y las empresas asesoras asocian la I+D+i con la investigación pura y no tienen claro el alcance de la norma. A modo de ejemplo, el director de la empresa E dice que “el organismo certificador no entendía el concepto de innovación, lo asimilaban con investigación; los auditores externos tampoco dominaban el tema, por lo que la auditoría era problemática; a ambos les faltaba conocimiento y flexibilidad”.
2. Los clientes son fundamentales en la innovación del sector; ellos deciden si admiten o no la I+D+i. Para la mayoría de ellos, la I+D+i supone incumplir parcialmente la normativa existente (empresas D y G).
3. Existen evidencias de una relación entre innovación, calidad y gestión del conocimiento según lo planteado por el modelo de competitividad de la empresa (ver Figura 2.1). La empresa D dice que “se dispone de un equipo de implantación de I+D+i que se desplaza a una obra específica y lleva a cabo la implantación; si funciona, se añade a los procedimientos estándar y también al sistema de calidad de la empresa y se retroalimenta a la línea de negocio”.
4. Existe la necesidad de potenciar la vigilancia tecnológica (empresas A, B y D). De hecho, existe una línea de investigación en la PETC denominada “Creación de un motor automático para la vigilancia tecnológica”.

De la interpretación de los resultados de las entrevistas y encuesta emergen los siguientes aspectos:

- Las empresas constructoras para innovar trabajan en dos niveles: empresa y obra. Existen tres fuentes de innovación: los problemas técnicos de las obras, las necesidades de los

clientes exigentes y el impulso de la dirección. Las constructoras priorizan sus procesos productivos y, en consecuencia, dos fuentes cobran relevancia: los problemas de las obras y el impulso de la dirección. Entre ellas, la resolución de los problemas es la principal fuente de innovación. Tres son los beneficios de priorizar la resolución de estos problemas: 1) permite cumplir los objetivos del proyecto, 2) mejora los procesos constructivos para ejecutar proyectos similares y 3) aumenta la puntuación de la constructora en licitaciones públicas. Este último aspecto es consecuencia de las bases administrativas del Ministerio de Fomento que evalúan el vínculo entre las innovaciones desarrolladas y los requerimientos técnicos de la obra licitada. La prioridad en solucionar los problemas de las obras lleva a innovar en procesos y productos, dado que las constructoras tienen poca o nula influencia en el producto final (obra).

- Las constructoras también innovan para afrontar los requerimientos de los clientes exigentes. Se plantea que satisfacer las necesidades actuales o futuras de los clientes no es relevante para los sistemas de I+D+i, dado que las entrevistas asignan mayor valor a los procesos productivos. Cumplir con los requerimientos actuales o futuros de los clientes exigentes es una decisión de la dirección que puede ampliar las opciones de innovación (tipos de innovaciones) que la empresa puede desarrollar. Así pues, LAMBDA al fijar los clientes dentro de su estrategia puede generar innovaciones organizativas o de comercialización. Actualmente, la I+D+i es vista favorablemente por el cliente. No obstante, no darle mayor importancia en el proceso innovador puede tener efectos negativos a largo plazo.
- No existe una estrategia de I+D+i en las constructoras porque focalizan la I+D+i en solucionar los problemas técnicos de las obras. Esto ya lo hacían con los departamentos técnicos. Se podría decir que las cláusulas administrativas obligan a las constructoras a potenciar sus departamentos técnicos. La norma entrega un marco de referencia para realizar esta mejora. De esta forma, ellas pueden desarrollar y aplicar en obra nuevas soluciones. En ese caso, las constructoras solamente se limitan a desarrollar sus capacidades organizativas para mejorar los procesos productivos y, de esta forma, cumplir con los requerimientos de su cliente principal. Innovar implica cambiar las hipótesis de la teoría de negocio y requiere cambiar el planteamiento competitivo de la empresa. La ausencia de una estrategia de I+D+i y la priorización en los procesos productivos demuestra que las constructoras certificadas no han cambiado su planteamiento de negocio. Esta carencia de estrategia impide a las constructoras valorar otros tipos de innovación e implica que la innovación es infravalorada por los directivos. También, la priorización de los procesos productivos es una barrera para detectar oportunidades para innovar. En consecuencia, aunque ellas innovan, no aprovechan todo el potencial de la I+D+i.
- Para innovar en sus procesos las constructoras utilizan principalmente sus capacidades internas. La resolución de los problemas de obras requiere de la participación activa de los jefes de obra. Ellos son fundamentales a la hora de aportar ideas en I+D+i y en la implantación y evaluación de la innovación en obra. Son junto con los departamentos de I+D+i, los principales actores del proceso de innovador de las constructoras. No obstante, para realizar innovaciones organizativas o de mercadotecnia recurren a los socios tecnológicos. También, la sistematización de la innovación permite a las constructoras identificar aquellas actividades de I+D+i en que carecen de la experiencia, recursos o capacidad técnica necesarias. Así pues, se facilita la contratación o asociación con socios tecnológicos que rompen las deficiencias técnicas de las constructoras para innovar. Los datos de la encuesta sugieren que los sistemas de I+D+i vigentes no consideran a los socios tecnológicos en sus sistemas. Por ello, es recomendable introducir dentro de la estrategia de I+D+i y del sistema medios para corregir la deficiencia. Los sistemas de I+D+i deben

potenciar asociaciones y/o colaboraciones con otras empresas, organizaciones o instituciones. La ejecución de los proyectos de I+D+i necesita de la participación de equipos multidisciplinares formados por especialistas de la empresas y socios tecnológicos. Los proyectos de construcción siempre han trabajado bajo este contexto, en consecuencia, no es raro que las constructoras la adopten para innovar.

- El principal beneficio de la I+D+i es la capacidad para resolver problemas técnicos y mejorar la puntuación en licitaciones públicas. También, la existencia de un departamento de I+D+i mejora la imagen de la empresa. Como resultado de ello, se incrementa la competitividad de la empresa frente a otras que carecen del sistema.
- Las normas UNE 166002 e ISO 9001 son comunes en principios y estructura, por tanto, los datos confirman que este hecho puede facilitar la implantación del sistema de I+D+i y su integración con otros sistemas. En consecuencia, países que normalicen la gestión de la I+D+i deberían utilizar principios y estructuras similares a las normas de calidad y medio ambiente en vigor.
- La gestión de la I+D+i es una disciplina cuyo marco teórico para el sector presenta vacíos. Además, integra a otras disciplinas como la gestión del conocimiento, la vigilancia tecnológica y el aprendizaje organizativo. Las empresas constructoras confirman que la gestión del conocimiento y la vigilancia tecnológica son fundamentales en los sistemas de I+D+i. La primera, incrementa la capacidad de resolución de problemas y, la segunda, proporciona información del entorno que requiere el sistema. Por lo tanto, las constructoras deben incorporar estos sistemas junto con el de I+D+i. La vigilancia tecnológica es clave para identificar los socios o instituciones más apropiadas para innovar y la gestión del conocimiento debe permitir a las constructoras absorber el conocimiento generado por los socios.
- La transferencia de la innovación es un elemento clave del proceso innovador que no es considerado por la norma UNE 166002. En las constructoras, las innovaciones son generadas para resolver problemas técnicos planteados por las obras. Luego, transferir estas soluciones a los procesos productivos de las obras es fundamental para incrementar los resultados y la capacidad técnica de la empresa. Así pues, señalamos que los requerimientos de la norma UNE 166002 son insuficientes para asegurar que los resultados en I+D+i tenga un impacto positivo en los resultados de las constructoras.
- Con respecto a las obras, cuando estas originan proyectos de I+D+i reciben una solución novedosa que les permite cumplir con los objetivos del proyecto y disminuir los gastos del proyecto con las subvenciones obtenidas por el proyecto de I+D+i certificados.

Como colofón, refinamos el planteamiento de proceso de innovación elaborado en el apartado 7.4.2 “Sistema de gestión de la I+D+i en las constructoras españolas”. La gestión de la I+D+i en las empresas constructoras españolas es un proceso que comienza con los problemas técnicos de las obras. Las mejores ideas son seleccionadas por la dirección para transformarse en proyectos de I+D+i. La dirección organiza y provee los recursos necesarios para llevar a cabo con éxito estos proyectos. Sin embargo, es la unidad responsable de la I+D+i quien debe gestionar los recursos asignados a la innovación, administrar la cartera de proyectos de I+D+i e implementar exitosamente las innovaciones. Los resultados de los proyectos de innovación son implementados en las obras. Los clientes juegan un rol fundamental, dado que ellos son los responsables de aceptar o rechazar la innovación. Las innovaciones implementadas son evaluadas, mejoradas, aprendidas y transferidas a futuros proyectos. Así, los resultados del proceso de implantación y problemas en obra retroalimentan y reinician este ciclo.

La normalización del proceso de gestión de la innovación permite a las constructoras:

1. Priorizar las fuentes de innovación.

2. Identificar su proceso de innovación.
3. Elaborar procedimientos eficaces para innovar.
4. Gestionar eficientemente los recursos.
5. Incluir a toda la organización en la innovación y, en consecuencia, desarrollar una cultura más innovadora.
6. Potenciar su vinculación con el entorno, especialmente, socios tecnológicos y centros de investigación.
7. Mejorar su capacidad de resolución de problemas.
8. Documentar las innovaciones que siempre han desarrollado para resolver sus problemas de obras y facilitar la transferencia de la I+D+i a otros proyectos.
9. Patentar o proteger las innovaciones para mantener su competitividad.

Como consecuencia de la normalización se incrementa la eficiencia de las constructoras en el desarrollo de soluciones novedosas. Por consiguiente, mejora su rendimiento en I+D+i. Para validar esta hipótesis se les preguntó a todos los grupos si “la normalización del proceso innovador mejora el rendimiento en I+D+i de la empresa”. La Tabla 7.28 muestra las respuestas. En ella los directivos de LAMBDA-Constructora apoyan con fuerza esta proposición; probablemente la información recibida del sistema confirma el incremento de la I+D+i. Con respecto a las empresas certificadas, algunas de ellas mencionan poseer un departamento de I+D+i previo a la norma, el cual ya innovaba; en consecuencia, en su rendimiento en I+D+i no existen cambios. Los expertos no pueden valorar aún el impacto del sistema en el rendimiento innovador, ya que sus resultados están todavía influyendo en el sector. Sin embargo, aprecian los efectos positivos de la normalización.

	Valor asignado	Frecuencia		
		Empresas	LAMBDA	Expertos
Muy de acuerdo	2	1	4	2
De acuerdo	1	5	3	5
En desacuerdo	-1	1	1	2
Muy en desacuerdo	-2	0	0	0
No pertinente	0	0	0	0
Total de casos		7	8	9
Promedio		0,9	1,3	0,8
Nivel de aceptación		Aceptable	Aceptable	Aceptable

PROMEDIO GENERAL = 1,0
 NIVEL DE VALIDEZ = ACEPTABLE

Tabla 7.28. Respuestas al efecto de la normalización de la I+D+i en el proceso innovador

Existe actualmente un incremento de la I+D+i de las constructoras españolas certificadas, el cual tiene un impacto positivo en su competitividad. En consecuencia, esperamos que la competitividad del sector de la construcción español también aumente. En ese caso, la normalización de la innovación en las constructoras es un esfuerzo que pueda beneficiar a todos.

7.6 APÉNDICE: DIAGRAMAS DE ARGUMENTACIÓN

A continuación se incluyen como apéndice del capítulo, por motivos de claridad expositiva, los diagramas de argumentación de las proposiciones 2 a 20.

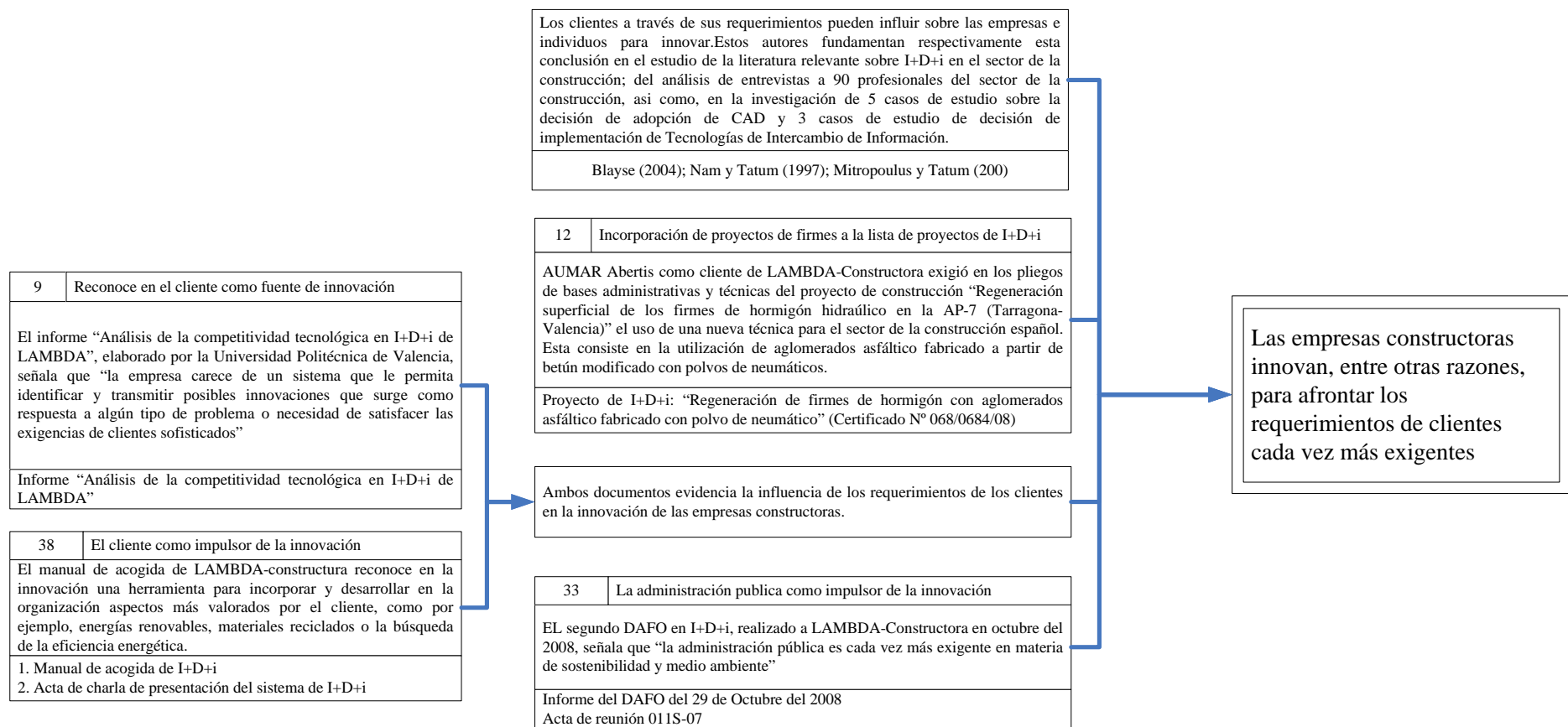


Figura A.1. Diagrama de argumentación para la proposición 2

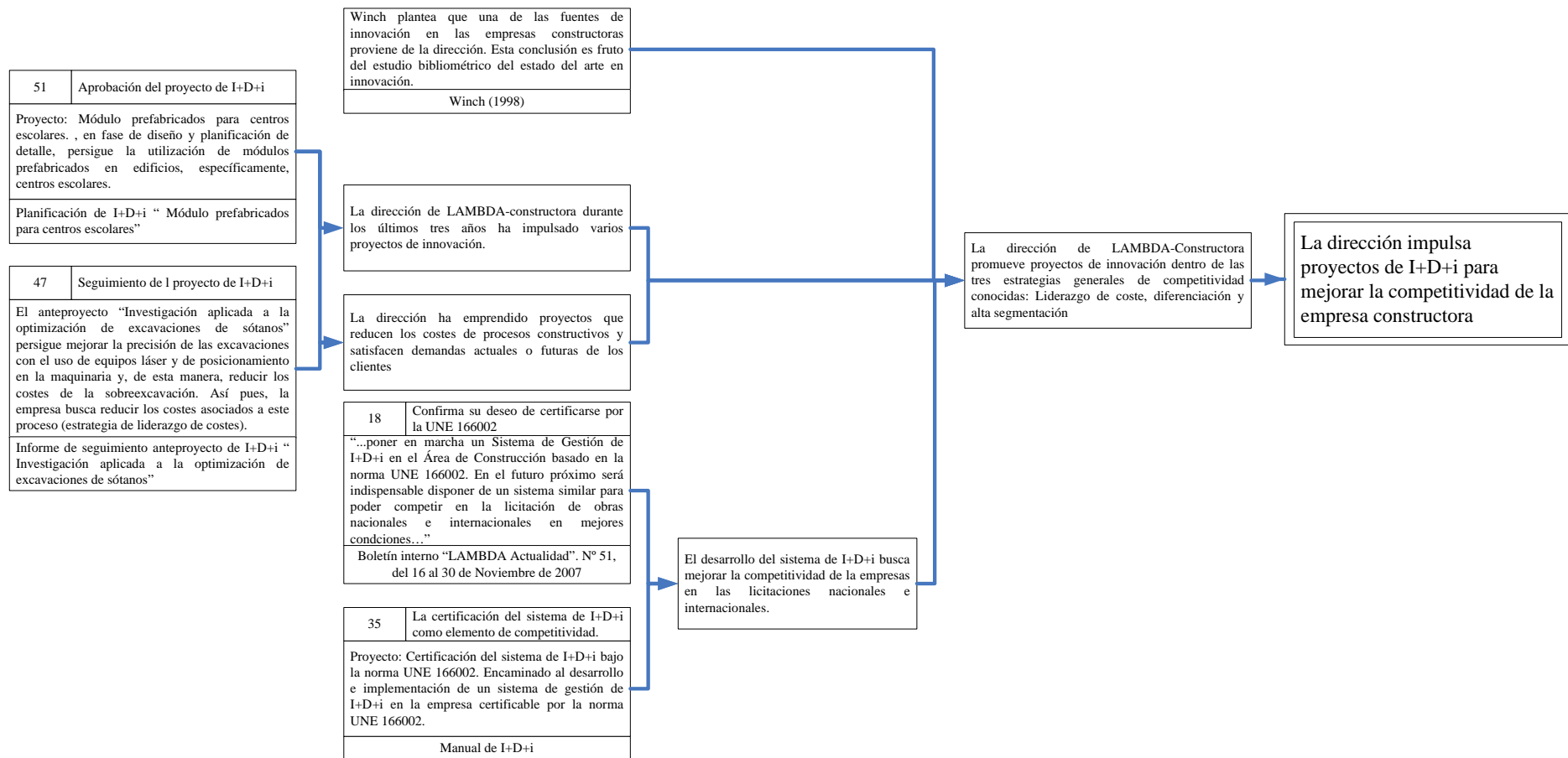


Figura A.2. Diagrama de argumentación para la proposición 3

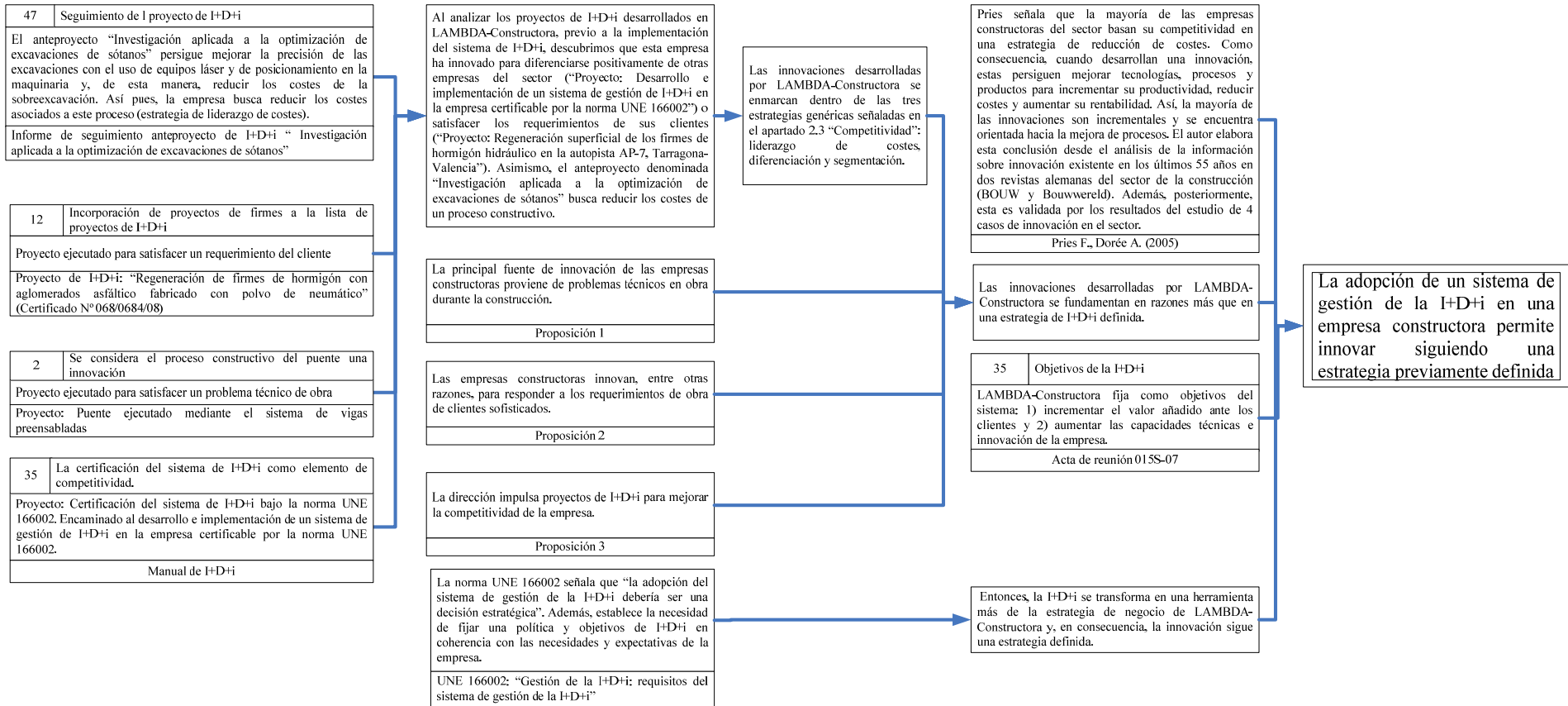


Figura A.3. Diagrama de argumentación para la proposición 4

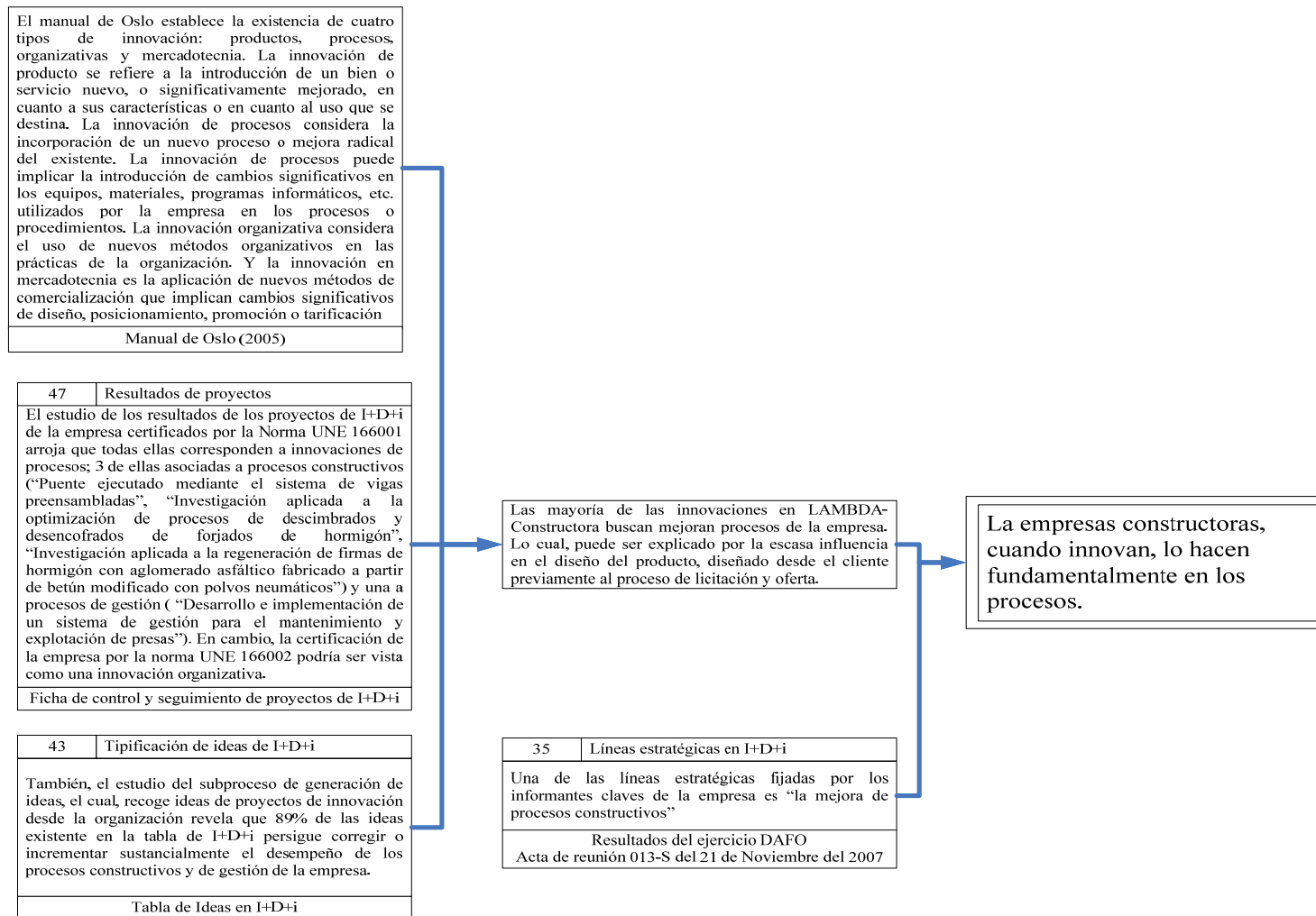


Figura A.4. Diagrama de argumentación para la proposición 5

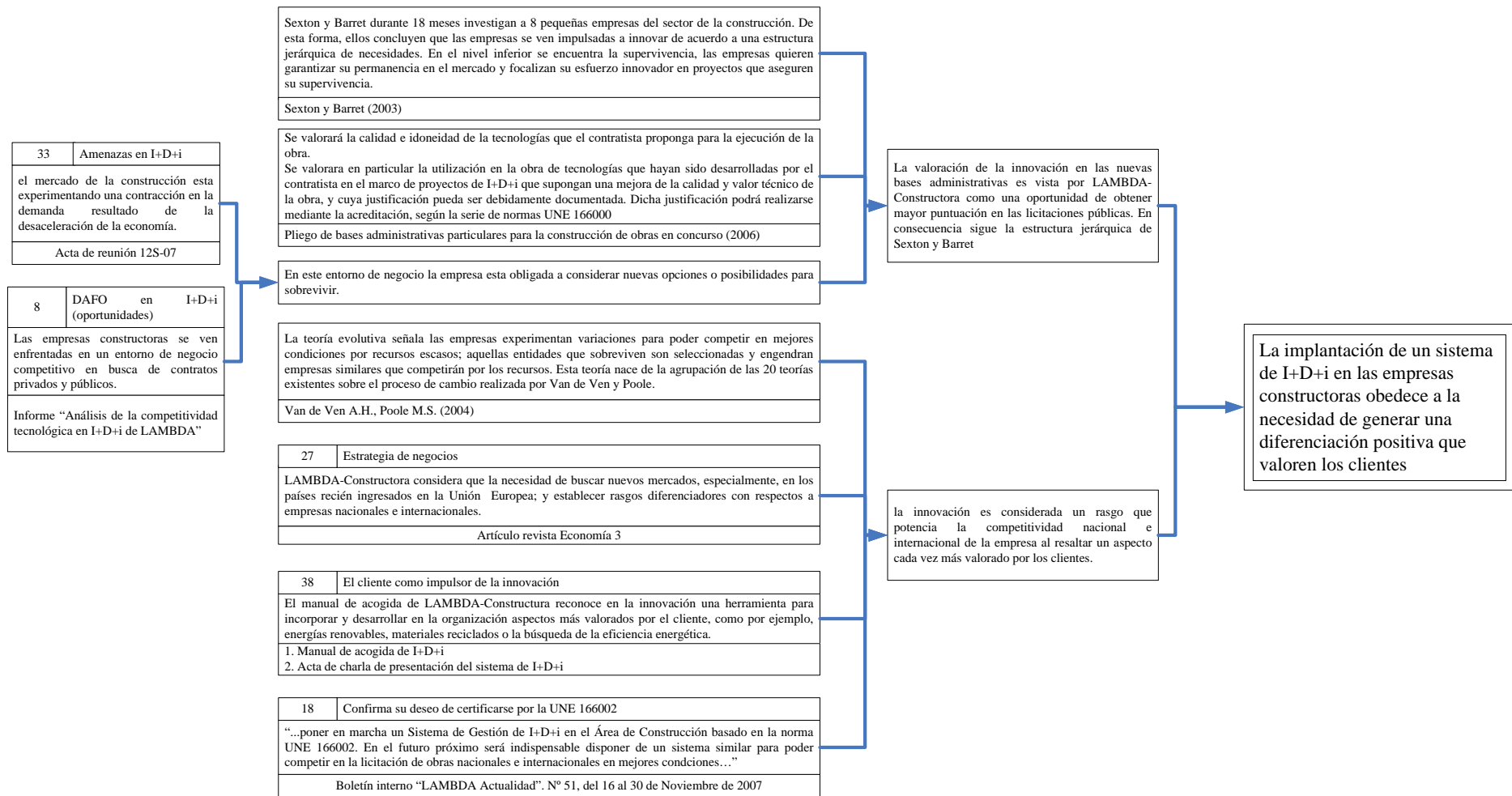


Figura A.5. Diagrama de argumentación para la proposición 6

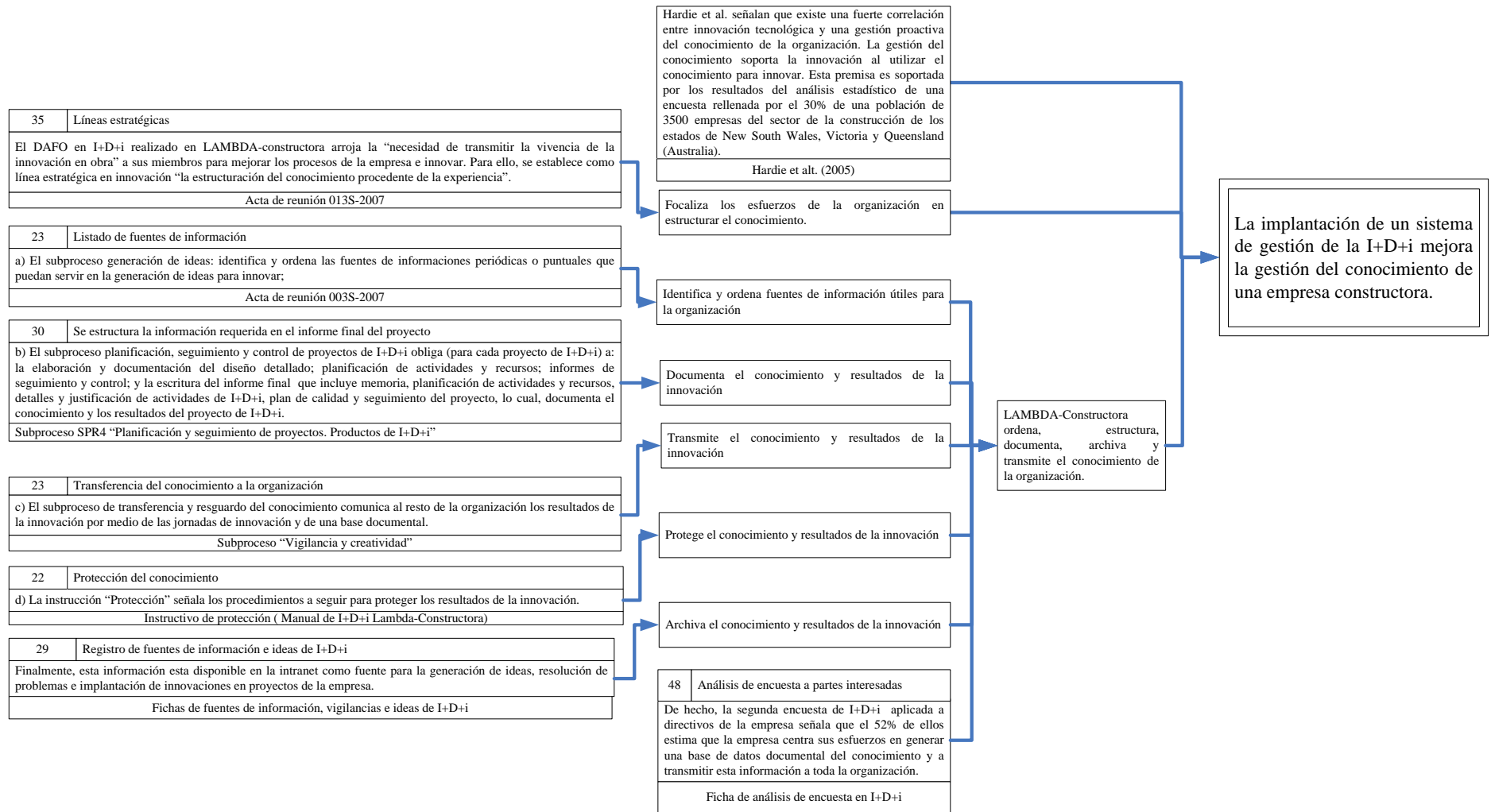


Figura A.6. Diagrama de argumentación para la proposición 7

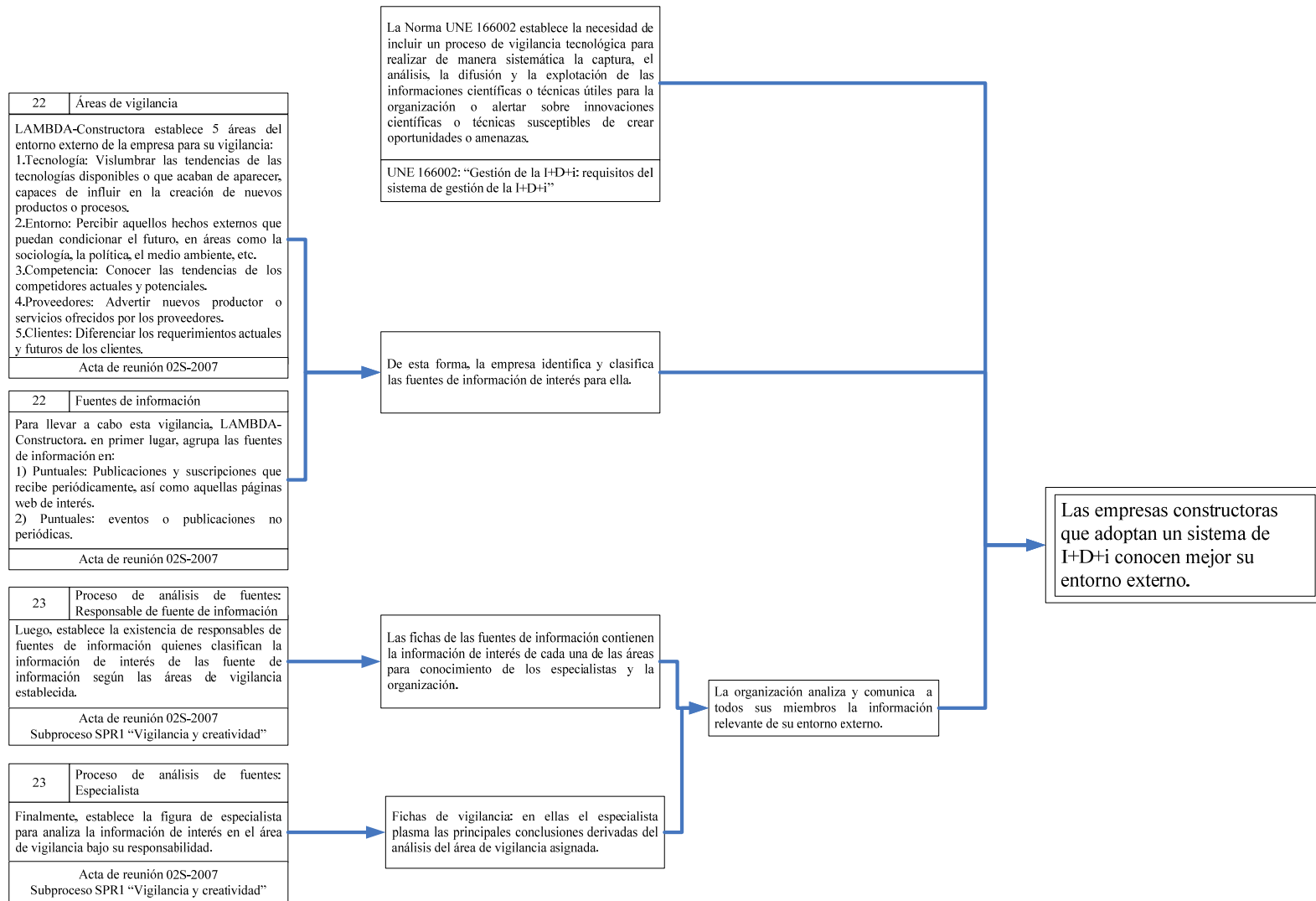


Figura A.7. Diagrama de argumentación para la proposición 8

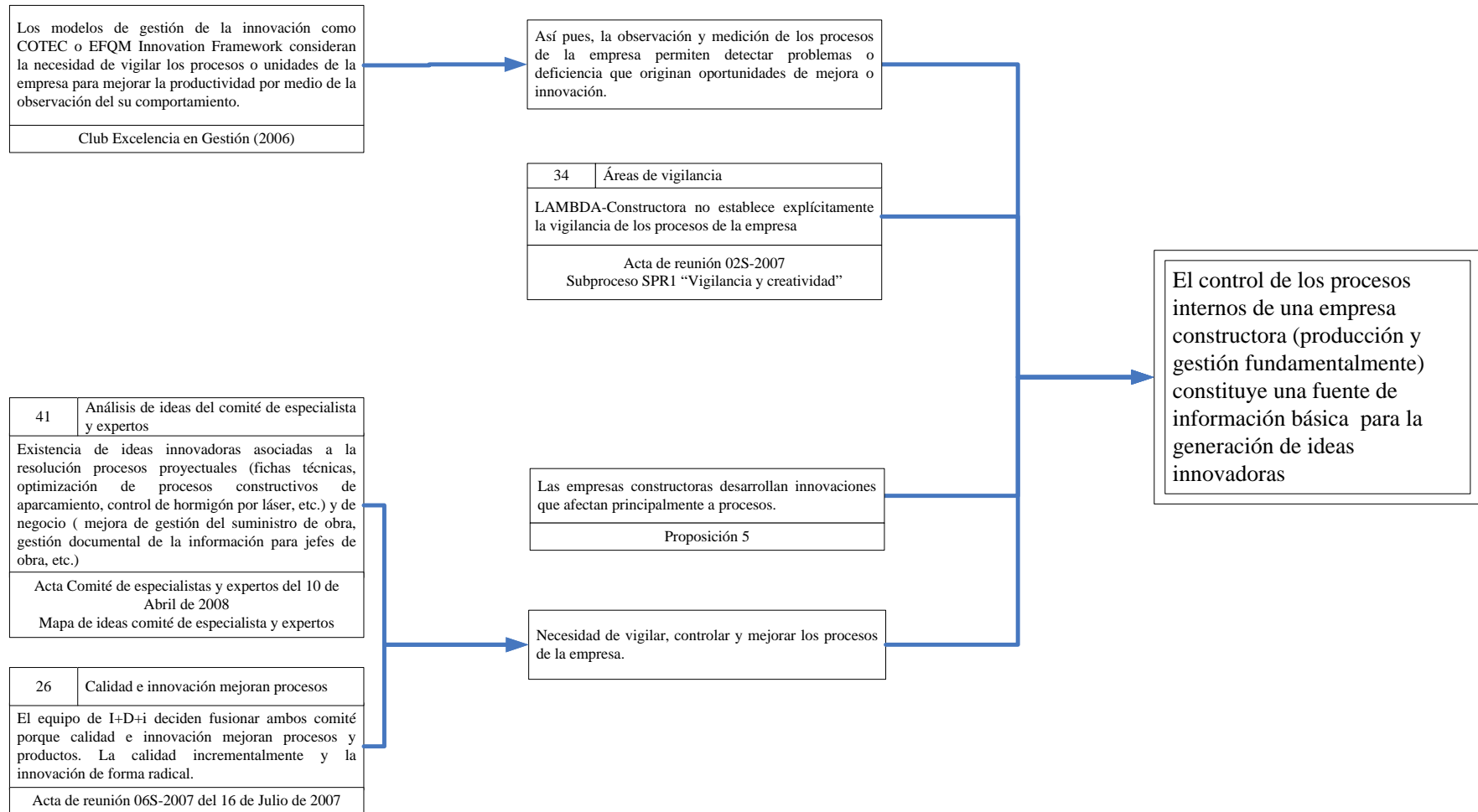


Figura A.8. Diagrama de argumentación para la proposición 9

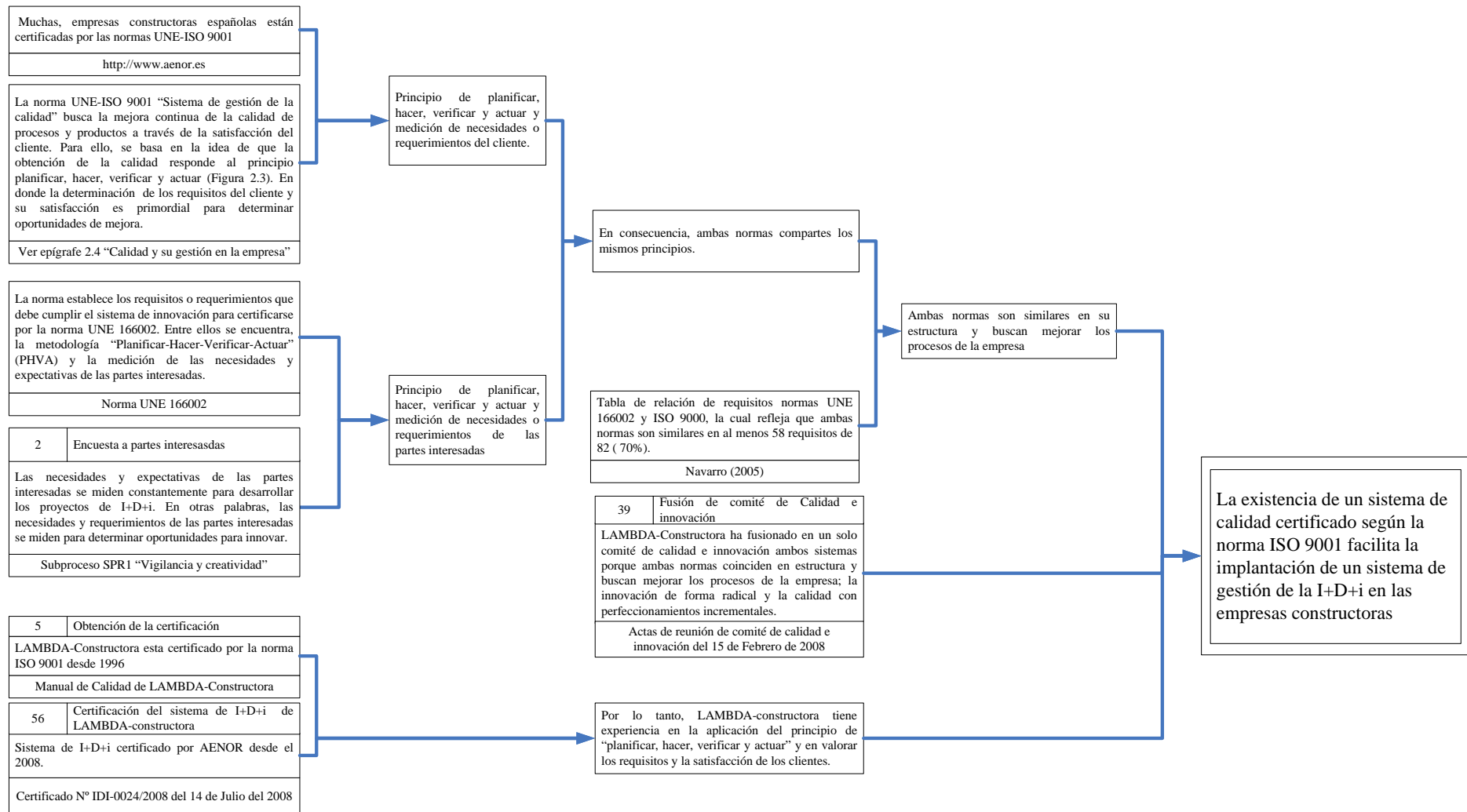


Figura A.9. Diagrama de argumentación para la proposición 10

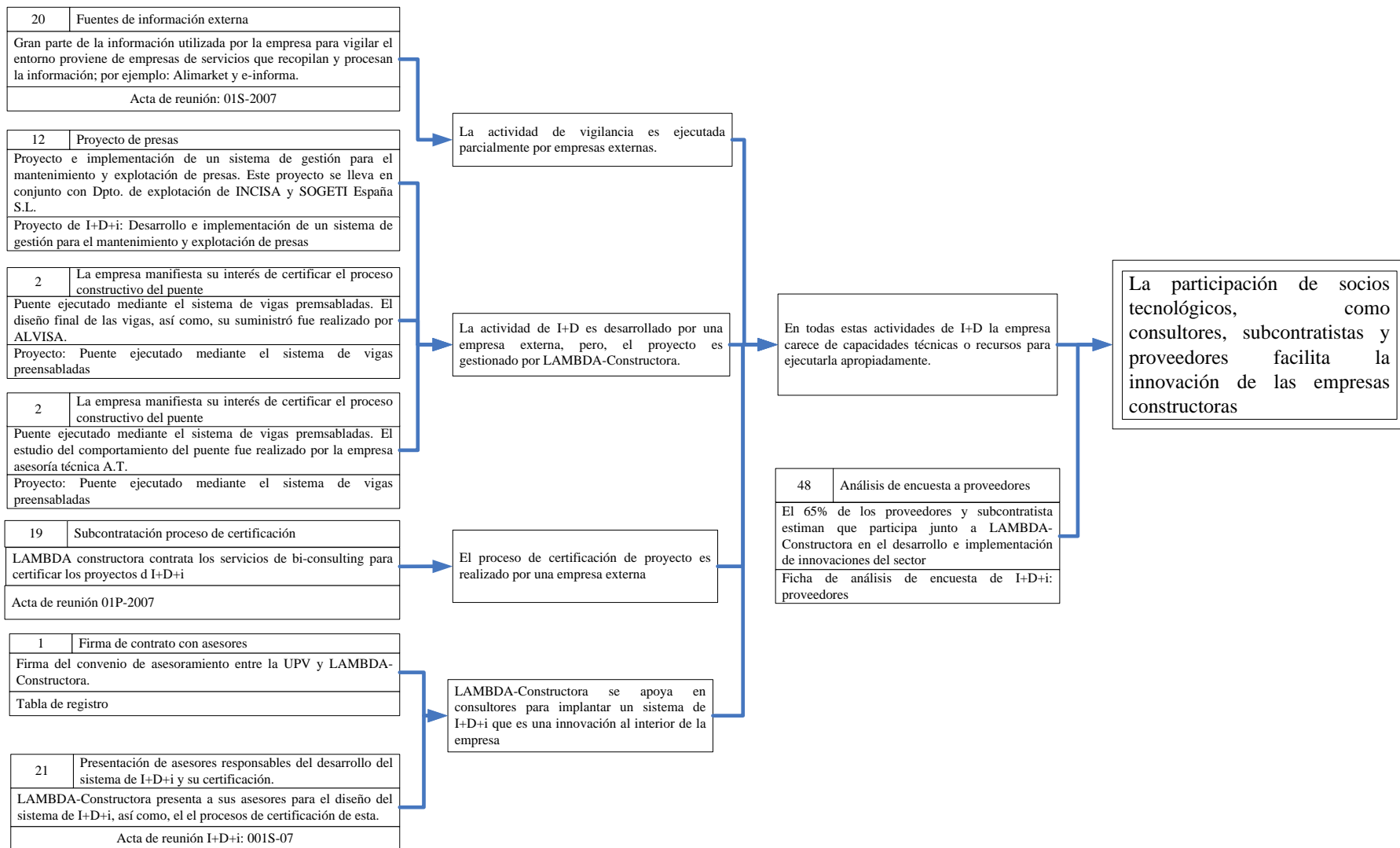


Figura A.10. Diagrama de argumentación para la proposición 11

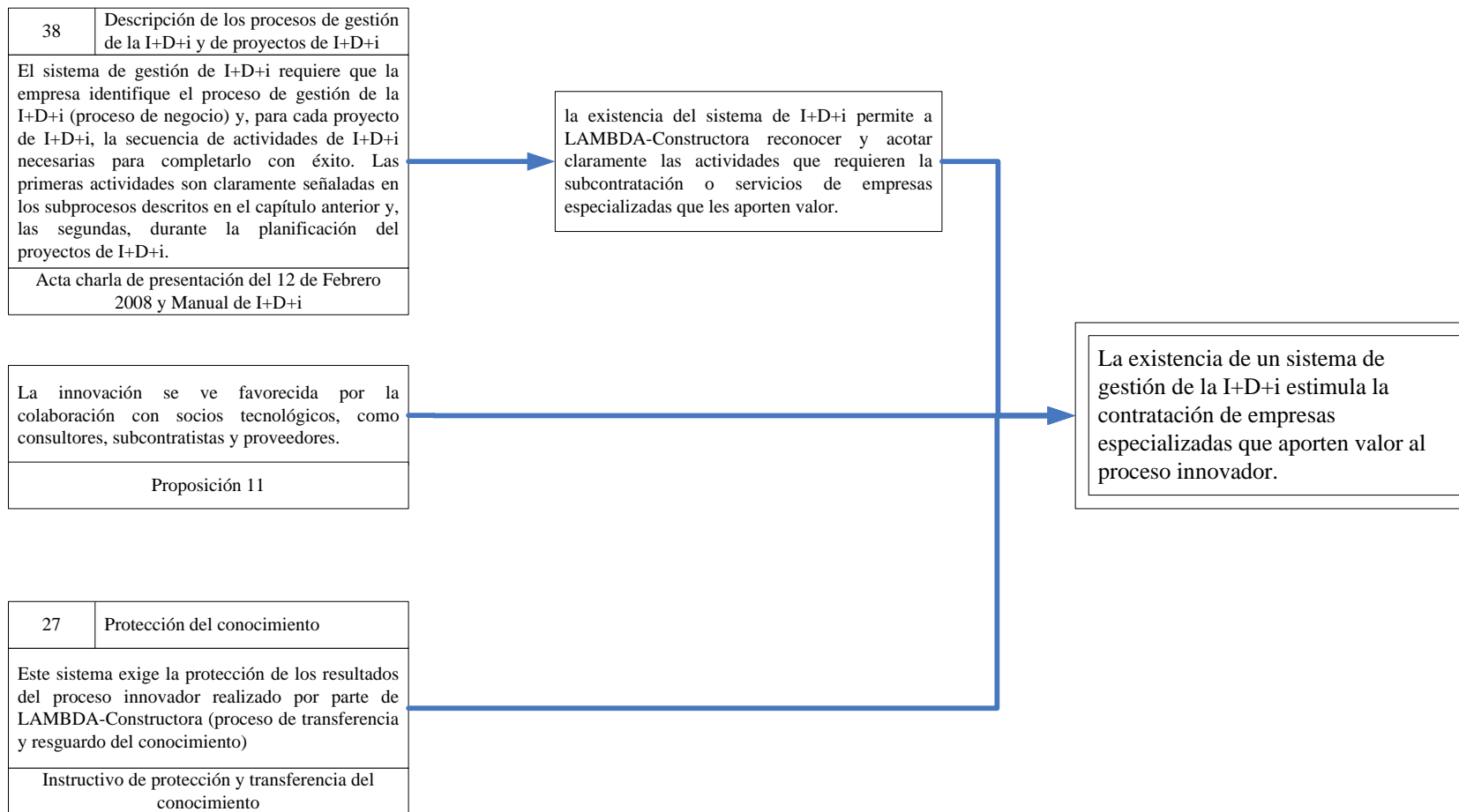


Figura A.11. Diagrama de argumentación para la proposición 12

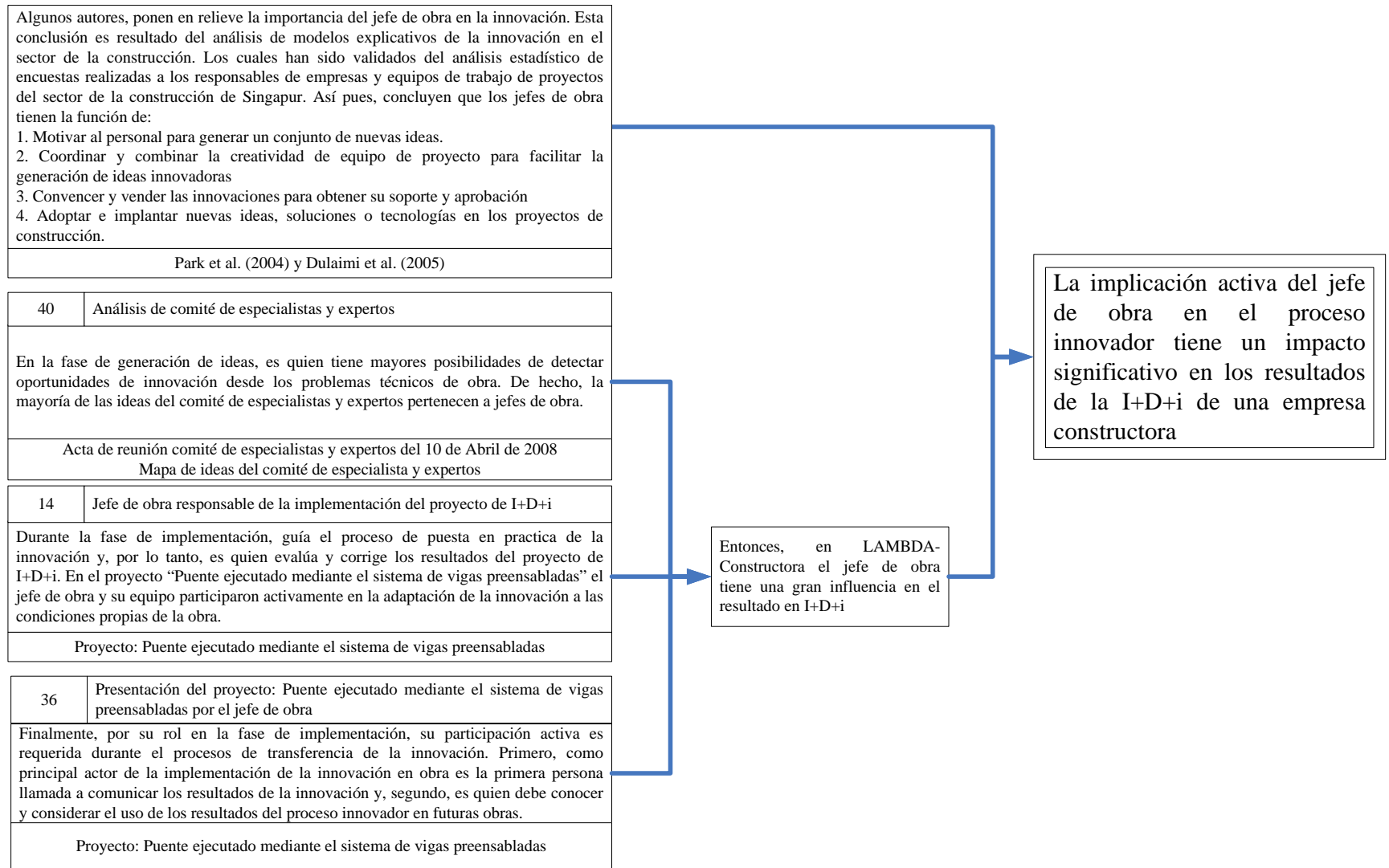


Figura A.12. Diagrama de argumentación para la proposición 13

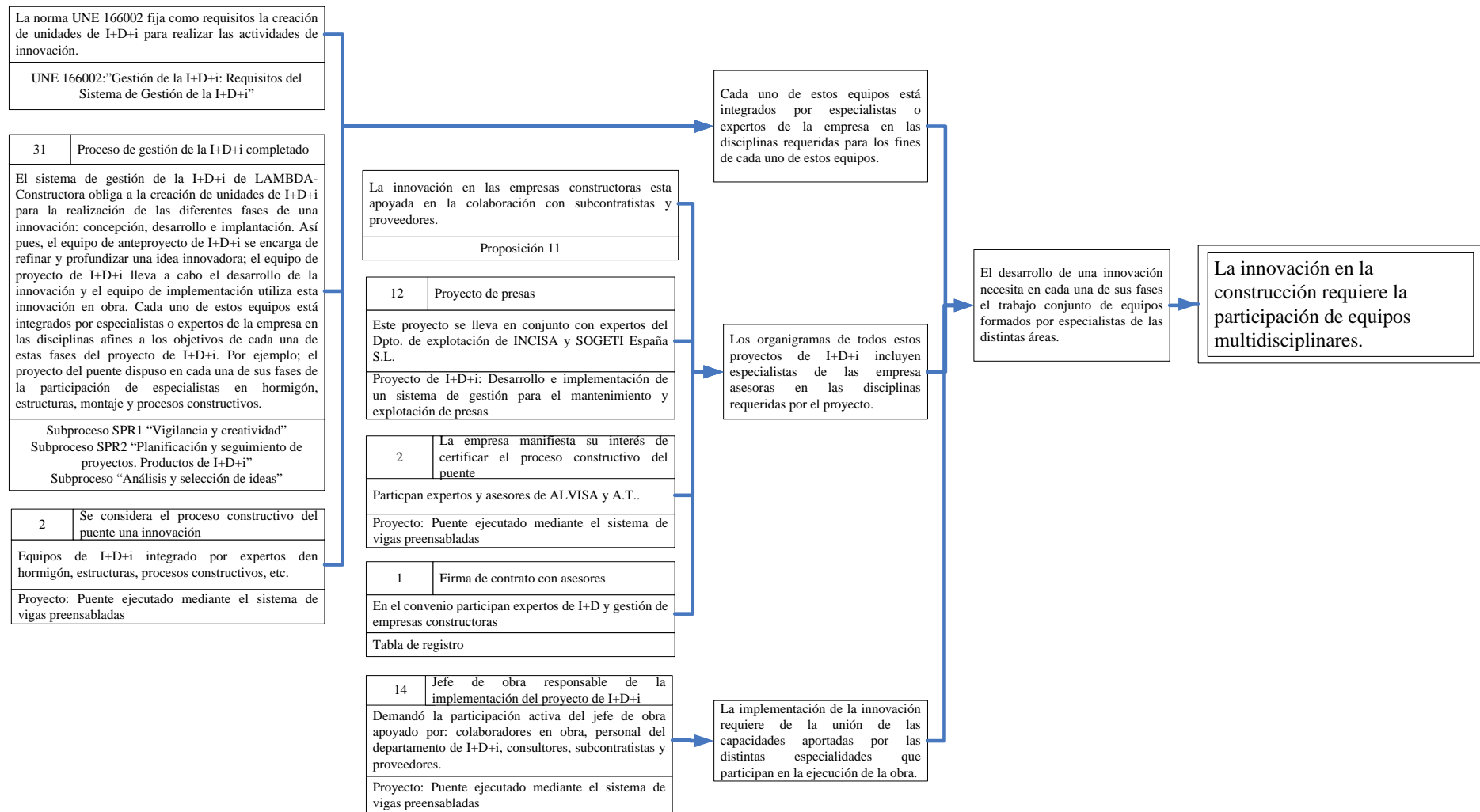


Figura A.13. Diagrama de argumentación para la proposición 14

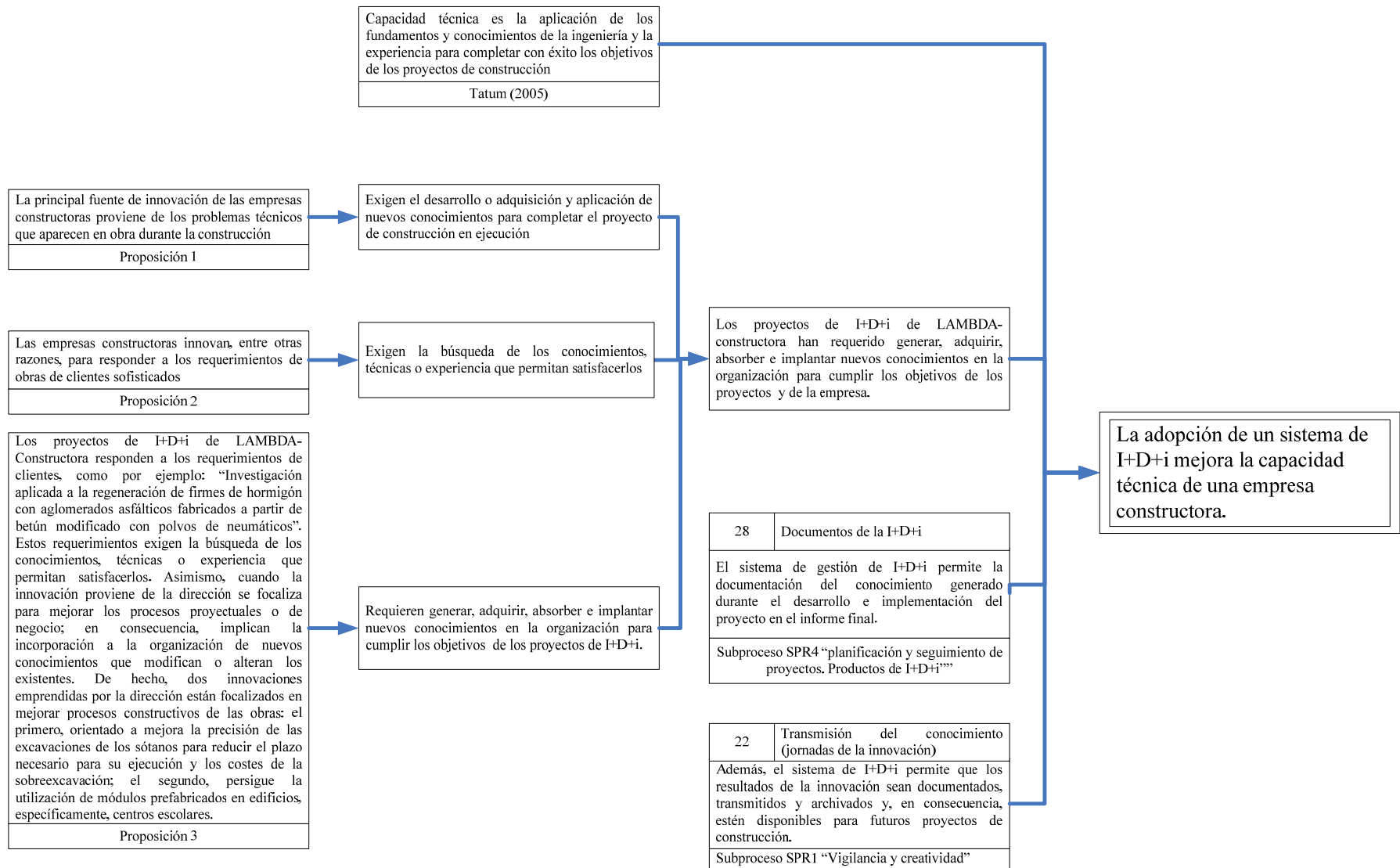


Figura A.14. Diagrama de argumentación para la proposición 15

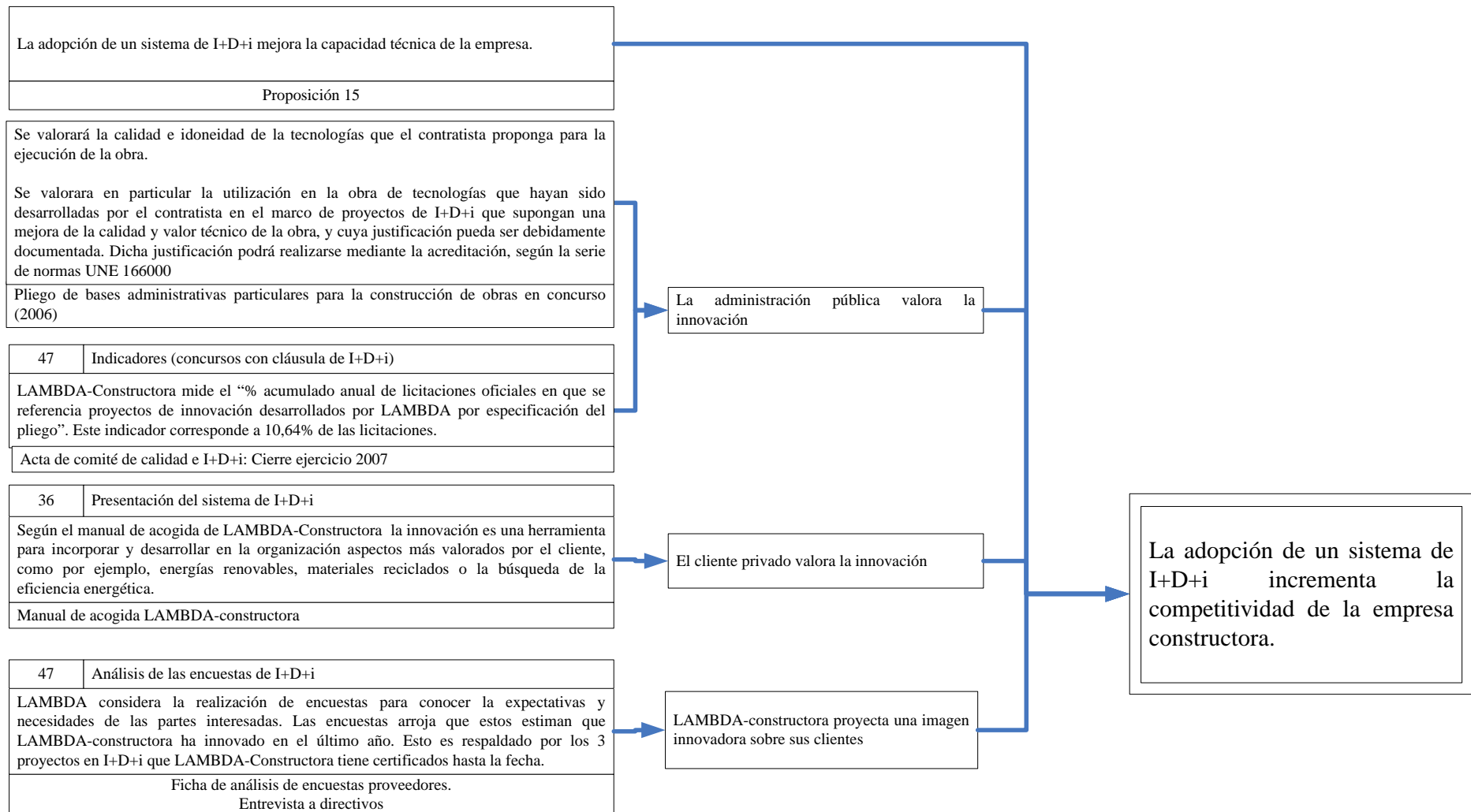


Figura A.15. Diagrama de argumentación para la proposición 16

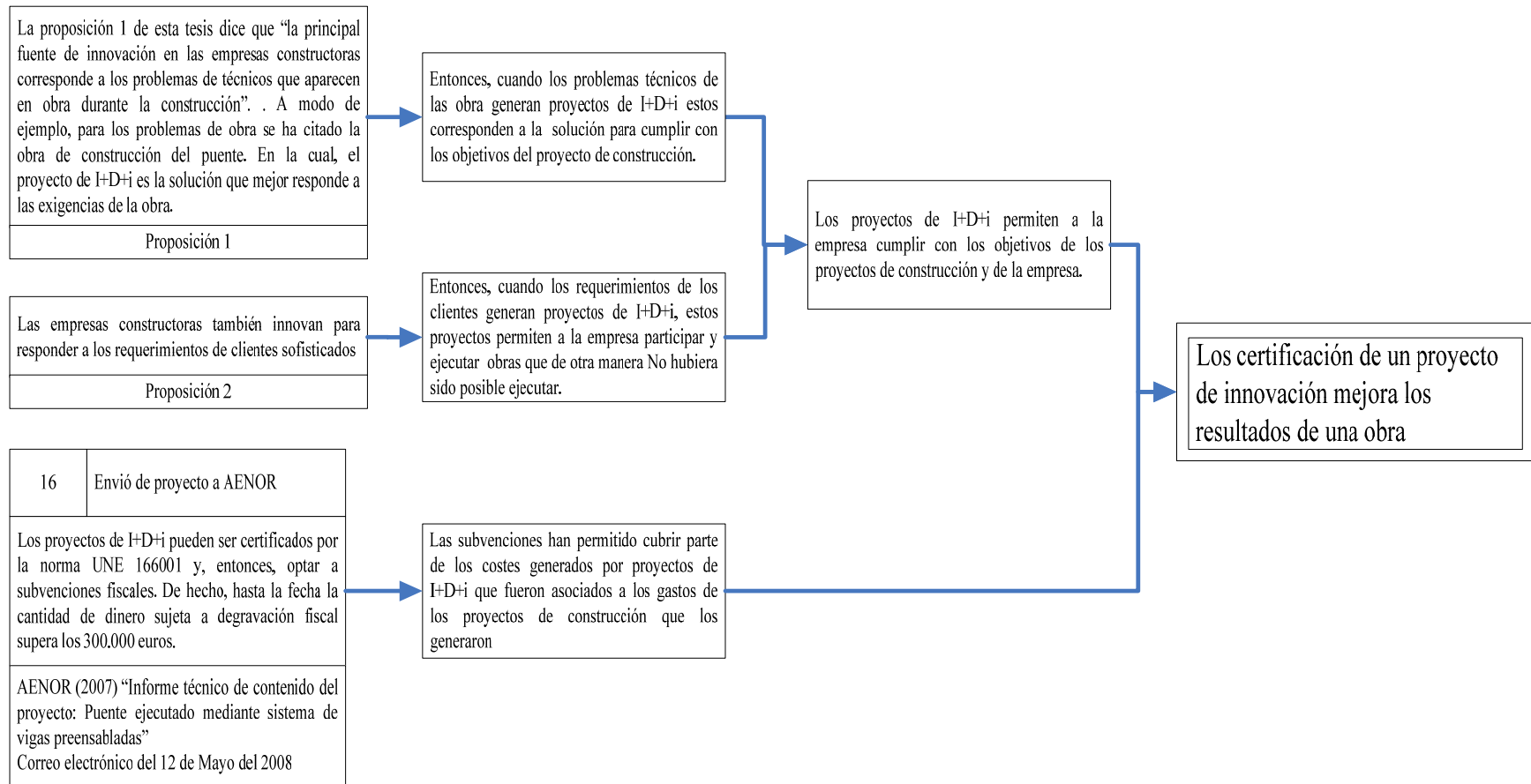


Figura A.16. Diagrama de argumentación para la proposición 17

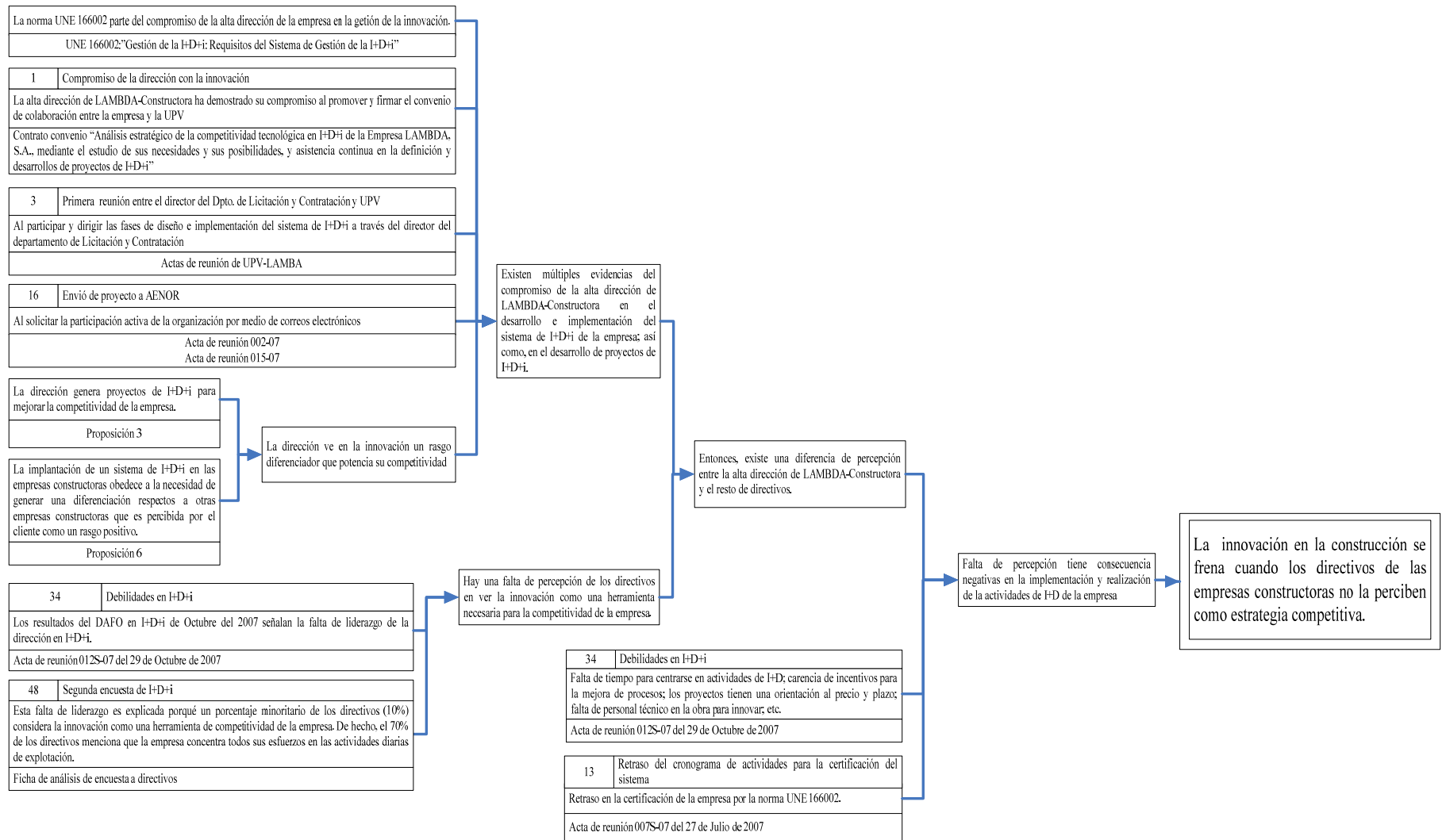


Figura A.17. Diagrama de argumentación para la proposición 18

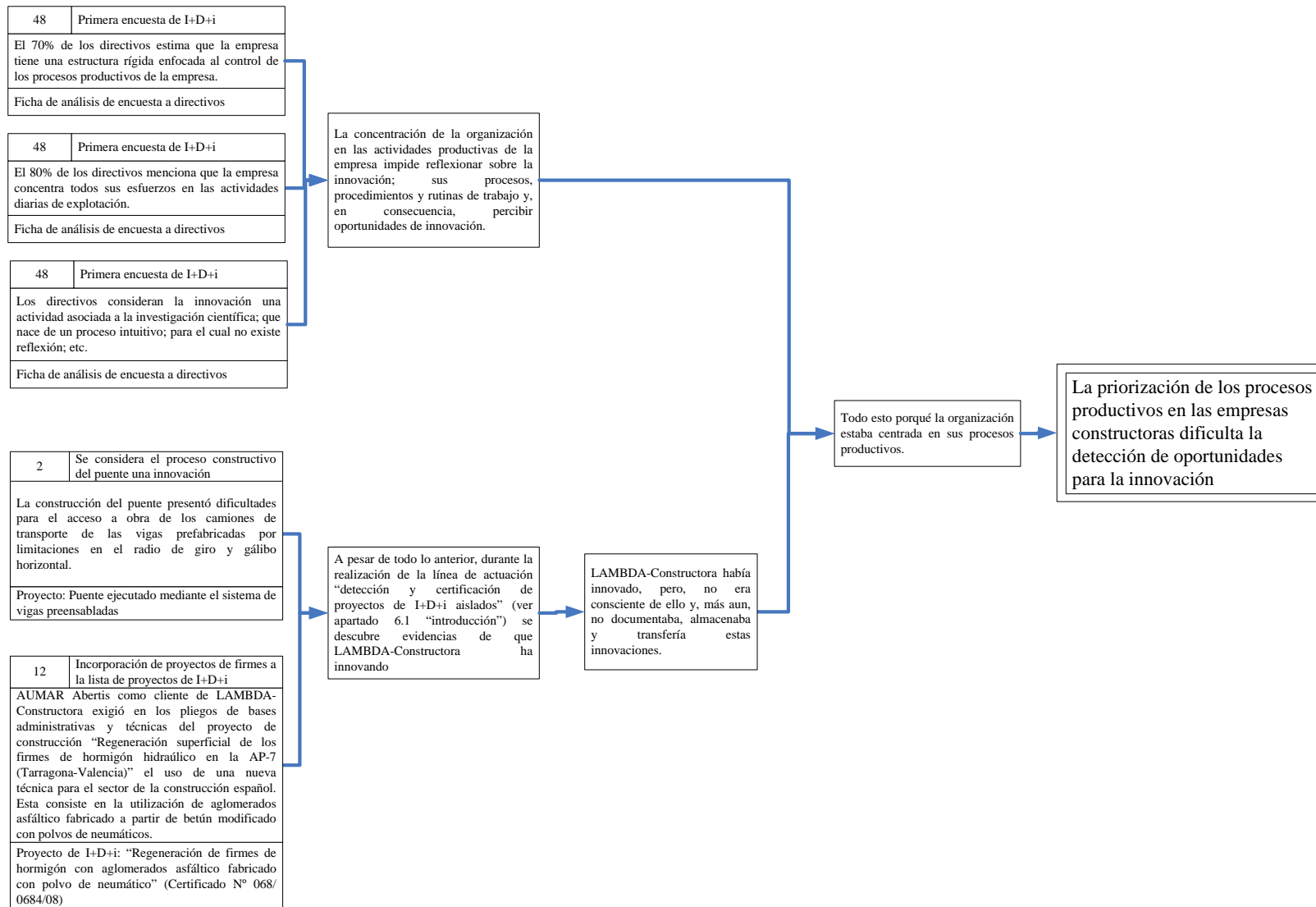


Figura A.18. Diagrama de argumentación para la proposición 19

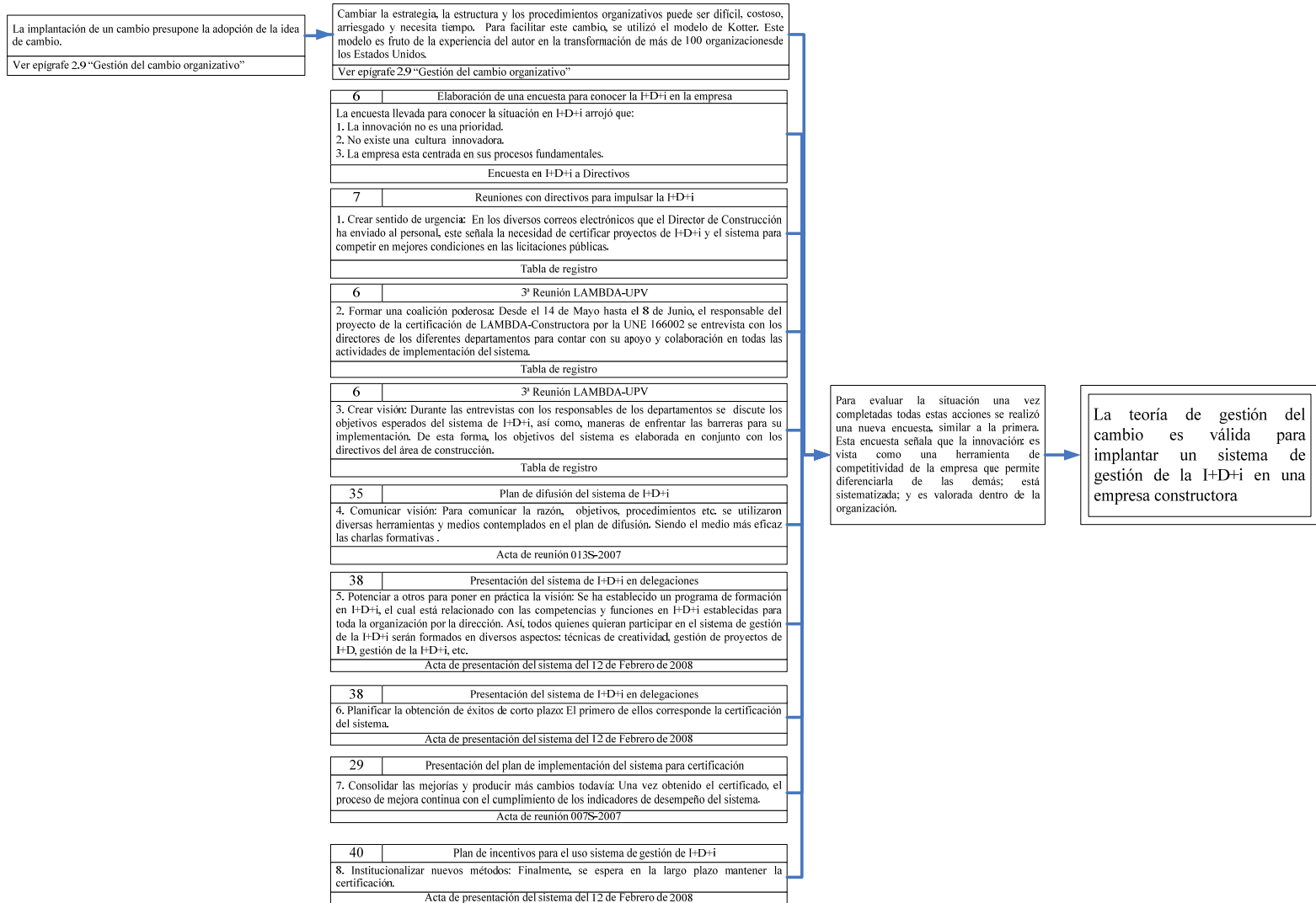


Figura A.19. Diagrama de argumentación para la proposición 20

CONCLUSIONES

8	CONCLUSIONES	305
8.1	INTRODUCCIÓN	305
8.2	CONCLUSIONES PARCIALES	305
8.3	CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DEL CASO	311
8.4	PROPOSICIONES Y GRADO DE VALIDACIÓN	313
8.5	PROPUESTA DE ACTUACIONES	317
8.6	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	317

8 CONCLUSIONES

8.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo expone las principales conclusiones del trabajo descrito en los apartados anteriores. Por claridad de exposición, este se encuentra dividido en cuatro apartados:

1. Conclusiones del marco teórico
2. Conclusiones del estudio del caso.
3. Propositiones y grado de validación.
4. Propuesta de actuación.
5. Futuras líneas de investigación.

El apartado conclusiones parciales contienen las de los capítulos “Marco teórico”, “Contexto”, “Estado de la cuestión” y “Metodología”. Ellas nos permiten plantear el modelo preliminar que explica el proceso de gestión de la I+D+i en las constructoras, justifican los procedimientos adoptados para la gestión de la I+D+i y fundamentan las fases ejecutadas para implantarlo en LAMBDA.

Las conclusiones del caso de estudio presentan los resultados más relevantes obtenidos del análisis del proceso de diseño e implantación del sistema de gestión de la I+D+i que son validados por la encuestas y entrevistas a directivos de empresas certificadas, directivos de LAMBDA-Constructora y expertos. Las conclusiones de estas encuestas y entrevistas son expuestas en el apartado “proposiciones y grado de validez”. Finalmente, planteamos las propuestas de actuación y sugerimos futuras líneas de investigación.

8.2 CONCLUSIONES PARCIALES

La aplicación de la metodología de estudio del caso exige construir un marco teórico de referencia y explicativo del fenómeno bajo estudio. Así, las principales conclusiones de los capítulos 2, 3 y 4 son resumidas en un solo modelo explicativo de la innovación y su gestión en las constructoras (véase la Figura 4.12). Este modelo tiene como finalidad: 1) servir de marco teórico para esta investigación y 2) orientar en el diseño e implantación del sistema de I+D+i en la empresa. También, el marco teórico sirve de guía en el proceso de recolección, registro y análisis de los datos del caso de estudio.

El proceso de diseño e implementación del sistema de gestión de la I+D+i adoptado en la empresa LAMBDA-Constructora es descrito en el capítulo 6 “Unidad de análisis”. Con todo esto, en el capítulo 7 se procede a elaborar las proposiciones de esta tesis y refinar el modelo planteado inicialmente. Así pues, procedemos a presentar las conclusiones que se han obtenido.

CAPITULO 2 “MARCO TEÓRICO”:

- Un modelo preliminar para sintetizar y comprender el rol de la innovación y su gestión en la empresa es el modelo general de competitividad (Figura 8.1). El modelo plantea que la innovación y la calidad son elementos claves de la estrategia competitiva. La competitividad depende del trabajo conjunto de la calidad y la innovación, enmarcadas dentro de sus propios sistemas de gestión. La calidad y su mejora continua maximizan la

competitividad a través del perfeccionamiento de los productos, servicios y personas. La innovación la incrementa al producir un salto tecnológico en los procesos, productos y servicios de la organización que mejoran radicalmente sus resultados. La gestión del conocimiento permite a la organización vincular y aplicar los resultados de la calidad e innovación al sistema general de gestión empresarial. De esta forma la gestión del conocimiento se transforma en el nexo entre calidad, innovación y la gestión empresarial. Así pues, del modelo podemos decir que:

- Establece un vínculo entre tres sistemas de gestión que hasta hoy son tratados de forma independiente: calidad, innovación y conocimiento.
- Calidad e innovación contribuyen directamente a la competitividad de la empresa. No obstante, la gestión del conocimiento adquiere relevancia para afianzar los nuevos conocimientos o prácticas.
- Pone en manifiesto la necesidad de considerar la gestión de la innovación como elemento de competitividad de la empresa y, en consecuencia, esta debe ser incorporada en la estrategia de negocio de la empresa.
- La normalización es un elemento clave para introducir y vincular estos tres sistemas de gestión. Y es que, al transformar en rutinas actividades que no lo eran antes, admite que estas se integren con las otras para formar un todo coherente.
- Manifiesta la necesidad de normalizar la gestión del conocimiento.

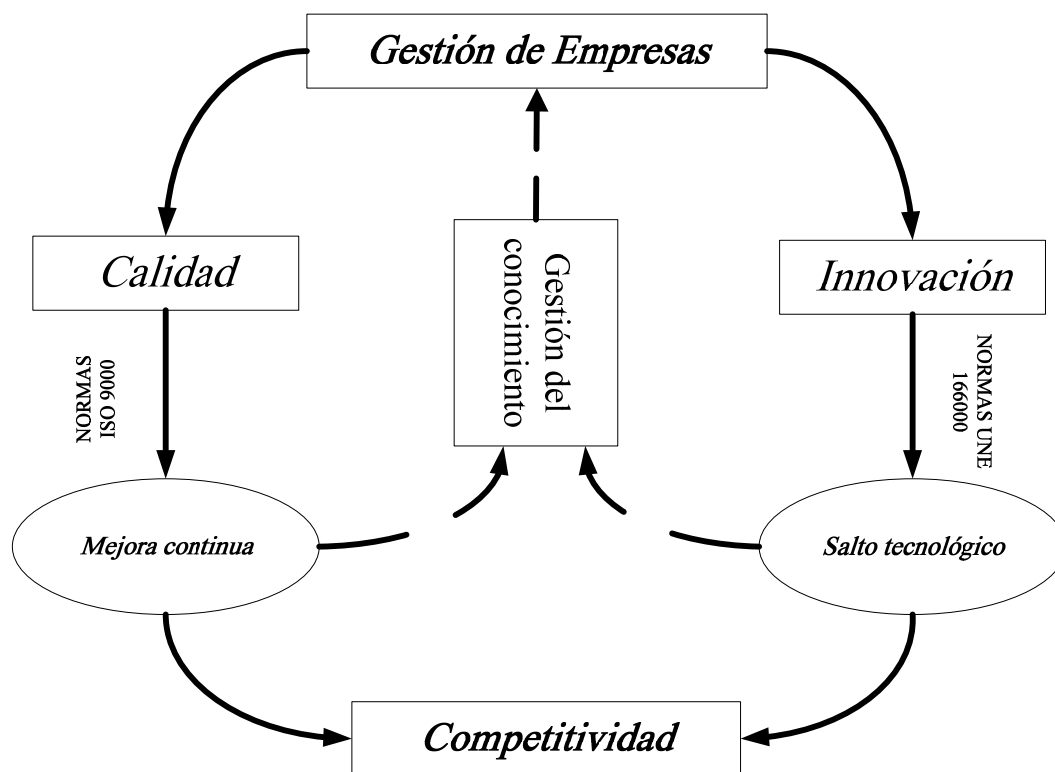


Figura 8.1. Modelo de competitividad en la empresas

- Un primer enfoque del concepto de innovación propuesto en este apartado corresponde a “el proceso de adopción de una idea de cambio no trivial, generado del reconocimiento de una necesidad-problema interno o externo de la empresa, que resulta en la creación o desarrollo de nuevos productos o procesos y que significan un aumento de la competitividad de esta”. Por consiguiente, la innovación implica:
 - Una necesidad o problema que requiere una solución.
 - Una solución novedosa que genera el cambio.

- Un cambio cuya implementación aumenta la competitividad.
- Las principales fuerzas que impulsan a una empresa a innovar son:
 - Externas:
 1. Incremento del grado de incertidumbre económico.
 2. Aumento de la velocidad de cambio tecnológico.
 3. Protagonismo de la competitividad por los intangibles respecto a los precios.
 - Internas:
 1. El deseo de mejorar procesos que son considerados incorrectos.
 2. La implantación de estándares de calidad mejores.
- El proceso de innovación esta constituido por las actividades necesarias para transformar una idea en un nuevo producto o servicio. Así pues, la norma sugiere utilizar el modelo de Kline. No obstante, el modelo COTEC presenta la ventaja de considerar la innovación como un proceso continuo e incorporar el liderazgo de la dirección como criterio básico para innovar. Además, agrega conceptos como vigilancia, estrategia en I+D+i y cultura.
- Los datos muestran que las grandes empresas presentan mayores ventajas para innovar. No obstante, las pequeñas son más flexibles al cambio.
- La implantación de un sistema de gestión de la I+D+i en las empresas constructoras va a requerir dos tipos de cambio, uno de planteamiento, y otro de procedimiento. El primero, hace referencia a cambios en la teoría de negocio y requerirá normalmente ajustes en el planteamiento competitivo de la empresa, es decir, modificar la estrategia general para incorporar la estrategia de I+D+i. El segundo, se refiere a los cambios en las capacidades estratégicas, pero no de la teoría de negocio; es decir, la introducción del nuevo procedimiento (sistema de gestión de la I+D+i) para competir dentro de la misma concepción de negocio (construcción). En consecuencia, las teorías de gestión del cambio y aprendizaje organizativo cobran transcendencia.
- Dentro de las teorías del cambio, el modelo de Lewin es útil para explicar y entender el proceso de cambio de una organización y el modelo de gestión del cambio de Kotter es adecuado para guiar este proceso.
- Existen dos puntos de vistas en la redacción de normas sobre innovación. El primero, está representado por la BS 7000-1 “Diseño de un sistema de gestión: Guía para la gestión de la innovación”. Esta norma es una declaración de intenciones sobre la I+D+i. El segundo punto de vista es proporcionado por la norma UNE 166002 “Gestión de la I+D+i”. Este enfoque establece los requisitos y requerimientos de un sistema de gestión con el objeto de facilitar la identificación y estandarización de las actividades de I+D+i de la empresa. También, permite estructurar un sistema de I+D+i acorde a la idiosincrasia y entorno de la empresa.

CAPITULO 3 “CONTEXTO”

- El esfuerzo económico en innovación es bajo para el conjunto del sector de la construcción a pesar de que las grandes empresas cuentan con departamentos técnicos dedicados total o parcialmente a la I+D+i.
- Existen seis factores en el proceso proyecto-construcción que determinan la naturaleza de la innovación en construcción:
 1. El carácter temporal de los proyectos emprendidos es un obstáculo para que las lecciones sean transmitidas de un proyecto a otro.
 2. La imposibilidad de desarrollar rutinas asociadas con la producción estandarizada.
 3. La demanda dependiente de la decisión de invertir sobre capital fijo, abarca la participación de diversas partes, consume tiempo y crea una complejidad en el mercado de la construcción que no existe en otros mercados.

4. Estructura dominada por pequeñas empresas con o sin equipos de profesionales.
 5. La etapa de diseño esta separada de la producción, y ésta de la explotación. Por ello, resulta difícil asegurar una retroalimentación entre cada una de estas etapas del proceso.
 6. Ejecutar un proyecto es complejo porque requiere de la concurrencia de diversos actores y tecnologías.
- Las empresas constructoras españolas presentan las siguientes características respecto a la innovación:
 1. Elaboran productos con tecnologías y materiales parecidos.
 2. La estrategia de coste es su principal eje de competitividad y rentabilidad.
 3. El empresariado no ve en la innovación una fuente de competitividad.
 4. Las principales fuentes de innovaciones tecnológicas son los proveedores y las consultoras.
 5. Entre las barreras para innovar se encuentran el tiempo, los contratos y la falta de difusión de las innovaciones tecnológicas.
 - La principal fuerza para innovar en el sector de la construcción actualmente proviene de la Administración Pública, debido a la introducción de las nuevas bases administrativas para valorar la I+D+i de las constructoras. Para ello, se utiliza la serie de normas UNE 166000.
 - Las principales conclusiones de la encuesta de I+D+i realizada por el equipo investigador a empresas constructoras de tamaño medio y grande son:
 - No tienen un proceso sistemático de vigilancia tecnológica.
 - No existen incentivos ni recursos para que los miembros realicen actividades de I+D+i.
 - Pocas empresas trabajan conjuntamente con clientes y proveedores para innovar.
 - La mitad de ellas hace un seguimiento informal de los competidores.
 - Solamente el 14% de las constructoras conocen los fundamentos esenciales para la generación del conocimiento.
 - El 32% de los encuestados arguye que la empresa cuenta con un departamento específico de I+D+i, aunque el 14% reconoce que es unipersonal.
 - Menos del 10% de las constructoras encuestadas se encuentra certificada con la norma UNE 166001, e igual porcentaje con la norma UNE 166002.
 - Las principales conclusiones de la “Encuesta de la estructura de la construcción” del Ministerio de Fomento para el año 2006 son:
 - El sector de la construcción registra tan solo el 2,45% de los gastos internos totales en “I+D” ejecutados por las empresas en la economía nacional.
 - En el sector de la construcción, podemos resaltar que, aunque a través de los años su esfuerzo inversor ha sido positivo, éste es aún muy escaso.
 - Solo el 0,07% de los empleados del sector desarrollan actividades de I+D. La mayor concentración de personas dedicadas a esta labor se encuentra en las empresas de 1.000 o más trabajadores.
 - El 0,4 % del total de empresas constructoras invirtió en I+D+i.
 - El 81% no desarrolla las actividades de I+D dentro de la empresa, sino que las delegan o externalizan a centros tecnológicos, laboratorios especializados, o universidades.
 - Los gastos totales de I+D de las empresas de 1.000 o más trabajadores (22 empresas) concentran el 43% del total de las empresas constructoras.

CAPITULO 4 “ESTADO DE LA CUESTIÓN”

- Existe carencia del conocimiento necesario para elaborar e implantar sistemas de gestión de I+D+i en las constructoras.

- Resultado del proceso de análisis del estado de la cuestión, descubrimos seis conceptos útiles para generar modelos explicativos de la gestión de la I+D+i. Ellas son:
 1. Concepto de innovación.
 2. Capacidades organizativas.
 3. Entorno de negocios.
 4. Estrategia.
 5. Sistemas de gestión complementarios.
 6. Gestión de la innovación o de sistemas de I+D+i.
- Destaca la importancia de cuatro disciplinas de gestión como apoyo a la I+D+i: gestión de la calidad, gestión del conocimiento, aprendizaje organizativo y gestión tecnológica.
- Se identifica un proceso de innovación compuesto por las siguientes etapas: 1) identificación de la necesidad y oportunidad de innovación; 2) selección de proyectos de innovación en obra; 3) implementación del proyecto de innovación en obra; 4) evaluación; y 5) transferencia a futuros proyectos.
- La Figura 8.2. expone el modelo utilizado para el proceso de diseño e implantación del sistema de I+D+i. Asimismo, este sintetiza el marco teórico desarrollado y sirve de guía en la elaboración de las proposiciones de capítulo 7. Se propone que las constructoras para innovar deben recoger ideas novedosas provenientes de diferentes fuentes de la organización. Las ideas son transformadas en proyectos de I+D+i certificados o resultados de I+D+i a través del sistema. Este proceso debe vigilar y vincular a la constructora con su entorno, además de utilizar y potenciar las capacidades organizativas. De este modo, los resultados de la I+D+i tienen un impacto positivo en la empresa.
- El marco teórico elaborado exige:
 - El sistema de I+D+i debe ser elaborado considerando las capacidades organizacionales, el entorno externo e interno de la constructora. El modelo se sustenta en la siguiente idea general: 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 organizativas 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 organizativas y lo integren en el resto de procesos operativos de la empresa.
 - Así pues, la dirección juega un rol fundamental. Ella debe ejercer un fuerte liderazgo por la innovación y crear y mantener una cultura innovadora.
 - La dirección también debe establecer la estrategia en innovación, de esta forma los recursos del sistema son asignados eficientemente para cumplir los objetivos de la empresa.
 - También se necesita una organización motivada y cualificada. Dentro de ella las personas deben incrementar constantemente sus capacidades técnicas y experiencias.
 - Exige la integración del sistema de gestión de la innovación y sus sistemas de gestión complementarios, adquiriendo importancia la normalización de sistemas de gestión.

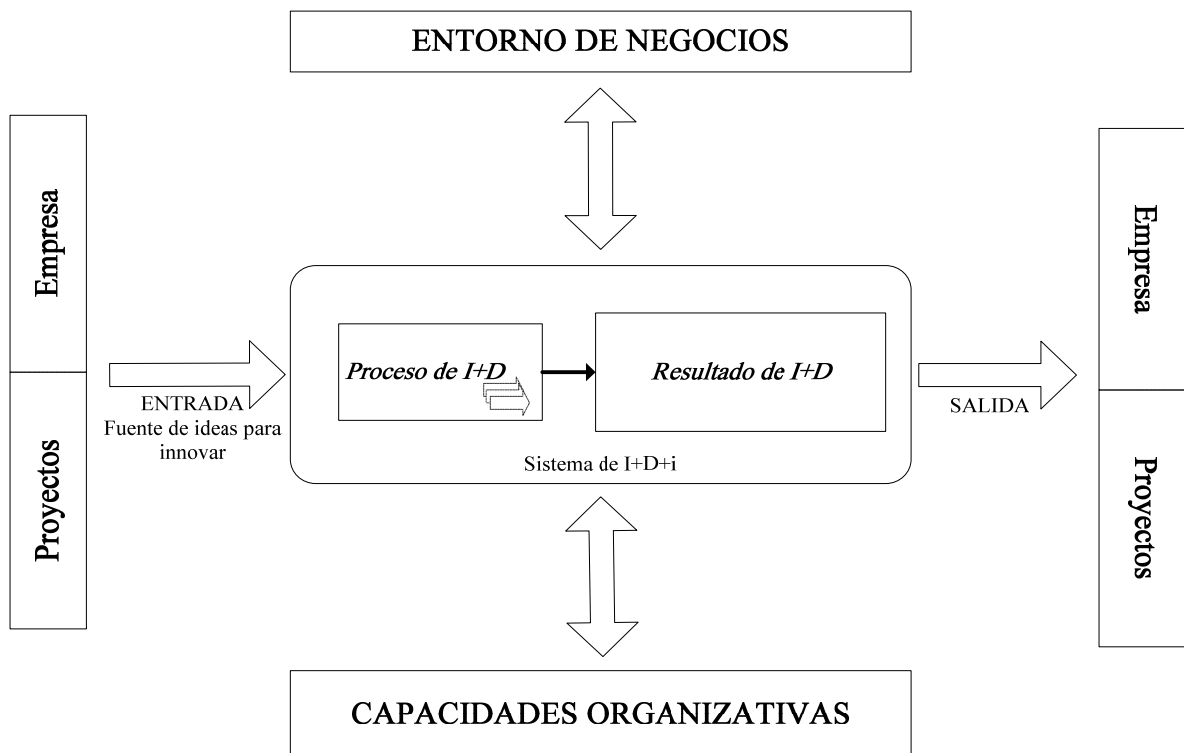


Figura 8.2. El sistema de gestión de la I+D+i (modelo GIDI modificado)

- En resumen, el marco teórico explicativo elaborado desde el estado de la cuestión permite sintetizar los aspectos más relevantes del proceso de innovación y su gestión: diseñar e implantar el sistema de I+D+i en LAMBDA-Constructora y guiar el proceso de recolección de datos al identificar las fuentes de información relevantes para descubrir y justificar las razones de las desviaciones entre lo planeado y ejecutado.

CAPITULO 5 “METODOLOGÍA: CASO DE ESTUDIO”

- La publicación de las normas UNE 166000 es muy reciente (a principios de 2006) y, por lo tanto, el número de empresas constructora certificadas es muy bajo. De hecho, hasta el 31 de diciembre de 2007 las empresas constructoras certificadas eran ocho. Además, la necesidad de responder a múltiples interrogantes del proceso de gestión de la I+D+i nos llevó a plantear el estudio de caso cómo la metodología más apropiada para esta tesis.
- Dentro de los diversos tipos de estudios de casos existentes en la literatura, utilizamos los explicativos, dado que nuestra investigación pretende descubrir las causas que explican los fenómenos en estudio a partir de la información obtenida de la unidad de análisis.
- Para guiar el estudio de caso se siguió la metodología propuesta por el Dr. Robert Yin en su libro “Case study research: design methods”. Además, esta metodología se complementa con otras técnicas para asegurar la validez de las construcciones conceptuales y los resultados. Así pues, se utilizaron adicionalmente:
 - Mapas mentales para comprender y extraer las ideas o conceptos más importantes del estado de la cuestión.
 - Diagramas de afinidad para categorizar conceptos afines y determinar los principales aspectos de la gestión de la I+D+i.

- La teoría fundamentada de datos para extraer los principales conceptos o ideas de la información recolectada del caso de estudio
- Mapas conceptuales con el fin de agilizar la construcción del marco teórico explicativo de la I+D+i con los conceptos provenientes del estado de la cuestión y del caso del estudio.
- Diagramas de argumentación con el objetivo de facilitar la elaboración de los argumentos que justifican las proposiciones de esta tesis.
- El uso de aplicaciones informáticas en el análisis cualitativo de los datos simplifica la realización de una tarea que de otra manera sería tediosa y larga.
- Las razones para investigar la implantación de un sistema de gestión en una empresa constructora son:
 - La ausencia (detectada en el marco teórico) del conocimiento necesario para guiar en la creación de sistema de I+D+i que considere las particularidades de las empresas del sector y los requerimientos de la norma.
 - La escasa información disponible sobre el proceso de innovación en las empresas constructoras españolas de tamaño intermedio y grande.
- Las razones de porque LAMBDA-constructora es escogida para ser estudiada son:
 - La empresa es suficientemente representativa de una empresa mediana-grande del sector de la construcción español.
 - La empresa tomó la decisión de certificarse de acuerdo con los requerimientos de la Norma UNE 166002 “Gestión de la I+D+i: requisitos del sistema de gestión de la I+D+i”.
 - La empresa permitió la realización del estudio.

8.3 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DEL CASO

- Cuatro factores son determinados como relevantes para un sistema de I+D+i:
 - La estrategia.
 - El proceso de gestión de la I+D+i.
 - La organización.
- El análisis estratégico en I+D+i de LAMBDA-Constructora manifiesta las siguientes debilidades en sus capacidades organizativas:
 - Objetivos de proyectos orientados a plazo y precio, lo que genera un entorno de urgencia y estrés.
 - Todos los recursos y esfuerzos están centrados en los procesos productivos. La estructura organizativa esta enfocada al control de procesos. No obstante, existe interés por la mejora de sus procesos productivos.
 - Falta de percepción de la I+D+i por parte de los directivos de LAMBDA-Constructora: no existe una reflexión estratégica de la I+D+i, carecen de un liderazgo en innovación, etc. Existe una escasa inversión en actividades de investigación y desarrollo, con respecto a las grandes empresas constructoras de ámbito nacional.
 - Carencia de procesos proyectuales y de negocio en I+D+i.
 - Falta de personal especializado en I+D+i, especialmente aquellos que le permita identificar y transmitir las posibles innovaciones que surgen como respuesta a algún tipo de problema o de la necesidad de satisfacer las exigencias de los clientes.
 - Escasez de medios técnicos de apoyo al jefe de obra en proyectos de construcción.
 - Falta de cultura e incentivos para innovar.
 - Escasa comunicación entre la empresa y sus diversas obras.
 - Vínculo débil con instituciones, organizaciones y empresas en I+D+i.

- También, este análisis del entorno desvela lo siguiente:
 - Poca participación en entidades de ámbito nacional e internacional que promueven la I+D+i en el sector de la construcción.
 - Incremento de la presencia de grandes firmas constructoras en el mercado regional.
 - Entrada en un ciclo económico de desaceleración y, en consecuencia, subidas de tipo de interés, lo cual redundaría en una disminución de la demanda en el sector de la edificación y una posible reducción presupuestaria de la inversión del Estado.
 - Cuotas de adjudicación preasignadas a grandes constructoras en obras nacionales.
- Se plantean las siguientes actuaciones:
 - Creación de un sistema de I+D+i certificado por la UNE 166002.
 - Desarrollo continuo de proyectos de innovación, según la norma UNE 166001 y el Real Decreto 1432/2003 (deducciones fiscales por actividades de I+D+i) y envío de la misma a organismos certificadores.
 - Participación en convocatorias públicas de proyectos de I+D+i.
 - Participación en proyectos de I+D+i en colaboración con otras empresas o asociaciones (AIDICO, ANCI, ACEX, etc.).
 - Potenciación de la imagen en I+D+i.
- El proceso de gestión de la I+D+i:
 - Coordina y orienta cada una de las actividades requeridas para identificar y seleccionar ideas de I+D+i.
 - Gestiona los procesos de innovación de la empresa.
 - Transfiere y resguarda los conocimientos e innovaciones resultantes de los proyectos de I+D+i.
 - Asegura la utilización por la organización de las innovaciones.
- El análisis del proceso de gestión de la I+D+i de LAMBDA lleva a plantear la necesidad de ajustar el modelo propuesto en el estado de la cuestión para incluir la protección del conocimiento e innovación desarrollada por la empresa, tal y como lo solicita la norma UNE 166002. Así pues, el modelo final consta de cinco fases (véase Figura 7.13):
 1. Identificación y selección de oportunidades de innovación.
 2. Desarrollo del proyectos de I+D+i.
 3. Implementación y evaluación de la innovación.
 4. Transferencia de la innovación a futuros proyectos.
 5. Resguardo del conocimiento y certificación de la I+D+i.
- La estructura organizativa escogida para innovar no es independiente del resto de la organización. De hecho, necesita de la ideas en I+D+i de toda la organización, especialmente de los jefes de obras. La ejecución de los proyectos de I+D+i: se realiza con equipos multidisciplinares; la implementación de las innovaciones depende de los equipos de obras y del departamento de I+D+i; la transferencia del conocimiento es realizada principalmente con jornadas de innovación; y el resguardo del conocimiento depende del departamento de I+D+i con la colaboración del departamento jurídico.
- Planteamos como beneficios del sistema:
 - Las actividades requeridas para la I+D+i son identificadas y relacionadas.
 - El sistema de gestión de la I+D+i puede ser estructurado apoyado en el proceso de innovación utilizando el procedimiento PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar):
 - El proceso de innovación y sus actividades cuentan con indicadores de desempeño.
 - El sistema de I+D+i tiene objetivos y metas reales.
 - Las actividades y el sistema de gestión de I+D+i tiene responsables, los cuales, conocen perfectamente funciones y atribuciones.
 - El proceso de innovación puede también ser mejorado por el principio PHVA.

- Las empresas pueden identificar las actividades en las cuales no son competentes o carecen de capacidades y, en consecuencia, subcontratarlas.
- Mejoran su capacidad para explotar el conocimiento.
- Incrementan su potencial para resolver problemas de obras.
- Conocen mejor su entorno externo y procesos internos.
- Aumentan su competitividad.
- Las principal salida esperada del sistema de I+D+i son proyectos de I+D+i certificados, los cuales responden principalmente a una estrategia de I+D+i. Los beneficios de contar con una estrategia de I+D+i son:
 - Priorizar las fuentes de innovación.
 - Asegurar que las salidas del sistema son apropiados a los objetivos de la empresa.
 - Utilizar eficazmente los recursos del sistema de I+D+i.
- No obstante, existen deficiencias en el sistema de la empresa que deben ser corregidas:
 - Falta de capacitación del personal en I+D+i.
 - Carencia de incentivos económicos y reconocimiento público para el personal.
 - Mejorar la asociación con proveedores, subcontratistas y clientes para innovar.
 - Formalizar un sistema para la gestión del conocimiento al interior de la empresa.
 - Incrementar los medios para proteger el conocimiento generado por la empresa.
 - Subsanan deficiencias en la comunicación e información del sistema hacia la organización y su entorno.
- La participación activa de la empresa en las concesiones es un aspecto importante a resaltar. Este sistema permite la gestión integral del proceso proyecto-construcción y, por lo tanto, un mayor control sobre el diseño último del proyecto. La existencia de un departamento de I+D+i otorga una mayor capacidad a la empresa para generar alternativas de diseño novedosos y resolver los problemas técnicos asociados a estos.
- Las constructoras españolas siempre han innovado, sin ser conscientes de ello. Por esto, la implantación de la serie de normas UNE 166000 tiene un impacto positivo en el rendimiento innovador del sector porque las empresas toman conciencia de la innovación y de que la llevan a cabo. Más aun, esta norma tiene el beneficio de obligar a las empresas a documentar, proteger y explotar las innovaciones generadas.

8.4 PROPOSICIONES Y GRADO DE VALIDACIÓN

- Como resultado del caso de estudio, del planteamiento inicial de proposiciones y del análisis de las respuestas de la encuesta de validación, surgen 20 conclusiones principales que se adjuntan a continuación según su grado de validación:

Pregunta/proposición	Nivel de validez		
	Fuerte	Aceptable	Débil
¿Porqué las empresas constructoras innovan?			
P1: La principal fuente de innovación para las empresas constructoras proviene de los problemas técnicos que aparecen en la ejecución de una obra.	√		
P2: Las empresas constructoras innovan, entre otras razones, para afrontar a los requerimientos de clientes, cada vez más exigentes.		√	
P3: La dirección impulsa proyectos de I+D+i para mejorar la competitividad de la empresa constructora.		√	

Tabla 8.1a. Resumen de resultados de la investigación

Pregunta/proposición	Nivel de validez		
	Fuerte	Aceptable	Débil
¿Porqué las empresas constructoras innovan?			
P4: La adopción de un sistema de gestión de la I+D+i en una empresa constructora permite innovar siguiendo una estrategia previamente definida			√
P5: Las empresas constructoras, cuando innovan, lo hacen fundamentalmente en los procesos	√		
P6: La implantación de un sistema de gestión de la I+D+i en las empresas constructoras obedece a la necesidad de generar una diferenciación positiva que valoren los clientes		√	
¿Qué aspectos son los más relevantes para la confección de un sistema de I+D+i?			
P7: La implantación de un sistema de gestión de la I+D+i mejora la gestión del conocimiento de una empresa constructora.		√	
P8: Las empresas constructoras que adoptan un sistema de I+D+i conocen mejor su entorno externo		√	
P9: El control de los procesos internos de una empresa constructora (producción y gestión fundamentalmente) constituye una fuente de información básica para la generación de ideas innovadoras		√	
P10: La existencia de un sistema de calidad certificado según la norma ISO 9001 facilita la implantación de un sistema de gestión de la I+D+i en las empresas constructoras		√	
P11: La participación de socios tecnológicos, como consultores, subcontratistas y proveedores facilita la innovación de las empresas constructoras	√		
P12: La existencia de un sistema de gestión de la I+D+i estimula la contratación de empresas especializadas que aporten valor al proceso innovador		√	
P13: La implicación activa del jefe de obra en el proceso innovador tiene un impacto significativo en los resultados de la I+D+i de una empresa constructora		√	
P14: La innovación en la construcción requiere de la participación de equipos multidisciplinares		√	
P15: La adopción de un sistema de I+D+i mejora la capacidad técnica de la empresa constructora	√		
P16: La adopción de un sistema de I+D+i incrementa la competitividad de la empresa constructora		√	
P17: La certificación de un proyecto de innovación mejora los resultados de una obra		√	
¿Cómo implantar un sistema de I+D+i en las empresas constructoras?			
P18: La innovación en la construcción se frena cuando los directivos de las empresas constructoras no la perciben como una estrategia competitiva		√	
P19: La priorización de los procesos productivos de las empresas constructoras dificulta la detección de oportunidades para la innovación		√	
P20: La teoría de gestión del cambio es válida para implantar un sistema de gestión de la I+D+i en una empresa constructora			no existen evidencias en las entrevistas para tomar una decisión sobre su nivel de validez

8.1b. Resumen de resultados de la investigación

De la interpretación de los resultados de las encuestas y entrevistas emergen las siguientes conclusiones adicionales:

- Las constructoras focalizan su actividad en I+D+i en sus procesos productivos. Para ello cuentan con dos niveles (empresa y proyecto) y tres fuentes para innovar (las obras, los clientes y la dirección).
- La resolución de los problemas técnicos de las obras es la principal fuente de innovación. La priorización de estos problemas y su poca o nula influencia en el producto final (obra) las lleva a innovar principalmente en los procesos constructivos y los productos relacionados con estos. Por lo tanto, las constructoras innovan fundamentalmente a nivel de proyecto.
- Los sistemas de I+D+i nacen como respuesta a los nuevas bases administrativas del Ministerio de Fomento. De este modo, responden a los requerimientos de su principal cliente.
- Las constructoras certificadas se limitan a desarrollar las capacidades organizativas para innovar. Cuando estas son insuficientes, recurren a centros de investigación o socios tecnológicos.
- Al priorizar la resolución de los problemas de obras, los jefes de obra adquieren un rol fundamental en el proceso innovador, en especial, aportando ideas de I+D+i e implantando y evaluando la innovación.
- Las constructoras carecen de una estrategia de I+D+i que les permita ampliar el abanico de innovaciones posibles. Su ausencia, también, demuestra que la innovación no es considerada como una herramienta de competitividad por los directivos.
- Como consecuencia de la innovación las constructoras mejoran su capacidad técnica. Además, se incrementa su puntuación en licitaciones públicas; la existencia de un departamento de I+D+i también mejora la imagen de la empresa.
- Se percibe una falta de conocimiento conceptual de la I+D+i en el sector.
- La gestión del conocimiento y la vigilancia tecnológica son fundamentales en los sistemas de I+D+i.
- Los requerimientos de la norma UNE 166002 son insuficientes para asegurar que los resultados en I+D+i tenga un impacto positivo en los resultados de las constructoras, dado que son incompletos en lo que respecta a la gestión del conocimiento.
- Las empresas constructoras que quieran desarrollar sistemas de I+D+i eficiente y eficaces deben establecer:
 - Una estrategia de I+D+i que priorice las fuentes y tipos de innovación según su contribución a los objetivos de la empresa.
 - Un proceso de gestión de la I+D+i que determine las actividades necesarias para llevar a buen término los proyectos de I+D+i.
 - Una organización motivada e incentivada para innovar.
 - Un sistema de I+D+i sustentado en cuatro disciplinas complementarias de la I+D+i:
 - La vigilancia del entorno (incluye la vigilancia tecnológica).
 - La gestión del conocimiento.
 - La gestión de la calidad.
 - El aprendizaje organizativo.
 - Equipos multidisciplinares para la ejecución e implantación de los proyectos de I+D+i.
 - Vínculos con sus socios tecnológicos para innovar.
- La importancia de los actores del proceso proyecto-construcción en el proceso innovador depende de la estrategia de I+D+i adoptada y del proceso de gestión implantado.

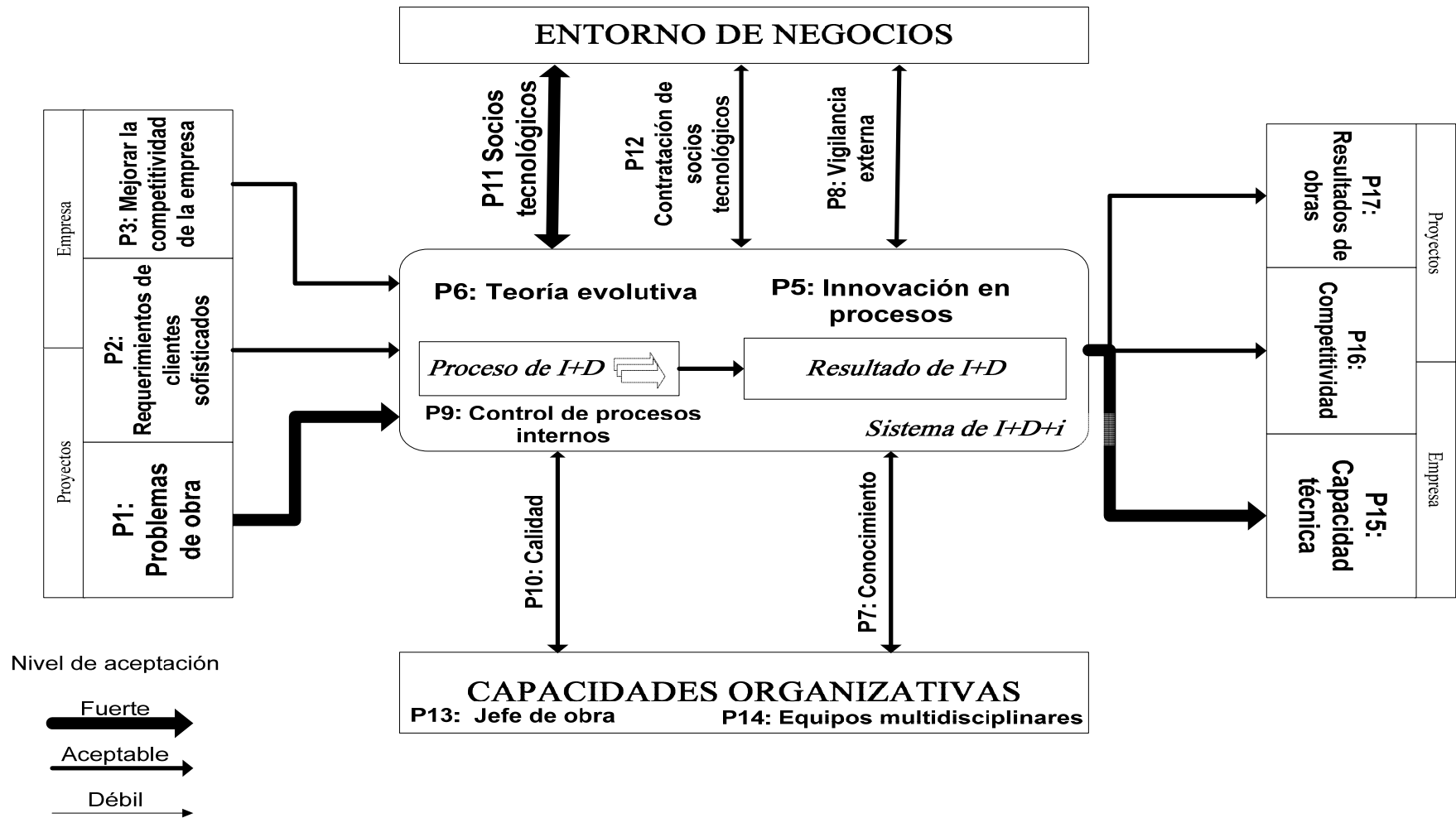


Figura 8.3. Validación del modelo GIDI modificado

- Los clientes juegan un rol fundamental en la innovación de las constructoras. Pueden forzar con sus requerimientos a las empresas a innovar o restringirla al no aceptar en sus proyectos constructivos innovaciones desarrolladas por las constructoras.
- Las constructoras no aplican las teorías del cambio para incorporar el sistema de I+D+i a sus procesos.
- Finalmente, aunque las constructoras innovan, no aprovechan todo el potencial de la I+D+i.

8.5 PROPUESTA DE ACTUACIONES

Como resultado de las conclusiones expuestas anteriormente, expresamos las siguientes propuestas de actuaciones en I+D+i:

- Entorno:
 - Potenciar la relación entre las empresas constructoras y organismos de investigación.
 - Incrementar la valoración de la innovación en las ofertas públicas.
 - Reforzar la formación en I+D+i.
 - Favorecer la adopción de sistemas de gestión del conocimiento en las empresas constructoras a través de la normalización.
 - Generar incentivos para que los clientes adopten las innovaciones desarrolladas por las constructoras.
- Organización:
 - Incrementar la vinculación con proveedores y subcontratistas.
 - Capacitar al personal en I+D+i.
 - Motivar una cultura que incentive la resolución novedosa de problemas.
 - Fomentar la participación de los jefes de obra en el proceso innovador.
- Sistema de I+D+i:
 - Fortalecer la vigilancia tecnológica en la búsqueda de aplicaciones o tecnologías de otras industrias.
 - Mejorar la gestión del conocimiento al interior de la empresa.

8.6 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Las conclusiones que se han ido vertiendo a lo largo de todo el trabajo, permiten anticipar una serie de aspectos susceptibles de ser investigados y que pueden ampliar, complementar y mejorar el trabajo realizado. Además, los temas a abordar acerca de la innovación dentro del sector de la construcción español son variados por la escasez de investigaciones existentes. Por lo tanto, las futuras investigaciones podrían considerar:

- La generalización del modelo propuesto mediante el análisis de múltiples casos de estudio.
- La gestión del conocimiento y su rol en la empresa, en especial, su integración con la calidad e I+D+i.
- El estudio de los factores que mejoren la aportación de los jefes de obra en los resultados de I+D+i, o bien que potencien la I+D+i con socios tecnológicos.
- Los procesos específicos para facilitar la implantación de los proyectos de I+D+i en obra.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Las expresiones definidas en el presente glosario lo son en el ámbito de la tesis doctoral.

AENOR: Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) es una entidad dedicada al desarrollo de la normalización y la certificación (N+C) en todos los sectores industriales y de servicios.

Afinidad: Proximidad, analogía o semejanza de una cosa con otra.

ANCI: Asociación Nacional de Constructores Independientes (ANCI) es la agrupación de empresas de la construcción de tamaño mediano o grande, que desarrollan su actividad en todos los subsectores de la Construcción, con preferencia en la contratación pública.

Aprendizaje organizativo: Se preocupa principalmente de la determinación de los mecanismos mediante los cuales las personas, grupos y organizaciones adquieren el conocimiento del exterior o bien los crean internamente e incluye la capacidad para modificar el comportamiento de la organización para reflejar los nuevos conocimientos y su entendimiento.

Auditor: Persona capacitada y experimentada que se designa por una autoridad competente, para revisar, examinar y evaluar los resultados de la gestión administrativa y financiera de una dependencia o entidad (dependencia= institución de gobierno, entidad= empresas particulares o sociedades) con el propósito de informar o dictaminar acerca de ellas, realizando las observaciones y recomendaciones pertinentes para mejorar su eficacia y eficiencia en su desempeño.

Calidad: El grado en que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos

Capacidad técnica: La aplicación de los fundamentos de la ingeniería y los conocimientos de la experiencia en el diseño, la planificación y la construcción de obras, en la asistencia de operaciones de campo y en el proceso de innovación para alcanzar de mejor forma los objetivos del proyecto u obra.

Capacidades organizativas: Rasgos de la organización que soportan la estrategia innovadora. Están relacionadas con la estructura organizacional, el tipo de liderazgo, la cultura y los recursos.

Capital intelectual: Valor resultante del conjunto de los activos intangibles creados por la empresa.

Caso de estudio: Método empírico que investiga un fenómeno contemporáneo en su contexto real, en el que los límites entre fenómeno y su contexto no están claros.

Categoría: Son conceptos surgidos de los datos que agrupan a los sucesos, objetos, acciones/interacciones de significado similar o relacionado.

Certificación: Acción y efecto de certificar.

Certificar: Hacer constar por escrito una realidad de hecho por quien tenga fe pública o atribución para ello.

CNAE: Clasificación Nacional de Actividades Económicas o CNAE de España permite la clasificación y agrupación de las unidades productoras según la actividad que ejercen de cara a la elaboración de estadísticas.

Codificación axial: Es el proceso de relacionar las categorías con sus correspondientes subcategorías según su propiedades y dimensiones. Se denomina axial porque se toma una categoría como eje y sobre ella se establece una estructura de subcategorías.

Codificación: Es el proceso de conceptualizar los datos. La codificación incluye plantear preguntas y dar respuestas provisionales (hipótesis) acerca de las categorías y sus relaciones.

- Código:** Etiqueta que asigna el investigador para identificar datos, conceptos, categorías, subcategorías o relaciones entre ellas.
- Competitividad:** Capacidad de una organización pública o privada, lucrativa o no, de mantener sistemáticamente ventajas comparativas que le permitan lograr una rentabilidad igual o superior a los rivales en el mercado.
- Conocimiento explícito:** Es aquel que resulta fácilmente transferible y accesible a través de documentos, presentaciones o bases de datos.
- Conocimiento tácito:** Es aquél que pertenece a la naturaleza personal, difícil de formalizar y comunicar, estando profundamente radicado en acciones de las personas o grupos.
- Conocimiento:** Capacidad de resolver un determinado conjunto de problemas.
- Construcción:** La erección o el montaje de grandes estructuras. El termino construcción esta muy relacionado con edificación, pero comúnmente se aplica a trabajos de erección de obras mayores como edificios, naves industriales, aeropuertos, y trabajos públicos tales como los caminos, las presas, y puentes.
- Coste:** Es el valor económico que representa la fabricación de cualquier componente o producto, o la prestación de cualquier servicio.
- Cultura organizativa:** Suma determinada de valores y normas que son compartidos por personas y grupos de una organización y que controlan la manera que interaccionan unos con otros y ellos con el entorno de la organización. Los valores organizacionales son creencias e ideas sobre el tipo de objetivos y el modo apropiado en que se deberían conseguir. Los valores de la organización desarrollan normas, guías y expectativas que determinan los comportamientos apropiados de los trabajadores en situaciones particulares y el control del comportamiento de los miembros de la organización de unos con otros
- DAFO:** Metodología de estudio de la situación competitiva de una empresa en su mercado y de las características internas de la misma, a efectos de determinar sus **Debilidades**, **Amenazas**, **Fortalezas** y **Oportunidades**; las debilidades y fortalezas son internas a la empresa; las amenazas y oportunidades son externas, y se presentan en su entorno.
- Diagrama de afinidad:** Es un método de categorización en el que los usuarios clasifican varios conceptos o ideas en función de la relación que tiene entre sí.
- Diagramas de argumentación:** estructura de argumentos que pretende distinguir los distintos elementos (premisas, razonamientos parciales y conclusión) y vínculos que componen y explican el funcionamiento de la estructura argumentativa.
- ENAC (Entidad Nacional de Acreditación):** es el organismo designado por la Administración para establecer y mantener el sistema de acreditación a nivel nacional, de acuerdo a normas internacionales, siguiendo en todo momento las políticas y recomendaciones establecidas por la Unión Europea.
- Entidad:** Se refiere al trabajo de un individuo, un grupo de trabajo, una estrategia, un programa, un producto o la organización.
- Entorno:** Factores externos que influyen en la elaboración de la estrategia de innovación y en el comportamiento innovador de la empresa.
- Epistemología:** Doctrina de los fundamentos y métodos del conocimiento científico.
- Error muestral:** Error cometido a causa de observar una muestra en lugar de la población completa.
- Estandarización:** Tipificar, ajustar a un tipo o norma.
- Estrategia:** Conjunto de acciones que se llevan a cabo para lograr un determinado fin.
- Fecoval:** Federación de Empresas de la Comunidad Valenciana Contratista de Obras de la Administración Pública.
- Gastos:** Partida contable que disminuye el beneficio o aumenta la pérdida de una entidad.

- Gestión del conocimiento:** Proceso sistemático para adquirir, organizar y comunicar conocimientos tácitos y explícitos de forma que todos los empleados puedan usarlos para mejorar su capacidad de resolución de problemas, ser más efectivos y productivos en su trabajo. De manera de contribuir a la sostenibilidad de sus ventajas competitivas.
- Inercia:** Es la persistencia firme de las formas y funciones actuales.
- Innovación de mercado:** La apertura de un nuevo mercado en un país o la implantación de una nueva estructura de mercado.
- Innovación de procesos:** La introducción o adopción de nuevos métodos de producción no experimentados en el sector correspondiente o la nueva forma de tratar comercialmente un nuevo producto.
- Innovación en la gestión:** Mejoras relacionadas con la manera de organizar los recursos para conseguir productos o procesos innovadores.
- Innovación en organización:** La implantación en la empresa de una nueva organización.
- Innovación en productos:** La introducción en el mercado de un bien o una nueva clase de bienes.
- Innovación tecnológica:** Actividad de incorporación, en el desarrollo de un nuevo producto o proceso, de tecnologías básicas existentes y disponibles en el mercado.
- Innovación:** Actividad cuyo resultado es la obtención de nuevos productos o procesos, o mejoras sustancialmente significativas a las existentes.
- Investigación:** Indagación original y planificada que persigue descubrir nuevos conocimientos y una superior comprensión en el ámbito científico o tecnológico.
- Jefe de obra:** Es el representante técnico del constructor en la obra. Por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
- Mandante:** Es la persona que encarga a otra, por medio de un contrato de mandato, la construcción de una obra por cuenta de la primera.
- Mapa conceptual:** Gráfico que organiza y representa el conocimiento
- Mapas mental:** Es un diagrama usado para representar las palabras, ideas, tareas, u otros conceptos ligados y dispuestos radialmente alrededor de una palabra clave o de una idea central.
- Momentos de la verdad:** Instantes de interacción del cliente con las realidades de las operaciones.
- Norma:** Documento de aplicación voluntaria que contiene especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico.
- Normalización:** Regularizar o poner en orden lo que no lo estaba.
- Ontología:** Parte de la metafísica que trata del ser en general y de sus propiedades trascendentales.
- PAC (Plan de Aseguramiento de la Calidad):** Documento que define y describe todos aquellos requisitos que la constructora ha de cumplir para desarrollar con eficacia y corrección las tareas de ejecución de la obra objeto de un determinado contrato.
- Patente:** Conjunto de derechos exclusivos garantizados por un gobierno o autoridad al inventor de un nuevo producto (material o inmaterial) susceptible de ser explotado industrialmente para el bien del solicitante de dicha invención (como representante por ejemplo) durante un espacio limitado de tiempo (generalmente veinte años desde la fecha de solicitud).
- Proceso de gestión de la I+D+i:** Secuencia de actividades requeridas para: orientar el proceso de innovación; detectar oportunidades de innovación; facilitar el desarrollo de las actividades de I+D y proyecto de I+D+i; gestionar el conocimiento generado en los proyectos de I+D+i y proteger los resultados de los proyectos de innovación de la empresa.

- Proceso de innovación:** La sucesión de actividades necesarias para transformar una idea en innovación.
- Proceso proyecto-construcción:** Serie de pasos que permiten cumplir uno o varios objetivos determinados “a priori” para un proyecto de construcción. El diseño llevado a la práctica se materializa, generalmente, en la construcción de una infraestructura que se pone en uso y explotación para beneficio del promotor y de los usuarios.
- Proceso:** Conjunto de recursos y actividades interrelacionados que transforman elementos de entrada en elementos de salida.
- Producto:** Es resultado de un proceso.
- Promotor:** Persona física o jurídica que decide, impulsa, programa y financia una obra de edificación.
- Protocolo:** Documento que recoge el propósito de la investigación, las preguntas del estudio; los procedimientos para la realización del caso de estudio; tipo de documentación que sería conveniente consultar; las reglas para la recolección y análisis de los datos de la empresa y, así mismo, guía la redacción de las conclusiones del caso de estudio.
- Proyecto:** Proceso único que consiste en un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y fin, llevadas a cabo para lograr un objetivo conforme con requisitos específicos, los cuales incluyen los compromisos de plazos, costes y recursos.
- Recursos intangibles:** En esta categoría se incluyen recursos como conocimiento, equipo humano, la clientela, la imagen, etc. Se caracterizan porque suelen permanecer invisible en la información contable, debido principalmente a la dificultad de su valoración.
- Recursos tangibles:** Recursos que se encuentran identificados en los balances de las empresas.
- Rendimiento innovador:** Resultados deseado en I+D+i efectivamente obtenido por la unidad que realiza la actividad, donde el término unidad se refiere al sistema de gestión de I+D+i de la organización.
- Representaciones gráficas:** Gráficos generados por el programa ATLAS.ti para representar las relaciones creadas entre los diferentes componentes de la unidad hermenéutica.
- Requisito:** Necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.
- Sistema de gestión documental:** El conjunto de normas, técnicas y prácticas usadas para administrar el flujo de documentos de todo tipo en una organización, permitir la recuperación de información desde ellos, determinar el tiempo que los documentos deben guardarse, eliminar los que ya no sirven y asegurar la conservación indefinida de los documentos más valiosos, aplicando principios de racionalización y economía.
- Sistema de I+D+i:** Parte del sistema general de gestión que incluye la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener al día la política de I+D+i de la organización
- Sistema de información:** Conjunto de elementos materiales y humanos relacionados para la satisfacción de las necesidades de información de una organización.
- Tecnología de la información:** aquellas herramientas y métodos empleados para recabar, retener, manipular o distribuir información. Normalmente, esta se encuentra asociada con las computadoras y las tecnologías afines aplicadas a la toma de decisiones.
- Tecnología de la construcción:** La combinación de métodos, recursos y trabajo para definir la manera en que se ejecuta una operación.
- Tecnología:** El conjunto de conocimiento e información propios de una actividad que pueden ser utilizados en forma sistemática para el diseño, desarrollo, fabricación y comercialización de productos, o la prestación de servicios, incluyendo la aplicación adecuada de las técnicas asociadas a la gestión global.

Teoría de recursos y de capacidades: La competitividad de una empresa depende de su habilidad para combinar y gestionar adecuadamente sus recursos para generar capacidades distintivas (también llamadas competencias fundamentales) a largo plazo.

Teoría fundamentada de datos (TFD): Metodología que analiza sistemáticamente datos cualitativos para obtener un profundo conocimiento del fenómeno bajo estudio.

Triangulación: Consiste en obtener evidencias de más de una fuente que converja sobre los mismos hechos, es decir, recoger múltiples medidas sobre un mismo hecho.

Suceso: Es una tarea o actividad relevante para comprender y explicar el fenómeno en estudio.

Unidad de análisis: Es el objeto investigado.

Unidad hermenéutica: Nombre que recibe la base de datos de documentos o evidencias en el programa ATLAS.ti.

Validación: Es el aseguramiento de la validez de una investigación.

Validez: Es la cualidad que hace creíble y da testimonio del rigor con que se realizó una investigación. La validez implica relevancia del estudio con respecto a sus objetivos, así como coherencia lógica entre sus componentes.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

Libros

- Andreu R., Ricart J. E., Valor J. (1997) “La organización en la era de la información”. Instituto de Estudios Superiores de la Empresa, Ed. McGraw-Hill, Madrid.
- Altov H. (1997). “De pronto apareció el inventor: TRIZ (teoría de resolución de problemas inventivos)”. Ed. Internet Global, Valencia.
- Back J. (2000) “Gestión del conocimiento”. Ed. AENOR, Madrid.
- Badia A., Bellido S. (1999) “Técnicas para la gestión de la calidad”. Ed. Tecnos S.A., Madrid.
- Beer M., Nohria N. (2000) “Breaking the code of change”. Harvard Business School Press, Boston.
- Benavides C., Quintana C. (2003) “Gestión del conocimiento y calidad total”. Ediciones Díaz Santos, Madrid.
- Brunning H., Cole C., Huffington C. (1997) “A manual of organizational development: the psychology of change”. Ed. Karnac Books, Londres.
- C.A. Montgomery (1995) “Resource based and evolutionary theories of the firm: toward a synthesis”. Kluwer Academic Publisher, Boston.
- Campero M., Alarcón L. (2003) “Administración de proyectos civiles”. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.
- Castro E., Fernández de Lucio I. (2001) “Innovación y sistemas de innovación”. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Cea M. (2004) “Métodos de encuesta: teoría y práctica, errores y mejora”. Editorial Síntesis, Madrid.
- Cianfrani A., Tsiakals J., Jack J. (2002) “ISO 9001:2000 comentada”. Ed. AENOR, Madrid.
- Club Excelencia en Gestión (2006) “Marco de referencia de innovación”. Ed. COTEC, Madrid.
- Cohen D. (2007) “Las claves del cambio: una guía de campo”. Ed. Deusto, Barcelona.
- Coller X. (2005) “Estudio de casos”. Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid.
- Comisión Europea (1995) “Libro verde de la innovación”. Comisión Europea, Bruselas.
- Drucker P. (1986) “La innovación y el empresario innovador”. Edhasa, Barcelona.
- Escorsa P., Valls J. (2003) “Tecnología e innovación en la empresa”. Ed. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.
- Fayol H. (1916) “Administration générale et industrielle”. Societe de l'Industrie Minerale, París.
- Fernandez M. (1991) “Introducción a la gestión: management”. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Ferrado G., Sanmartín R. (1986) “La observación científica y la obtención de datos sociológicos”. Ed. Alianza Universidad, Madrid.
- Gaynor G. (1999) “Manual de gestión en tecnología: una estrategia para la competitividad de las empresas”. McGraw-Hill Interamericana, S.A., Colombia.
- Gann D. M. (2000) “Building innovation: complex constructs in a changing word”. Thomas Telford, Londres.
- Hakanson, L. (1987) “Industrial technological development: a network approach”. Ed. Croom Helm. Londres.
- Harman C., Brelade S. (2000) “Knowledge management and the role of HR: securing competitive advance in the knowledge economy”. Financial Times Prentice-Hall, Harlow, U.K.
- Hernández R., Fernández-Collado C., Baptista P. (2006) “Metodología de la investigación”. Ed. McGraw-Hill Interamericana, México.

- Iratxe A., Ruiz J., Melgosa L. (1998) "Como elaborar un proyecto de investigación social". Cuadernos Monográficos del ICE, Nº 7.
- Jones M., Saad M. (2003) "Manging innovation in construction". Thomas Telford, Londres.
- Kotter J. (2001) "Gestión del cambio". Ed. Deusto, Bilbao.
- Lévy J., Varela J (2003) "Análisis multivariante para las ciencias sociales". Ed. Pearson Educación, Madrid.
- Lewin K (1951) "Field theory in social science". Harper & Row, Nueva York.
- Little A. D. (1985) "From vision to reality: managing innovation". Cambridge, Mass.
- Lorenzo J. (2004) "El cambio de las organizaciones: un modelo dinámico e integrador". Universidad de Cadiz, Cadiz.
- M. S. Poole, A. H. Van de Ven (2004) "Handbook of organizational change and innovation". Ed Oxford University Press, Nueva York.
- Manseau A., Shields R. (2005) "Building tomorrow: innovation in construction and engineering". Ashgate Publishing, Londres.
- Molina H. (1995) "La innovación tecnológica y sus implicaciones estratégicas empresariales: un enfoque descriptivo". Institut de Cultura Juan Gil-Albert, Valencia.
- Montgomery (1995) "Resource based and evolutionary theories of the firm: toward a synthesis". Kluwer Academic Publisher, Boston.
- Muhr T. (2004) "User's manual for ATLAS.ti 5.0.2". Scientific Software Development, Berlín.
- Muñoz-Seca B., Riverola J. (2003) "Del buen pensar y mejor hacer: mejora permanente y gestión del conocimiento". Ed. McGraw-Hill, Madrid.
- Nelson R. R., Winter S. G. (1982) "An evolutionary theory of economic change". The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Nieto J. (2007) "Y tú..., ¿innovas o abdicas?". Editorial Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Nonaka I., Takeuchi H. (1999) "La organización creadora de conocimiento: cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación". Ed. Oxford University Press México, México.
- Ontoria A., Gomez J., Luque A. (2002) "Aprender con mapas mentales: una estrategia para pensar y estudiar". Ediciones Narcea, Madrid.
- Organization for Economic Co-operation and Development (2005) "Oslo manual: guidelines for collecting and interpreting innovation". Tercera edición, OECD Publications, París.
- Patton M. (1987) "How to use qualitative methods in evaluation". Sage Publications, Londres.
- Pavon J., Hidalgo A. (1997) "Gestión e innovación: un enfoque estratégico". Ed. Pirámide, Madrid.
- Pellicer E. (2007) "Gestión de empresas consultoras". Master Universitario en Consultoría de Ingeniería Civil, Valencia.
- Pellicer E; Sanz A.; Catalá J (2004) "El proceso proyecto-construcción". Ed. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Pérez J. A. (1991) "Teoría de la acción humana en las organizaciones: la acción personal". Ed. Rialp, Madrid.
- Peters T., Waterman R. H. (1982) "In search of excellence: lessons from America's best run companies". Harper and Row, Nueva York.
- Pfeffer J (1982) "Organizations and organization theory". Ballinger Publishing Co, Cambridge.
- Poole M. S., Van de Ven A. H. (Eds.) (2004) "Handbook of organizational change and innovation". Ed Oxford University Press, Nueva York.
- Porter M. (1980) "Competitive strategy: techniques for analyzing industries and competitors". The Free Press, Nueva York.

- Porter M. (1990). "The competitive advantage of nations". Ediciones Free Press, Nueva York.
- Pumpin C., García, S. (1988) "Cultura empresarial". Ediciones Díaz de Santos, Madrid.
- Scarborough H., Swan J., Preston J. (1999) "Knowledge management: a literatura review". Institute of Personal and Development, Londres.
- Senlle A., Stoll G. (1994) "Calidad total y normalización: ISO 9000. Las normas para la calidad en la práctica". Ed. Gestión 2000, Barcelona.
- Vallés M (2003) "Técnicas cualitativas de investigación social". Síntesis Sociología, Madrid.
- Vasilachis de Gialdino (editor) (2006). "Estrategias de investigación cualitativa". Ed. Gedisa S.A., Barcelona.
- Velasco J. (2005) "Gestión de la calidad: mejora continua y sistemas de gestión". Ediciones Pirámide, Madrid.
- Walton D. (2006) "Fundamentals of critical argumentation". Cambridge University Press, Nueva York.
- Yin R. (2003) "Case study research: design and methods". Sage Publications, Londres.

Publicaciones periódicas

- Abernathy W., Clark K. (1985) "Innovation: mapping the wids of creative destruction". Research Policy, 14(1), pp. 3-22.
- Aldama E. (2005) "Presentación de la plataforma: hacia el 2030. innovación y cambio eficiente en el sector de la construcción". Revista de Obras Publicas, Nº 3409, pp. 9-10.
- Anderson F., Manseu A. (1999) "A systemic app.roach to generation/transmission/use of innovation in construction activities". Third International Conference on Technology Policy and Innovation: Global Knowledge Partnership-Creating Value for the 21st Century, Austin.
- Andreu R., Sierber S. (1999) "La gestión integral del conocimiento y el aprendizaje". Economía Industrial, 326, pp. 63-72.
- Barlow J. (2000) "Innovation and learning in complex offshore construction projects". Research Policy, 29 (7-9), pp. 973-989.
- Barret P., Sexton M. (2006) "Innovation in small, project-based construction firms". British Journal of Management, 17(4), pp. 331-346.
- Beer M., Eisenstat R., Spector B. (1990) "Why change don't produce change". Harvard Business Review, 68(6), pp. 158-166.
- Beijerse R. P. (1999) "Questions in knowledge management: defining and conceptualizing a phenomenon". Journal of Knowledge Management, 3 (2), pp. 34-104.
- Blackley D., Shepard E. (1996) "The difusión of innovation in home building". Journal of Housing Economic, 5(4), pp. 303-322.
- Blayse A. M., Manley K. (2004) "Key influences on construction innovation". Construction innovation, 4(3), pp. 143-154.
- Bonache J. (1999) "El estudio de casos como estrategia de construcción teórica: características, críticas y defensas". Cuadernos de Economía y Dirección de Empresas, nº 3, pp. 131-148.
- Bossink B. (2002) "The development of co-innovation strategies: stages and interaction patterns in interfirm innovation". R&D Management, 32 (4), pp. 311-320.
- Bossink B. (2004) "Managing drivers of innovation in construction networks". Journal of Construction Engineering and Management, 130(3), pp. 337-345.
- Bresnem M., Edelmam L., Newell S., Scarborough H., Swan, J. (2003) "Social practices ans management of knowledge in project enviroments". Internacional Journal of Project Management, 21 (3), pp. 157-166.

- Bretón P., Hulbert J.M., Pit L.F. (1999) "To server or create? Strategic orientations toward customer and innovation". *California Management Review*, 42 (1), pp. 37-58.
- Bueno Campos E. (1998) "El capital intangible como clave estratégica en la competencial actual". *Boletín de Estudios Económicos*, 164 (52), pp. 207-229.
- Bushe G. R. (1988) "Cultural contradictions of statistical process control in American manufacturing organizations". *Journal of Management*, 14 (1), pp. 19-31.
- Cainarca G.C., Colombo M.G., Mariotti S. (1989) "An evolutionary pattern of innovation difusión: the case of flexible automation". *Research Policy*, 18, pp. 59-86.
- Capilla F. (2005) "La plataforma tecnológica española de construcción". *Revista de Obras Públicas*, 3457, pp. 47-50.
- Carrillo P., Chinowsky P. (2006) "Exploiting knowledge management: the engineering and construction perspective". *Journal of Management in Engineering*, 22 (1), pp. 2-10.
- Correa C., Yepes V., Pellicer E. (2006) "Factores determinantes y propuesta para la gestión de la innovación en las empresas constructoras". *Revista Ingeniería de la Construcción*, 22(1), pp. 5-14.
- Crossan M., Lane H., White R. (1999) "An organizational learning framework: from institution to institution". *Academy of Management Review*, 24 (3), pp. 522-537.
- 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., Artuk S. U. (2005) "Integrated framework to investigate value innovations". *Journal of Management in Engineering*, 21 (2), pp. 81-89.
- Doz Y. L., Olk P.M., Smith Ring P. (2000) "Formation processes of R&D consortia. Which path to take: where does it lead?". *Strategic Management Journal*, 21, pp. 239-266.
- Drejer A. (2002) "Situation for innovation management: toward a contingency model". *European Journal of Innovation Management*, 5(1), pp. 4-17.
- Druker P. (1994) "The theory of the business". *Harvard Business Review*, 72 (5) pp. 95-104.
- Dubois A., 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.
- Dulaimi M. (1995) "The challenge of innovation in construction". *Building Research and Information*, 23 (2), pp. 106-109.
- Dulaimi M., Nepal M., Park M. (2005) "A hierarchical structural model of assessing innovation and project performance". *Construction Management and Economics*, 23(6), pp. 565-577.
- Earl M. (2001) "Knowledge management strategies: toward a taxonomy". *Journal of Management Information System*, 19 (1), pp. 215-233.
- Eaton D. (2001) "A temporal typology for innovation within the construction industry". *Construction Innovation*, 1(3), pp. 165-179.
- Edum-Fotwe F.T., Giba A.G.F., Benford-Miller M. (2004) "Reconciling construction innovation and standardisation on major projects". *Engineering, Construction and Architectural Management*, 11 (5), pp. 366-372.
- Eisenhardt K. (1989) "Building theories from case study research". *Academy of Management Review*, 14(4), pp. 532-550.
- Erdogan B., Anumba C.J., Bouchlodge D., Nielsen Y. (2008) "Collaboration environment for construction: implementation case studies". *Journal of Management in Engineering*, 24 (4), pp. 234-244.
- Estefanía S. (2005) "Industria e innovación en el sector de la construcción". *Revista de Obras Públicas*, 3457, pp. 71-74.
- Gann D. (1997) "Should governments fund construction research?". *Building Research and Information*, 25 (5), pp. 257- 267.

- Gann D. M., Salter A. (1998) "Learning and innovation management in project-based, service-enhanced firms". *International Journal of Innovation Management*, 2(4), pp. 431-454.
- Gann D. M., Wang Y., Hawkins R. (1998) "Do regulations encourage innovation? The case of energy efficiency in housing". *Building Research and Information*, 26(4), pp. 280-296.
- Gann D., Salter A. (2000) "Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and system". *Research Policy*, 29 (7-8), pp. 955-972
- García A. (2005) "Fomento de la I+D+i". *Rutas*, 111, p. 3.
- Garvi D. A. (2000) "Building a learning organization". *Harvard Business Review*. July-August 1993. pp. 78-91.
- Gemünden H.G.; Heydebreck, P.; Herden, R. (1992) "Technological interweavement: amenas of achieving innovation suces". *R&D Management*, 22 (4), pp. 359-376.
- González-Mayo H. (2005) "Construcción sostenible e I+D+i". *Revista de Obras Públicas*, 3457, pp. 87-88.
- Grandori A., Soda G. (1995) "Inter-firm networks: antecedents, mechanisms and forms". *Organization Studies*, 16 (2), pp. 183-214.
- Groåk S. (1994) "Is construction an industry?". *Construction Management and Economics*, 12, pp. 287-293.
- Hackman J. R., Wageman R. (1995) "Total quality management: Empirical, conceptual and pactical issues". *Administrative Science Quaterly*, 40 (2), pp. 309-342.
- Hannan M. T., Freeman J. (1977) "The population of ecology of organizations". *American Journal of Sociology*, 82 (5), pp. 929-964.
- Hardie M., Miller G., Manley K., 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*, 31 de Julio al 4 de Agosto, Portland.
- Hartmann A. (2006) "The context of innovation management in construction firms". *Construction Management and Economics*, 24(6), pp. 567-578.
- Henderson R.M., Clark K.B. (1990) "Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms". *Administrative Science Quarterly*, 35, pp. 9-30.
- Kamara J., Augenbroe G. (2002) "Knowledge management in the architecture, engineering and construction industry". *Construction Innovation*, 2, pp. 53-67.
- Kangari R., Miyatake Y. (1997) "Developing and managing innovative construction technologies in Japan". *Journal of Construction Engineering and Management*, 123(1), pp.72-78.
- Keegan A., Turner R. (2002) "The management of innovation in project-based firms". *Long Range Planning*, 35 (4), pp. 367-388.
- Klein K. J., Sorra J. S. (1996) "The challege on innovation implementation"; *Academy of Management Review*, 21(4), pp. 1055-1080.
- Kline S. (1985) "Innovation is not a linear process". *Research Management*, 28 (4), pp. 36-45.
- Kondo Y. (2000) "Innovation versus standardization". *The TQM Magazine*, 12 (1), pp. 6-10.
- Koskela L., Vrijhoef R. (2001) "Is the current theory of construction a hidrance to innovations?". *Building Research and Information*, 29(3), pp. 197-207.
- Kotter J. (1995) "Leading change: why transformation efforts fail". *Harvard Business Review*, 73(2), pp. 59-67.
- Kumaraswany M., Dulaimi M. (2001) "Empowering innovative improvement through creative construction procurement". *Engineering Construction and Architectural Management*, 8 (5-6), pp. 325-335.

- Kumaraswamy M., Shrestha G. B. (2002) "Targeting technology exchange for master organizacional and industry development". *Building Research and Information*, 30 (3), pp. 183-195.
- Laborde M., Sanvido, V. (1994) "Introducing new process technologies into construction companies". *Journal of Construction Engineering and Management*, 120 (3), pp.488-508.
- Ling Y. (2003) "Managing the implementation of construction innovations". *Construction Management and Economics*, 21(6), pp. 635-649.
- Marquis D. (1969) "The anatomy of succesful innovations". *Innovation*, 1(7), pp. 42-50.
- Millar R., Hobday M., Leroux-Demes T., Olleros X. (1995) "Innovation in complex system industries: the case of flight simulation". *Industrial and Corporate Change*, 4(2), pp. 363-400.
- Mintzeberg H. (1984) "Power and organization life cycles". *Academy of Management Review*, 9 (2), pp. 207-224.
- Miozzo M., Dewick P. (2002) "Building competitive advantage: innovation and corporate governance in European construction". *Research Policy*, 31(6), pp. 989-1008.
- Mitropoulos P., Tatum C.B. (1999) "Forces driving adoption of new technologies". *Journal of Construction Engineering and Management*, 126(5), pp. 340-348.
- Monjo J. (2005) "La innovación en la construcción: realidades de los últimos 10 años". *Revista de Obras Públicas*, 3457, pp. 57-60.
- Nam C. H., Tatum C. B. (1989) "Major characteristic of constructed products and resulting limitations of construction technology". *Construction Management and Economics*, 6(2), pp. 133-148.
- Nam C. H., Tatum, C. B. (1989) "Toward understanding of product innovation process in construction". *Journal of Construction Engineering and Management*, 115(4), pp. 517-533.
- Nam C. H., Tatum, C. B. (1997) "Leaders and champions for construction innovation". *Construction Management and Economics*, 15(3), pp. 259-270.
- Navarro I. (2005) "Normalización y certificación de proyectos y sistemas de gestión de I+D+i". *Revista Técnica Industrial*, 256, pp. 38-45.
- Nelson R.R., Winter S.G. (1977) "In search of a useful theory of innovation". *Research Policy*, 6, pp. 36-76.
- Nonaka I. (1994) "A dynamic theory of organizacional knowledge creation". *Organization Science*, 5 (1), pp. 14 – 37.
- Nonaka I., Toyama R., Cono N. (2000) "SECI, Ba and leardhship: a unified model of dynamic knowledge creation". *Long Range Planning*, 33, pp. 5-34.
- O'Leary D. E. (2001) "How knowledge reuse informs effective system design and implementation". *IEEE-Intelligent Systems and Their Applications*, 16 (1), pp. 44-99.
- Oliver A. L., Ebers, M. (1998) "Networking network studies: an análisis of conceptual configuration in the study of inter-organizacional relationships". *Organization Studies*, 19 (4), pp. 549-583.
- Osborn R.N., Hagedoorn, J. (1997) "The institutionalization and evolutionary dynamics of interorganizacional alliances and networks". *Academy of Management Journal*, 40 (20), pp. 261-278.
- Otley D., Berry A.T. (1994) "Case study research management accounting and control". *Management Accounting Research*, 5, pp. 46-65.
- Park M., Nepal M. P., Dulaimi M. F. (2004) "Dynamic modeling for construction innovation". *Journal of Management in Engineering*, 20(4), pp. 171-177.
- Paulson B. (1985) "Automation and robotics for construction". *Journal of Construction Engineering and Management*, 111(3), pp. 133-148.

- Pellicer E., Yepes V., Correa Ch. (2006) "Challenges of standardising the innovation management in the Spanish construction industry". *Internacional Council for Research and Innovation in Building and Construction*, 26-29 de Noviembre, Dubai.
- Pellicer E.; Yepes V.; Correa Ch. (2008) "Enhancing R&D&I through standardization and certification: the case of Spanish construction industry". *Revista Ingeniería de Construcción*, 23 (2), pp. 112-119.
- Pérez-Fadón S. (2005) "Ejemplos de I+D+i en la construcción". *Revista de Obras Públicas*, 3457, pp. 51-54
- Pheng L. S., Wee D. (2001) "Improving maintenance and reducing building defects through ISO 9000". *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 7(1), pp. 6-24.
- Porter M. (1996) "What is strategy?". *Harvard Business Review*, 74 (6), pp. 61-78.
- Prajogo D., Sohal A. (2006) "The integration of TQM and technology/R&D management in determining quality and innovation performance". *Omega*, 34(3), pp. 296-312.
- Pries F., Dorée A. (2005) "A century of innovation in the Dutch construction industry". *Construction Management and Economics*, 23(6), pp. 561-564.
- Pries F., Janszen F. (1995) "Innovation in the construction industry: the dominant role of the environment". *Construction Management and Economics*, 13 (1), pp. 43-51.
- Prencipe A., Tell F. (2001) "Inter-project learning: process and outcomes of knowledge codification in project-based firms". *Research Policy*, 30, pp. 1373-1394.
- Quinn J. B. "Strategic change: logical incrementalism". *Sloan Management Review*, 20 (1), pp. 7-21.
- Quinn, J. B. (1985) "Managing innovation: controlled chaos." *Harvard Business Review*, 63(3), 73-84.
- Reger R. K., Gustafson L. T., De Marie S. M., Mullane J. V.(1994) "Reframing the organization: why implementing total quality is easier said than done". *Academy of Management Review*, 19 (3), pp. 565-584.
- Reichstein T., Salter A., Gann, D. (2005) "Last among equals: a comparison of innovation in construction, services and manufacturing in the UK". *Construction Management and Economics*, 23, pp. 631-644.
- Ronbinson H., Carrillo P., Al-Ghassani A. (2005) "Knowledge management practices in large construction organization". *Engineering, Construction and Architectural Management*, 12 (5), pp. 431-445.
- Rothwell R., Dogson M. (1991) "External linkages and innovation in small and medium-sized enterprise". *R&D Management*, 21(2), pp. 125-137.
- Schinder M., Eppler M. (2003) "Harvesting project knowledge: a review of project learning methods and success factor". *Internacional Journal of Project Management*, 21, pp. 219-228.
- Schmookler J. (1952). "The changing deficiency of American economy, 1869-1938". *Review of Economic and Statistics*, 34, pp. 214.
- Seaden G., Goulla M., Douxtriaux J., Nash J. (2003) "Strategic decisions and innovation in construction firms". *Construction Management and Economics*, 21 (6), pp. 603-612.
- Sexton M., Barret P, Aouad G. (2006) "Motivating small construction companies to adopt new technology". *Building Research and Information*, 34(1), pp. 11-22.
- Sexton M., Barret P. (2003) "A literatura synthesis of innovation in small construction firms: insights, ambiguities and question". *Construction Management and Economics*, 21(6), pp. 613-622.
- Sexton M., Barret P. (2003) "Appropriate innovation in small construction firms". *Construction Management and Economics*, 21(6), pp. 623-633.
- Shenhar A. J., Dvir, D. (1996) "Toward a typological theory of project management". *Research Policy*, 25, pp. 607-632.

- Simon H. (1991) "Bounded rationality and organizacional learning". *Organizational Science*, 2 (1), pp. 125-134.
- Slaughter E. S. (1998) "Models of construction innovation". *Journal of Construction Engineering and Management*, 124 (3), pp. 226-231.
- Slaughter E. S., (2000) "Implementation of construction innovations". *Building Research and Information*, 28 (1), pp. 2- 17.
- Slaughther S. (1993) "Builders as source of construction innovation". *Journal of Construction Engineering and Management*, 119 (3), pp. 532-549.
- 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. (1987). "Process of innovation in construction firms". *Journal of Construction Engineering and Mangement*, 113 (4), pp. 648-663.
- Tatum C. B. (1989) "Managing for increased desing and construction innovation". *Journal of Management in Engineering*, 5 (4), pp. 385-399.
- Tatum C. B. (1989) "Organizing to increase innovation in construction firms". *Journal of Construction Engineering and Management*, 115 (4), pp. 602-617.
- Tatum, C. B. (2005) "Building better: technical supp.ort for construction". *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(1), pp. 23-32.
- Tidd J. (1995) "Development of novel products through intraorganizational and interorganizational networks: the case of home automation". *Journal of Product Innovation Management*, 12 (4), pp. 307-322.
- Tucker R. L., Borchering J. D. (1977) "Constructor attitudes in construction firms". *Journal of Construction Engineering and Management*, 115 (4), pp. 602-617.
- Utterback J. M. (1974) "Innovation in industry and difusión of technology". *Science*, 183, pp. 658-662.
- Van de Ven A.H., Poole, M.S. (1995) "Explaining development and change in organizations". *Academy of Management Review*, 20 (3), pp.510-540.
- Veshosky D. (1998) "Managing innovation information in engineering and construction firms". *Journal of Management in Engineering*, 14 (1), pp. 58-66.
- Villar-Mir J. (2001) "I+D+i en el sector de la Construcción". *Revista de Obras Publicas*, 3409, pp. 7-29
- Weick K (2001) "The nontradicional quality of organizacional learning". *Organizacion Science*, 2 (1), pp. 116-124.
- Winch G. (1998) "Zephyrys of creative destruction: understanding the management of innovation in construction". *Building Research and Information*, 26(4), pp. 268-279.
- Winch G. M. (2000) "Innovativeness in British and French construction: the evidence from transmanche-link" *Construction Management and Economics*, 18 (7), pp. 807-818.
- Yepes V., Pellicer E., Correa Ch. (2006) "Standardizing the innovation in the Spanish construction industry". X Congreso Internacional de Ingeniería de proyectos, 13-15 de septiembre, Valencia.
- Zollo M., Winter S. (2002) "Deliberate learning and evolution of dinamic capabilities". *Organizacion Science*, 2 (1), pp. 116-124.

Tesis y DEAs

- Carvajal G. I. (2005) "Marco teórico y estado del conocimiento de la seguridad y salud laboral: evolución de la investigación aplicada al sector de la construcción". Diploma de Estudios Avanzados, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

- Ruiz A. (2003) “Determinantes y consecuencias de la innovación organizacional: una aproximación desde la perspectiva de la calidad total”. Tesis doctoral, Universidad de Granada, Granada.
- Malafaia C. (2007) “From paper parks to real conservation: case studies of national park management effectiveness in Brazil”. Tesis doctoral, Universidad Estatal de Ohio, Ohio.
- Ayuso A. (2001) “La elección de los modelos de costes de calidad: un análisis cualitativo”. Tesis Doctoral, Universidad de Valencia, Valencia.
- Cordero N. (2004) “El cambio organizacional en el sector público: estudio de caso de dependencia municipal”. Tesis doctoral, Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico.
- Mohamed Y. (2002) “A framework for systematic improvement of construction system”. Tesis Doctoral, Universidad de Alberta, Edmonton.
- Blue J. (1986) “Rebuilding theories of technology acceptance: a qualitative case study of physicians’ acceptance of technology”. Tesis doctoral, Universidad de la Mancomunidad de Virginia, Richmond.
- Srivannaboon S. (2005) “Linking project management whit business strategy”. Tesis doctoral, Universidad Estatal de Portland, Portland.
- Mojahed S. (2005) “A project improvement system for effective management of construction projects”. Tesis doctoral, Universidad Estatal de Louisiana, Louisiana.
- Mitroupoulos P. (1996) “Technology adoption decisions in construction organizations”. Tesis doctoral, Universidad de Stanford, Stanford.

Normas

- AENOR (1993) “Normalización y certificación conceptos básicos”. Ed. AENOR, Madrid.
- AENOR (1999) “UNE 66920-2 Sistema de gestión del diseño-parte 2: guía para la gestión del diseño en servicios”. Ediciones AENOR, Madrid.
- AENOR (2000) “UNE-EN ISO 9000 Sistema de gestión de la calidad: fundamentos y vocabulario”. Ed. AENOR, Madrid.
- AENOR (2000) “UNE-EN ISO 9000:2000 Sistemas de gestión de la calidad: fundamentos y vocabulario”. Ed. AENOR, Madrid.
- AENOR (2001) “UNE 66920-4 “Sistema de gestión del diseño-parte 4: guía para la gestión del diseño en la construcción”. Ediciones AENOR, Madrid.
- AENOR (2003) “UNE 166003 EX:2003 Gestión de la I+D+i: competencia y evaluación de auditores de proyectos de I+D+i”. Ediciones AENOR, Madrid.
- AENOR (2003) “UNE 166004 EX:2003 Gestión de la I+D+i: competencia y evaluación de auditores de sistemas de gestión de I+D+i”. Ediciones AENOR, Madrid.
- AENOR (2004) “UNE 166005 IN:2004. Gestión de la I+D+i: guía de aplicación de la norma UNE:166002 EX:2002 al sector de bienes de equipo”. Ediciones AENOR, Madrid.
- AENOR (2006) “UNE 166000:2006 Gestión de la I+D+i: terminología y definiciones de las actividades de I+D+i”. Ed. AENOR, Madrid.
- AENOR (2006) “UNE 166001:2006 Gestión de la I+D+i: requisitos de un proyecto de I+D+i”. Ed. AENOR, Madrid.
- AENOR (2006) “UNE 166002:2006. Gestión de la I+D+i: requisitos del sistema de gestión de la I+D+i”. Ed. AENOR, Madrid.
- AENOR (2006) “UNE 166006 EX:2006. Gestión de la I+D+i: sistemas de vigilancia tecnológica”. Ediciones AENOR, Madrid.
- British Standard (1999) “BS 7000-1, Desing management system-part 1: guide to managing innovation”. Edition BS, Londres.

- Instituto Portugues de la Calidad (2007) “NP 4456:2007 Gestão da investigação, desenvolvimento e inovação (IDI). Terminologia e definições das actividades de IDI”. Instituto Portugues de la Calidad, Caparica.
- Instituto Portugues de la Calidad (2007) “NP 4457:2007 Gestão da investigação, desenvolvimento e inovação (IDI). Requisitos do sistema de gestão da IDI”. Instituto Portugues de la Calidad, Caparica.
- Instituto Portugues de la Calidad (2007) “NP 4458:2007 Gestão da investigação, desenvolvimento e inovação (IDI). Requisitos de um projecto de IDI”. Instituto Portugues de la Calidad, Caparica.
- Instituto Portugues de la Calidad (2007) “NP 4461:2007 Gestão da investigação, desenvolvimento e inovação (IDI). Competência e avaliação dos auditores de sistemas de gestão da IDI e dos auditores de projectos de IDI”. Instituto Portugues de la Calidad, Caparica.

Informes

- Checa A. (1997) “Sector de la construcción: Documento COTEC sobre necesidades tecnológicas”. COTEC. Consultado el 30 de Mayo de 2006 en <http://www.cotec.es/>.
- Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (2003) “Plan nacional de investigación científica, desarrollo e innovación tecnológica 2004-2007: áreas prioritarias”. Ministerio de Ciencia y Tecnología, Madrid.
- Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (2007) “Plan nacional de investigación científica, desarrollo e innovación tecnológica 2008-2011”. Ministerio de Ciencia y Tecnología, Madrid.
- COTEC (2000) “Informe sobre el sistema español de innovación: innovación en construcción”. Consultado el 30 de Mayo de 2006 en: <http://www.cotec.es/>.
- Egan J. (1998) “Re-thinking construction”. Report of Construction Task Force on the Scope for Improving the Quality and Efficiency of UK Construction, DETR. Consultado el 30 de Mayo de 2006, de <http://www.constructingexcellence.org.uk/>.
- European Commission (2005) “Guide for proposers for coordination actions: research and innovation”. Consultado el 30 de Mayo en: <http://cordis.europa.eu7>.
- Latham M. (1994) “Constructing the team”. HMSO, Londres.
- Ministerio de Fomento (2005) “Pliego de cláusulas administrativas particulares para la contratación de obras por el sistema de concurso”. Dirección General de Carreteras, Madrid.
- Ministerio de Fomento (2008). “Encuesta de la estructura de la construcción. Año 2006”. Ministerio de Fomento, Madrid.
- Motawa I.A., Price A.D.F., Sher W. (1999) “Scenario planning for implementing construction innovation”. Londres.
- Nacional Standardization Strategic Framerwork “Standards and innovation”. Consultado el 30 de Mayo del 2006 de: <http://www.nssf.info/pdfs.html/>
- Organization for Economic Co-operation and Development (1982) “Innovation in small and medium firms”. OECD, París
- SEOPAN (2006) “Construcción: informe anual 2005”. Ed ANCOP, Madrid.
- SEOPAN (2007) “Construcción: informe anual 2006”. Ed ANCOP, Madrid.
- Tecnociencia (2004) “Sistema de gestión integral gestión de la calidad: normalización”. Consultado 19 de Marzo del 2006, en <http://www.tecnociencia.es>.
- Summary Report of the Construction Industry Cost Effectiveness Project (1983) “More construction for the money”. Business Roundtable, Nueva York.

ANEXOS

A	ANEXOS	341
A.1	RESUMEN DE FICHAS DE REGISTRO	341
A.2	TABLA RESUMEN DEL PROCESO DE AGRUPACIÓN.....	351
A.3	TABLA DE REGISTRO	359
A.4	CUESTIONARIOS DE VALIDACIÓN INTERNA.....	393
A.5	CUESTIONARIOS DE VALIDACIÓN EXTERNA.....	405

A ANEXOS

A.1 RESUMEN DE FICHAS DE REGISTRO

Código	Fuente	Tipo	Título	Autor	Año	Valoración	ISSN	ARCHIVO	Nº DE VECES CITADO
1	Research Policy	Revista	Innovation and learning in complex offshore construction projects	Barlow, J.	2000	3	0048-7333	PDF	9
2	Building Research and Information	Revista	Innovation perspectives in construction	Bessant, J.	2006	1	0961-3218	PDF	0
3	Journal of Housing Economics	Revista	The diffusion of innovation in home building	Blackley, D. M.	1996	3	1051-1377	PDF	2
4	Construction Innovation	Revista	Key influences on construction innovation	Blayse, A. M.; Manley, K.	2004	4,5	1471-4175	PDF	32
5	Journal of Construction Engineering and Management	Revista	Managing drivers of innovation in construction networks	Bossink, B.	2004	4	0733-9364	PDF	0
6	R&D Management	Revista	The development of co-innovation strategies: stages and interaction patterns in interfirm innovation	Bossink, B.	2002	3	0033-6807	PDF	2
7	Total Quality Management	Revista	The strategic function of quality in the management of innovation	Bossink, B.	2002	2,5	0954-4127	PDF	2
8	Danish Research Unit for Industrial Dynamics (DRUID) Summer Conference 2003 on Creating, Sharing and Transferring Knowledge	Congreso	Organizing memory in innovative project-based firms	Cacciatori, E.	2003	1	_	Papel	0
9	Building Research and Information	Revista	National system of innovation in France: plan construction et architecture	Campagnac, E.	1998	3	0961-3218	PDF	2
10	Journal of Management Studies	Revista	Managers' innovations and the structuration of organizations	Coopey, J.; Keegan, O; Emler, N.	1998	2	0022-2380	PDF	6
11	Engineering Structures	Revista	Innovation in the building process - a postgraduate module	Davey-Wilson, I.	1999	2	0141-0296	PDF	0

Código	Fuente	Tipo	Título	Autor	Año	Valoración	ISSN	ARCHIVO	Nº DE VECES CITADO
12	Journal of Management in Engineering	Revista	Integrated framework to investigate value innovations	Dikmen, I.; Birgonul, M. T.; Artuk, U.	2005	5	0742-597X	PDF	0
13	Construction Management and Economics	Revista	The construction industry as a loosely coupled system: implications for productivity and innovation	Dubois A; Gadde, L.	2002	3	0144-6193	PDF	0
14	Building Research and Information	Revista	The challenge of innovation in construction	Dulaimi, M.	1995	2	0961-3218	Papel	1
15	Construction Management and Economics	Revista	A hierarchical structural model assessing innovation and project performance	Dulaimi, M.; Nepal, M.; Park, M.	2005	3	0144-6193	PDF	0
16	Construction Innovation	Revista	A temporal typology for innovation within the construction industry	Eaton, D.	2001	4	1471-4175	PDF	1
17	Engineering, Construction and Architectural Management	Revista	Reconciling construction innovation and standardisation on major projects	Edum-Fotwe, F.T.; Gibb, A.G.; Benford-Miller M.	2004	3,5	0969-9988	Papel	18
18	Report of construction task force on the scope for improving the quality and efficiency of UK construction	Informe	Rethinking construction: the report of the construction task force	Egan, J.	1998	2	_	Papel	1
19	Building Research and Information	Revista	Changes to building research funding in Sweden	Fernie, S.; Leiringer, R.; Thorpe, T.	2003	1	0961-3218	PDF	0
20	International Journal of Innovation	Revista	Learning and innovation management in project-based, service-enhanced firms	Gann D.; Salter, A.	1998	4	1363-9196	Papel	33

Código	Fuente	Tipo	Título	Autor	Año	Valoración	ISSN	ARCHIVO	Nº DE VECES CITADO
21	Building Research and Information	Revista	Do regulations encourage innovation? - the case of energy efficiency in housing	Gann, D.	1998	3	0961-3218	PDF	5
22	Building Research and Information	Revista	Should governments fund construction research?	Gann, D.	1997	4	0961-3218	PDF	0
23	Danish Research Unit for Industrial Dynamics (DRUID) Summer Conference 2003 on Creating, Sharing and Transferring Knowledge	Congreso	Growth and governance in the project-based firm	Gann, D.; Salter, A	2003	3,5	-	Papel	0
24	Research Policy	Revista	Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and system	Gann, D.; Salter, A.	2000	5	0048-7333	Papel	31
25	Journal of Construction Engineering and Management	Revista	Implementing construction research	Gerwick, B.	1990	2	0733-9364	Papel	1
26	Strategic Management Journal	Revista	Disruptiveness of innovations: measurement and an assessment of reliability and validity	Govindarajan, V; Kopalle, P.	2006	1	0143-2095	PDF	0
27	Journal of Management in Engineering	Revista	How strategies happen: a decision-making framework	Hansen, K.	1996	3	0742-597X	PDF	0
28	Technology Management: A Unifying Discipline for Melting the Boundaries	Congreso	Experience with the management of technological innovations within the Australian construction industry	Hardie, M; Miller, G; Manley, K.; McFallan, S.	2005	4	0733-9364	PDF	0
29	Building Research and Information	Revista	Innovation in construction: a sociology of technology approach	Harty, C.	2005	3	0961-3218	Papel	1

Código	Fuente	Tipo	Título	Autor	Año	Valoración	ISSN	ARCHIVO	Nº DE VECES CITADO
30	Journal of Business Research	Revista	Building relationships for technological innovation	Holmen, E.	2005	3	0148-2963	PDF	0
31	Journal of Business Research	Revista	Change in construction: a critical perspective	Holmen, E.; Pedersen, A.; Torvatn, T.	2006	2	0148-2963	PDF	0
32	Research Policy	Revista	The fruit flies of innovations: A taxonomy of innovative small firms	Jong, P. J. ; Marsili, O.	2006	1	0048-7333	PDF	0
33	Journal of Construction Engineering and Management	Revista	Developing and managing innovative construction technologies in Japan	Kangari, R.	1997	5	0733-9364	PDF	6
34	Total Quality Management	Revista	Can total quality management help innovation?	Kanji, G.	1996	2	0961-3218	PDF	1
35	Long Range Planning	Revista	The management of innovation in project-based firms	Keegan, A; Turner, R.	2002	4	0024-6301	PDF	5
36	Total Quality Management	Revista	Total quality management and innovation: a pilot study of innovative companies in oil and gas industry	Keogh, W.; Bower, J.	1997	1,5	0954-4127	PDF	0
37	Building Research and Information	Revista	Multiple perspectives on organizing: projects between tyranny and perforation	Koch, C.; Bendixen, M.	2005	2	0961-3218	PDF	1
38	Building Research and Information	Revista	Is the current theory of construction a hindrance to innovation?	Koskela, L.	2001	5	0961-3218	PDF	5
39	Building Research and Information	Revista	Targeting "technology exchange" for faster organizational and industry development	Kumaraswamy, M.; Shrestha, G.B.	2002	2	0961-3218	Papel	1
40	International Journal of Project Management	Revista	Managing creative projects: An empirical synthesis of activities	Laurent, S.	2006	1	0263-7863	PDF	0

Código	Fuente	Tipo	Título	Autor	Año	Valoración	ISSN	ARCHIVO	Nº DE VECES CITADO
41	Organizational Dynamics	Revista	A business for continuous innovation	Miles, R; Miles, G.; Snow, CH	2006	2	0090-2616	PDF	0
42	Journal of Construction Engineering and Management	Revista	Forces driving adoption of new information technologies	Mitropoulos, P.	2000	3	0733-9364	PDF	4
43	Journal of Construction Engineering and Management	Revista	Technology adoption decisions in construction organizations	Mitropoulos, P; Tatum C. B.	1999	4	0733-9364	PDF	9
44	Journal of Construction Engineering and Management	Revista	Application of the theory of inventive problem solving in tunnel construction	Mohamed, Y.	2005	2	0733-9364	PDF	0
45	Construction Management and Economics	Revista	Major characteristic of constructed products and resulting limitations of construction technology	Nam, C.H.; Tatum, C. B.	1988	2,5	0144-6193	PDF	12
46	Journal of Construction Engineering and Management	Revista	Toward understanding of product innovation process in construction	Nam, C.H.; Tatum, C. B.	1989	3,5	0733-9364	Papel	5
47	Construction Management and Economics	Revista	Leaders and champions for construction innovation	Nam, C.H.; Tatum, C. B.	1997	3,5	0144-6193	PDF	13
48	Journal of Management in Engineering	Revista	Dynamic modeling for construction innovation	Park, M.; Nepal, M. P.; Dulaimi, M.	2004	5	0742-597X	PDF	0
49	Internacional Council for Research and Innovation in Building and Construction	Congreso	Challenges of standardising the innovation management in the spanish construction industry	Pellicer, E.; Yepes, Y.; Correa, Ch.	2006	3	-	PDF	0
50	Omega	Revista	The integration of TQM and technology/R&D management in determining quality and innovation performance	Prajogo, D.; Sohal, A.	2006	4	0305-0483	PDF	0

Código	Fuente	Tipo	Título	Autor	Año	Valoración	ISSN	ARCHIVO	Nº DE VECES CITADO
51	Construction Management and Economics	Revista	A century of innovation in the Dutch construction industry	Pries, F.; Dorée, A.	2005	4,5	0144-6193	PDF	14
52	Construction Management and Economics	Revista	Innovation in the construction industry: the dominant role of the environment	Pries, F.; Janszen, F.	1994	4,5	0144-6193	Papel	14
53	Construction Management and Economics	Revista	Last among equals: a comparison of innovation in construction, services and manufacturing in the U.K.	Reichstein, T.; Salter, M.; Gann D.	2003	3,5	0144-6193	PDF	1
54	Building Research and Information	Revista	Implementing change in construction project organizations: exploring the interplay between structure and agency	Reiter-Palmon, R.; Illies, J.	2005	2	0961-3218	PDF	3
55	The Leadership Quarterly	Revista	Leadership and creativity: Understanding leadership from a creative problem-solving perspective	Reiter-Palmon, R.; Illies, J.	2004	2	1048-9843	PDF	2
56	Research Policy	Revista	Source of ideas for innovation in engineering design	Salter, A.	2003	3,5	0048-7333	PDF	2
57	Construction Management and Economics	Revista	Strategic decisions and innovation in construction firm	Seaden, G. ; Guolla, M.; Doutriaux, J.; Nash, J.	2003	4	0144-6193	PDF	1
58	Building Research and Information	Revista	Motivating small construction companies to adopt new technology	Sexton, M.	2006	3	0961-3218	PDF	0
59	Construction Management and Economics	Revista	A literature synthesis of innovation in small construction firms: insights, ambiguities and questions.	Sexton, M.; Barrett, P.	2003	3	0144-6193	PDF	3

Código	Fuente	Tipo	Título	Autor	Año	Valoración	ISSN	ARCHIVO	Nº DE VECES CITADO
60	Construction Management and Economics	Revista	Appropriate innovation in small construction firms	Sexton, M.; Barrett, P.	2003	5	0144-6193	PDF	5
61	Journal of Construction Engineering and Management	Revista	Builders as source of construction	Slaughter, E.	1993	4	0267-5730	PDF	10
62	Building Research and Information	Revista	Implementation of construction innovations	Slaughter, E.	2000	4,5	0961-3218	PDF	4
63	Journal of Construction Engineering and Management	Revista	Models of construction innovation	Slaughter, E.	1998	4,5	0733-9364	PDF	14
64	Journal of Construction Engineering and Management	Revista	Classification system for construction technology	Tatum, C. B.	1988	2	0733-9364	Papel	1
65	Journal of Construction Engineering and Management	Revista	Building better: technical support for construction	Tatum, C. B.	2005	2	0733-9364	PDF	0
66	Project Management Journal	Revista	Innovation on the construction project: a process view	Tatum, C. B.	1987	4,5	8756-9728	Papel	0
67	Journal of Management in Engineering	Revista	Managing for increased design and construction innovation	Tatum, C. B.	1989	3	0742-597X	Papel	0
68	Journal of Construction Engineering and Management	Revista	Organizing to increase innovation in construction firms	Tatum, C. B.	1989	5	0733-9364	Papel	7
69	Journal of Construction Engineering and Management	Revista	Potential mechanism for construction innovation	Tatum, C. B.	1986	4	0733-9364	Papel	13
70	Journal of Construction Engineering and Management	Revista	Process of innovation in construction firms	Tatum, C. B.	1987	4,5	0733-9364	Papel	11
71	Journal of Management in Engineering	Revista	Managing innovation information in engineering and construction firm	Veshosky, D.	1998	3	0742-597X	PDF	8
72	Construction Management and Economics	Revista	How innovative is construction? comparing aggregated data on construction innovation and others sectors - a case of apples and pears	Winch, G.	2003	3,5	0144-6193	PDF	1

Código	Fuente	Tipo	Título	Autor	Año	Valoración	ISSN	ARCHIVO	Nº DE VECES CITADO
73	Building Research and Information	Revista	Zephyrs of creative destruction: understanding the management of innovation in construction	Winch, G.	1998	5	0961-3218	PDF	19
74	Construction Management and Economics	Revista	Managing the implementation of construction innovations	Yean, F.	2003	4	0144-6193	PDF	40
75	X Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos	Congreso	Standardizing the innovation in the Spanish construction industry	Yepes, V.; Pellicer, E.; Correa Ch	2006	3	84-9705-988-3	PDF	0
76	Building and Environment	Revista	The challenge of change for innovation in construction: A North Cyprus perspective	Yitmen, I.	2005	3	0360-1323	PDF	0

A.2 TABLA RESUMEN DEL PROCESO DE AGRUPACIÓN

Código	Artículo	Concepto de innovación			Capacidades organizacionales			Entorno de negocio			Estrategia			Sistema de gestión complementarios			Gestión de la innovación o de la I+D+i											
		Definición	Tipos de innovación	Procesos de innovación	Otros	Recursos	Estructura	Cultura	Otros	Mercado	Modelos del sector	Actores	Otros	Orientación	Estrategias de negocio	Estrategia de innovación	Liderazgo	Otros	Gestión del conocimiento	Gestión de la calidad	Vigilancia tecnológica	Otros	Cartera de proyectos de I+D+i	Proyecto de I+D+i	Proyectos de implementación	Redes de innovación	Otros	
35	The management of innovation in project-based firms					X													X					X				
38	Is the current theory of construction a hindrance to innovation?		X										X	X	X													
42	Forces driving adoption of new information technologies						X		X	X	X		X			X				X								
46	Toward understanding of product innovation process in construction	X		X																								
47	Leaders and champions for construction innovation						X								X	X												
48	Dynamic modeling for construction innovation					X	X	X								X												
50	The integration of TQM and technology/R&D management in determining quality and innovation performance	X																		X		X						

A.3 TABLA DE REGISTRO

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
1	Firma del contrato	15 de Noviembre de 2005	1,5 hora	Las partes firman el contrato.	Se expresa claramente la intención de la empresa de mejorar y avanzar en la I+D+i.	
2	Visita al puente en Villa-hermosa	29 de Noviembre de 2005	2 horas	Se visitan los trabajos de construcción del puente de Villahermosa, dado que, la dirección considera que el proceso constructivo seguido es innovador. El proceso estándar tuvo que ser modificado para vencer las dificultades de acceso.	<p>El proyecto de innovación responde a un problema de obra. También, refleja como los subcontratistas y proveedores especializados son necesarios para innovar.</p> <p>La empresa manifiesta el interés por certificar proyectos de I+D+i a la brevedad.</p> <p>No existe claridad sobre el concepto de innovación.</p>	<p>Proyecto de I+D+i: Ejecución de un puente por el método de vigas preensabladas. \Proyectos\Puente\PROYECTO COMPLETO.pdf</p>
3	1ª Reunión UPV-LAMBDA	21 de febrero de 2006	2 horas	<p>Durante esta reunión se presentaron los técnicos que llevarán a cabo el proyecto.</p> <p>Se discute el plan de actividades para abordar el análisis de la empresa en I+D+i. Estas actividades corresponden a:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Recogida de datos de LAMBDA. Datos que considera recursos técnicos, humanos y financieros. 2. Vistas de las obras para conocer los procedimientos de trabajo. 3. Estudio de otras empresas constructoras en I+D+i. 4. Estudio de la innovación en el sector de la construcción español. <p>Se acuerda que un técnico estará en la oficina central y en las delegaciones recopilando al</p>	<p>LAMBDA ve la certificación como una herramienta de competitividad para las licitaciones.</p> <p>Desconocen que significa e implica innovar, así como, los recursos requeridos. Por esta razón, tampoco saben si tiene los recursos y capacidades para innovar.</p> <p>Se debe conocer la situación de la empresa en I+D+i para compararla con el resto de empresas del sector, especialmente, competidores directos de LAMBDA (Benchmarking).</p>	

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				<p>información necesaria para el DAFO en I+D+i. El otro estudiará el estado de la cuestión en I+D+i en España.</p> <p>Se cierra la reunión acordando que Septiembre del 2006 es la fecha de entrega de informe final sobre I+D+i de LAMBDA.</p>		
4	2ª Reunión UPV-LAMBDA	24 de Marzo de 2006	2,5 horas	<p>Se presenta una síntesis de los datos recopilados en la oficina central. Se decide visitar delegaciones y diferentes obras en ejecución para conocer los procedimientos de LAMBDA en terreno.</p> <p>Se acuerda la necesidad de profundizar más en los procedimientos generales y proyectuales de la empresa.</p> <p>Se decide iniciar el estudio de las empresas competidoras de LAMBDA (“benchmarking” en I+D+i). De esta forma, se busca conocer sus actividades en I+D+i.</p> <p>Para apoyar el trabajo anterior, se elaborará una encuesta en innovación que apoyará este estudio.</p>	<p>Los datos permiten clasificar a LAMBDA como una empresa intermedia del sector, la cual dispone de los recursos económicos, financieros, físicos y humanos para emprender el proceso de certificación.</p> <p>Queda claro, la necesidad de reestructurar el área de construcción para incluir a un futuro departamento de I+D+i.</p>	<p>Procedimiento área de construcción (..\..\LAMBDA\Análisis de la empresa\PROCEDIMIENTOS ÁREA CONSTRUCCIÓN.doc)</p> <p>Informe de actividades 16 de Marzo2006 (..\..\LAMBDA\Análisis de la empresa\INFORME DE ACTIVIDADES 16 Marzo2006.doc)</p>
5	Correo electrónico	08 de Abril de 2006		Se solicita manuales de calidad y medioambiente. Así como sus certificados respectivos.	LAMBDA-constructora esta certificada por las norma UNE-ISO 9001 y 14001	
6	3ª Reunión UPV-LAMBDA	21 de Abril de 2006	3 horas	Se presenta el primer borrador de la encuesta en I+D+i para las empresas constructoras españolas. En especial, a competidores	La encuesta refleja que la innovación debe abarcar diversos aspectos de la empresa; como por ejemplo: conocimiento, aprendizaje, estrategia,	Organigrama delegación (..\..\LAMBDA\Análisis de la empresa\Organigrama)

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				<p>directos de LAMBDA-constructora. Su objetivo es conocer la situación en I+D+i de las empresas constructoras, para lo cual, pregunta sobre aspectos estratégicos de la I+D+i; importancia de esta en la empresa; procesos seguidos para innovar; resultados, etc. Sin embargo, es demasiado extensa. Se acuerda reducir a 10 el número de preguntas. Una vez escogidas las preguntas se remitirán a la brevedad a las empresas seleccionadas.</p> <p>El listado de empresas a las cuales se enviara dicha encuesta consta de 65 empresas.</p> <p>Se analiza la encuesta interna a directivos, la cual, será remitida el responsable para que la envíe a los directores que estime pertinente.</p> <p>Se acuerda la estructura del informe de LAMBDA. Este constara de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Resumen 2. Introducción 3. La industria de la construcción en la economía nacional 4. Descripción de general de la empresa 5. Principales competidores 6. Inversión en I+D+i de los grandes grupos constructores 7. Herramientas de financiación 	<p>entorno, etc. Los datos de la encuesta nos permitirá conocer:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La situación en I+D+i del entorno de LAMBDA. 2. Las capacidades de las empresas para innovar. <p>No se establece un listado de prioridades en lo referente de las empresas que deseamos tener su respuesta. Con el fin, de asegurar la obtención de esta.</p> <p>Aunque LAMBDA se ha embarcado en este proyecto. NO es una prioridad. De hecho, el avance del proyecto se apoya en un 100% en las actividades realizadas por la UPV.</p> <p>Análisis del estado actual interno en I+D+i por medio de la encuesta a directivos.</p> <p>El análisis externo contempla en parte la realización de una encuesta.</p>	<p>Delegación.xls)</p>

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				<p>para las constructoras en España y UE</p> <p>8. Relación de los centros tecnológicos de ámbito nacional-sector construcción</p> <p>9. Conclusiones y recomendaciones</p> <p>Para finalizar, se acuerda iniciar la redacción del DAFO en I+D+i de la empresa. Con el fin, de conocer su situación.</p>		
7	4ª Reunión UPV-LAMBDA	26 de Mayo de 2006	2 horas	<p>Se entrega el listado de principales competidores de LAMBDA. En ella esta presente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 10 empresas pertenecientes al SEOPAN. 2. 21 empresas asociadas a la ANCI. 3. 18 empresas del ámbito regional. 4. 16 asociadas al ítem Otras <p>Con respecto al DAFO, se concluye:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Que los competidores, salvo las grandes empresas, aun no perciben la necesidad de certificarse. 2. La empresa dispone del capital humano para innovar. Pero, carece de la motivación e inversión en este aspecto. 3. Falta de experiencia en este ámbito. <p>Se aprueba la encuesta. Esta quedo formada por 10 preguntas. Además, desde el 15 de Mayo</p>	<p>El responsable de I+D+i de LAMBDA debe centrar su quehacer en convencer a los demás directivos en la necesidad de colaborar para impulsar un cambio en la empresa. Además, de obtener sugerencias al respecto.</p> <p>La empresa en su actividad innovadora representa perfectamente a la mayoría de las empresas constructoras. No invierte en innovación, no es parte de su estrategia ni tampoco presenta una cultura innovadora.</p> <p>Existe una diferencia entre LAMBDA y otras empresas que es importante destacar; dispone de áreas de negocio que se encuentran dentro de la cadena de valor, por ejemplo: área inmobiliaria, materiales, etc.</p>	<p>Encuesta de innovación a empresas (..\LAMBDA\Análisis de la empresa\ENCUESTA DE INNOVACIÓN Mayo 10.doc)</p> <p>Directorio de empresas constructoras (..\LAMBDA\Análisis de la empresa\DIRECTORIO DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS.xls)</p>

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				hasta el 15 de Junio fueron enviadas las encuestas a las 120 empresas seleccionadas.		
8	5ª Reunión UPV-LAMBDA	20 de Junio de 2006	2 horas	<p>Se presenta el DAFO resultante del trabajo de las semanas pasadas. De ella, se concluye que:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Oportunidad: LAMBDA debe ser de las primeras empresas en certificarse. 2. Debilidad: Escasa importancia e inversión en I+D+i. 3. Fortaleza: Recursos humanos calificados e integración vertical dentro del proceso proyecto construcción. 4. Reducción presupuestaria del estado y entrada a un periodo de desaceleración. <p>La siguiente reunión queda programada para septiembre del 2006. En ella se analizara los resultados de la encuesta de innovación realizada a empresas constructoras. Solamente se han recibido 45 respuestas de las 120 empresas seleccionadas.</p>	<p>LAMBDA debe adoptar una serie de medidas o actuaciones para mejorar su situación en I+D+i.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mayor inversión en I+D+i. 2. Creación de un departamento de I+D+i. 3. Certificación de proyectos y departamento según las normas UNE 166000. 4. Generación de una cultura en I+D+i. <p>En resumen, es necesario cambiar para innovar. El responsable de I+D+i hablará con la Dirección General de LAMBDA-Constructora para que esta envíe email solicitando la colaboración de todos; esto evidencia que el equipo cuenta con el apoyo de la dirección.</p>	<p>DAFO (..\LAMBDA\Análisis de la empresa\DAFO.xls)</p>
9	6ª Reunión UPV-LAMBDA	12 de Julio de 2006	2 horas	<p>Se realiza una nueva reunión, para discutir la estructura final del informe a presentar en septiembre. Se dispone de los siguientes antecedentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estado del arte en I+D+i en empresas constructoras. 2. Situación del sector de la construcción español en I+D+i. 3. DAFO en I+D+i de LAMBDA. 	<p>Los datos sugieren que la estructura organizativa de LAMBDA no difiere de otras empresas constructoras. Tampoco, sus gastos en I+D+i.</p> <p>Las principales conclusiones de la encuesta es:</p> <p>“Aunque un porcentaje elevado de empresas realiza el seguimiento de tendencias tecnológicas, muy pocas de ellas realizan actividades de I+D.</p>	<p>Análisis de encuesta a empresas..Encuestas\Encuesta de Innovación.xls</p>

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				<p>4. Respuesta en I+D+i de las empresas constructoras, 105 en total.</p> <p>5. Se ha entregado la encuesta a directivos de LAMBDA. El responsable de I+D+i entregará las respuestas dentro de esta semana.</p> <p>Por ello, se acuerda la siguiente estructura del informe:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Resumen 2. Introducción 3. Indicadores del sector de la construcción español. 4. Descripción general de la empresa. 5. I+D+i en las empresas constructoras. 6. Fomento de la I+D+i en el sector de la construcción español. 7. Normalización y certificación de la I+D+i. 8. Encuesta de innovación realizada en la empresa LAMBDA. 9. Encuesta de innovación realizada en empresas constructoras españolas. 10. Conclusiones. 11. Propuestas de actuaciones. 12. Apéndices. <p>Se presenta los resultados de la encuesta a empresas constructoras.</p> <p>Se acuerda, iniciar la búsqueda de proyectos que puedan ser</p>	<p>Solamente, el 9% se encuentra certificada por la UNE 166002”.</p> <p>LAMBDA ya reconoce la necesidad de crear un departamento de I+D+i. También, la necesidad de certificar proyectos de I+D+i para mejorar la puntuación en licitaciones.</p> <p>Paco plantea dos o tres proyecto de construcción en los cuales se utilizaron procedimientos o procesos novedosos. Estos presentan diferentes razones para su realización:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Problemas de obra 2. Requerimiento del clientes 3. Introducción de la empresa a un nuevo mercado 	

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				certificados.		
10	Correo electrónico UPV-LAMBDA	04 de Septiembre 2006		El investigador principal (UPV) comenta sus inquietudes con respecto al proyecto del puente en Villa-hermosa. La principal inquietud corresponde a las actividades realizadas por los subcontratistas.	Evidencia del rol de los subcontratistas en la I+D+i de las empresas constructoras. Este rol o participación que influye en la autoría de la I+D+i. Evidencia de la necesidad de proteger la I+D+i desarrollada en colaboración con los subcontratistas.	
11	7ª Reunión UPV-LAMBDA	12 de Septiembre de 2006	3 horas	La reunión comienza discutiendo la situación actual del informe, el cual está completo, aunque falta corregir el estilo de redacción. Se presenta los resultados de la encuesta de I+D+i a directivos. Estos son: 1. La innovación no es una prioridad de la empresa. 2. La empresa esta centrada en sus procesos fundamentales y, presenta, una estructura orientada al control de ellos. La UPV dedicará su esfuerzos a colaborar en la certificación de un proyecto de I+D+i. Por consecuencia, se inicia la búsqueda en la empresa de proyectos que puedan ser certificables. Se reconoce la necesidad de contar con más recursos desde LAMBDA, específicamente, alguien asignado a esta tarea	LAMBDA reconoce la inexistencia de una cultura y estructura organizativa para innovar. Por ello, El responsable de I+D+i discutirá con la dirección un departamento propio de I+D+i. Existe la posibilidad de incentivos económicos y recompensas. La Dirección General manifiesta a el responsable de I+D+i su interés por certificar a la brevedad proyectos de I+D+i. También se analiza la participación en asociación con otras empresas e instituciones.	Resultados encuesta a directivos ..\Encuestas\ENCUESTA DE INNOVACIÓN 31Jul.doc
12	Correo electrónico LAMBDA-UPV	06 de Octubre de 2006		Envío de correo electrónico con un resumen de proyecto de firmes para su análisis en la próxima	Incorporación del proyecto de firmes a la lista de proyectos de I+D+i de la empresa	Proyectos de I+D+i firmes "regeneración de firmes de hormigón con

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				reunión		aglomerados asfáltico fabricado con polvo de neumático” ..\Proyectos\Firmes\Certificación IDi 2006 UNE 166001 - Memoria Técnica - BETUN.pdf
13	8ª Reunión UPV-LAMBDA	20 de Octubre de 2006	3 horas	<p>Se presenta a la persona de LAMBDA-Constructora que trabajará en la certificación de los proyectos de I+D+i.</p> <p>Existen tres proyectos que pueden ser certificados, uno relacionado con puentes, otro con la gestión de presas y el último, con carreteras.</p> <p>Se analiza los resúmenes de los tres proyectos y se deciden iniciar la certificación de proyectos por el puente.</p> <p>Finalmente, con respecto a este punto, se acuerda que el responsable del proyecto enviará un plan de trabajo para la certificación del proyecto.</p> <p>Con respecto al informe final, se esta trabajando en el coste de las líneas de actuación, por lo cual, se excluye este apartado del informe que ha sido entregado a LAMBDA.</p>	<p>La existencia de estos tres proyectos refleja que LAMBDA esta realizando innovaciones, aunque no conciente de ello. Además, debemos destacar que uno de los proyectos es generado desde problemas técnicos de obra o desde los requerimientos del cliente.</p> <p>Una ventaja del inicio de este proceso es que la empresa documentara la innovación.</p> <p>Aunque, finalmente el informe señala claramente las actuaciones que realizará LAMBDA para incrementar su actividad en innovación. La dirección exige su valoración.</p> <p>Entrega de informa a LAMBDA</p> <p>El proyecto de presas refleja la necesidad de colaborar con otras empresas para innovar.</p>	<p>Informe del análisis de la Empresa “Análisis de competitividad tecnológica en I+D+i de LAMBDA- constructora” ..\LAMBDA\INFORME LAMBDA FEBRERO 2007\INFORME FINAL LAMBDA FEB. 2007.pdf</p>
14	9ª Reunión UPV-LAMBDA	10 de noviembre de 2006	3 horas	Se lleva a cabo el seguimiento y control de la actividades establecidas en la hoja de planificación “proyecto: ejecución de un puente por el método de	Dada la inexperiencia en la certificación de proyectos de certificación, la primera pregunta que nos hacemos es: ¿que significa innovación para AENOR? Todo	

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				vigas preensambladas”. De acuerdo a este plan, hoy debe entregarse los puntos 2 y 5 del proyecto que corresponden a la “planificación” y “detalle y justificación de actividades que constituyen investigación y desarrollo y actividades que constituyen innovación”. De ellos, el punto 2 esta completo y se requiere profundizar en la justificación de la I+D+i.	<p>señala que debe ser novedoso dentro del sector de la construcción.</p> <p>En el organigrama del proyecto el jefe de obra es co responsable con el director de I+D+i de la implementación del proyecto.</p> <p>El jefe de obra y su equipo son fundamentales para adoptar la innovación a las condiciones de obra y corregir sus deficiencias.</p>	
15	10ª Reunión UPV-LAMBDA	01 de diciembre de 2006	2 horas	<p>Se lleva a cabo el seguimiento y control de la actividades establecidas en la hoja de planificación “proyecto: ejecución de un puente por el método de vigas preensambladas”. De acuerdo a este plan, hoy se revisan el apartado 3 y 5. Además, se incluye el 1.</p> <p>El apartado 5 “planificación” esta completo, no existen observaciones. El apartado 3 “Detalle y justificación de actividades de I+D+i” se tiene el detalle de patentes similares, así como, el estado del arte; falta redactar limitaciones técnicas del estado actual y el avance propuesto. Con respecto al apartado 1, falta incorporar fotos del área o sector donde se realizó la innovación.</p>	<p>El equipo de la UPV realizará un análisis del apartado 3.</p> <p>LAMBDA carece la capacidad para generar informes de I+D+i. Actividad que en la actualidad esta desarrollando la UPV. ¿Quién desarrollará estas labores en el futuro?</p> <p>Esta es una competencia en la cual hay que formar al personal de LAMBDA.</p> <p>En el apartado 5 se detalla las actividades de I+D desarrolladas por los subcontratistas y proveedores. Además, reflejan como el jefe de obra facilita la implantación de la innovación en obra.</p>	
16	11ª Reunión UPV-LAMBDA	15 de enero de 2007	3 horas	El proyecto de I+D+i ha sido enviado a AENOR. Se ha decidido justificar parte de los gastos del proyecto para obtener su	La reducción de los gastos del proyecto es una decisión que busca incrementar las probabilidades de certificación del proyecto. Es	Informe del análisis de la Empresa “Análisis de competitividad tecnológica en I+D+i de

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				<p>certificación.</p> <p>También, se ha completado el apartado de costes de actuaciones en I+D+i de LAMBDA. Con esto, el informe esta finalizado.</p> <p>Finalmente, aún no se reciben observaciones de AENOR con respecto al proyecto de I+D+i.</p> <p>La siguiente reunión se fijará una vez recibidas las observaciones de AENOR.</p>	<p>fundamental en estos momentos para LAMBDA, la certificación de proyectos de I+D+i para licitaciones.</p>	<p>LAMBDA-constructora” ..\..\LAMBDA\INFORME LAMBDA FEBRERO 2007\INFORME FINAL LAMBDA FEB. 2007.pdf</p>
17	12ª Reunión UPV-LAMBDA	01 de Marzo de 2007	2 horas	<p>Se discute las observaciones realizadas por AENOR al proyecto de I+D+i. Todas estas observaciones son menores.</p> <p>Estas observaciones serán respondidas por LAMBDA</p>	<p>Evidencia de la necesidad de deatallar de mejor forma el aporte técnico de la innovación y costes de las actividades de I+D</p>	
18	Correo electrónico LAMBDA-UPV	13 de Abril de 2007		<p>Se decide subcontratar las actividades de certificación de proyectos de I+D+i. En consecuencia, se inicia la búsqueda de una empresa para asesorar la certificación de proyectos de I+D+i de LAMBDA-Constructora.</p> <p>También, se discute la necesidad de contar con un asesor en el diseño e implementación del sistema.</p>	<p>LAMBDA-Constructora quiere subcontratar el proceso de certificación de sus proyectos de I+D+i. Dado que la empresa carece de la experiencia y recursos para realizarla.</p> <p>Además, se confirma su deseo de certificarse por la UNE 166002.</p>	
19	Correo electrónico LAMBDA-UPV	17 de Abril de 2007		<p>LAMBDA-Constructora indica las empresas contratadas para:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Subcontración proceso de certificación proyectos de 		

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				<p>I+D+i.</p> <p>2. Subcontratación de proceso de diseño e implementación del sistema de gestión de la I+D+i.</p>		
20	Reunión de presentación consultora subcontratada para tramitación de proyectos	25 de abril de 2007	2 horas	<p>Esta reunión fue realizada para conocer a las partes participantes en el proceso de certificación de los proyectos de innovación realizado por la empresa que NO están documentados para su certificación. Estos proyectos son previos al proceso de implantación del sistema de I+D+i.</p> <p>La dirección de LAMBDA señala cuatro proyectos que podrían ser documentados y certificados según la norma UNE 166001. De ellos, ya uno se encuentra certificado por la UPV. Del resto, será responsabilidad de la asesora su certificación.</p>	<p>Las empresas constructoras españolas han innovado para responder a los requerimientos técnicos de sus clientes o solucionar problemas en obra.</p> <p>La gestión de la I+D+i permitirá documentar las innovaciones de la empresa.</p> <p>La documentación de las innovaciones permitirá a la empresa disponer del conocimiento expícito del saber generado por la innovación.</p> <p>Las innovaciones de obra están orientadas a la mejora de procesos.</p> <p>Se debe elabora un proceso para detectar innovaciones pasadas no documentadas o en realización</p> <p>Destacar que dos de estos proyectos responden a problemas generados en las obras y los restantes son generados desde la dirección. En resumen, las innovaciones son impulsadas desde la dirección para mejorar la competitividad de la empresa, cumplir requerimientos de los clientes o solucionar problemas técnicos de obras.</p> <p>Existen beneficios de corto, mediano</p>	<p>Acta de reunión I+D+i: 001P-07 (..\LAMBDA\Actas_Proyectos\ACTA_01-2007.doc)</p> <p>Resumen proyecto descimbrado ..\Proyectos\Desencofrado\Desencofrado.pdf</p> <p>Resumen proyecto presas ..\Proyectos\Presas\Presas.pdf</p> <p>Resumen proyecto asfalto ..\Proyectos\Firmes\betún.pdf</p>

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
					<p>y largo plazo para le empresa producto de la documentación de esta innovaciones.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Corto: Respuesta a problemas de obras. 2. Mediano: Certificación e incremento de la puntuación en licitaciones públicas 3. Largo: nuevos procesos que mejoran la capacidad técnica de la empresa <p>Es necesario crear un procedimiento para transferir este conocimiento</p>	
21	1ª Reunión del proceso de diseño e implantación del sistema de gestión de I+D+i	14 de Mayo de 2007	2 horas	<p>El objetivo de esta reunión es presentar las partes que participarán en el procesos de diseño e implementación del sistema de gestión de la I+D+i para su certificación por la UNE 166002.</p> <p>La empresa asesora destaca que el sistema requiere las ideas como inputs. Estas ideas son resultados de la vigilancia del entorno y la creatividad de las personas.</p> <p>Se discute la importancia del jefe de obra en la generación de ideas innovadoras o en la detección de innovaciones. De hecho, debe ser considerado en el proceso detección de proyectos innovadores ya realizados por la empresa.</p>	<p>El inputs fundamental del sistema de I+D+i son las ideas del personal de la empresa.</p> <p>¿Que aspectos debe vigilar la empresa en su entorno para innovar? y ¿cómo? Para responder a la primera pregunta es necesario establecer las líneas estratégicas en I+D. Estas son resultado de la realización de un DAFO en I+D. Al respecto, el DAFO realizado por la Universidad Politécnica será un punto de referencia.</p> <p>Para la segunda pregunta, la respuesta es la vigilancia del entorno, la cual, se realizará por medio del análisis de diversas fuentes de información. En consecuencia, se debe se averiguar sobre las fuentes de información utilizadas actualmente por la empresa.</p> <p>Puede ser definida la innovación de</p>	Acta de reunión I+D+i: 001S-07.. \Actas proyectos de I+D+i\ACTA_01-2007.rtf

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
					<p>obra como la implementación de nuevos procesos o productos para las empresas del sector.</p> <p>El equipo de obra es fundamental en la implementación de innovaciones en obra.</p> <p>El encargado de obra es el impulsor de las innovaciones en obra.</p>	
22	2ª Reunión del proceso de diseño e implantación del sistema de gestión de I+D+i	28 de Mayo 2007	3 horas	<p>Se plantean fichas de vigilancia, las cuales, serán rellenas por especialistas. Las fichas de vigilancia son planteadas para ser fuente de ideas innovadoras y servir de fuente de información para la solución de problemas de la organización.</p> <p>El área de construcción respondió a las encuestas dentro del plazo convenido dado que la dirección fue quien envió la encuesta. Pero, la unidad responsable del desarrollo del sistema de I+D+i aun NO responde.</p>	<p>La dirección juega un rol importante en el proceso de implementación del sistema.</p> <p>Se plantean tres herramientas para la transferencia del conocimiento (proyectos de I+D+i, resultados de la vigilancia, etc.). Corresponden al desarrollo de seminarios, foros en la intranet y mapas de expertos</p> <p>El uso de las herramientas y técnicas de la gestión del conocimiento permite alimentar a la organización de información para que esta genere ideas innovadoras.</p>	<p>Acta de reunión I+D+i: 002S-07...\LAMBDA\Actas Sistema I+D+i\2007\ACTA_02S-2007.pdf</p> <p>Encuesta de fuentes de información.</p> <p>Subproceso SPR1 “Vigilancia y creatividad”...\LAMBDA\I+D+i\SPR1 Vigilancia y Previsión Creatividad.v3.pdf</p>
23	3ª Reunión del proceso de diseño e implementación del sistema de gestión de I+D+i	08 de Junio de 2007	3 horas	<p>Se discute los flujogramas del subproceso SPR1.</p> <p>Flujograma de vigilancia: su función es promover la generación de ideas innovadoras, apoyado principalmente en la vigilancia del entorno. Para ello, se establecen 5 áreas: clientes, proveedores, tecnología, entorno y competidores. Son objetivos de este flujograma servir de fuente o base para la generación de</p>	<p>El sistema de I+D+i debe tener dos productos: proyectos certificados y nuevas o mejoradas capacidades técnicas, en especial, cuando soluciona problemas desde las obras. Sin embargo, actualmente, la vigilancia no contempla el entorno interno.</p> <p>¿Que métodos estamos utilizando para motivarlas?</p> <p>La participación de la gente en el</p>	<p>Acta de reunión I+D+i: 003S-07...\Actas de sistema de I+D+i\ACTA_03S-2007.rtf</p>

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				<p>innovaciones y el planteamiento de soluciones en obra.</p> <p>Flujograma de creatividad: esta apoyada principalmente en las jornadas de la innovación y comité de especialistas y expertos. Sin duda, debe considerarse otras alternativas que incentive a toda la organización.</p> <p>La consultora destaca la innovación requiere de ideas innovadoras que son función de la creatividad de las personas; por lo tanto, es importante su motivación.</p> <p>El equipo de trabajo llega al acuerdo de que las actividades o subprocesos del sistema deben ser simples, minimizando la documentación y tiempo de llenado por los colaboradores. En general, debe utilizar el mínimo de recursos en el sistema (tiempo, personas, procesos, fichas, etc.), dado que el sistema se apoyará en toda la organización. Su función principal es generar u obtener y administrar proyectos de construcción rentables.</p>	<p>sistema de I+D+i (grupos de expertos, generación de ideas, participación en grupos de trabajo, etc.) debe estar atada a políticas de formación, ascensos (que mejor que directivos creativos), reconocimiento e incentivos económicos.</p> <p>El sistema de I+D+i se apoya o requiere de la participación de todos los miembros del área.</p> <p>Probablemente la mejor manera de enfrentar los proyectos de I+D+i es utilizar grupos de trabajo.</p>	
24	4ª Reunión del proceso de diseño e implantación del sistema de gestión de I+D+i	19 de Junio 2007	2 horas	Se discute el procedimiento para la realización del DAFO. Su realización a los miembros de la empresa es fundamental para establecer las estrategia y líneas en innovación, estas últimas,	<p>La estrategia de innovación guía el proceso de innovación de las empresas.</p> <p>La empresas constructoras deben adquirir las capacidades para</p>	Acta de reunión I+D+i: 004S-07... Actas de sistema de I+D+i\ACTA_04S-2007.rtf

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				<p>determinan los factores claves de la vigilancia y fuentes de información más pertinentes.</p> <p>LAMBDA plantea que en un comienzo prefiere evitar la colaboración en el desarrollo de proyectos de innovación con otras empresas.</p> <p>Se analiza el procedimiento para la evaluación y selección de ideas. Se plantea los criterios de evaluación de las ideas, los cuales, pueden ser agrupados en beneficios esperados, costes, riesgo, financiación y grado de generalidad. Este último aspecto, relacionado con la puntuación en licitaciones. No debemos olvidar que los miembros del comité, en su mayoría, son ingenieros de caminos, canales y puertos con experiencia en dirección de obras y gestión de empresas, pero carecen de la formación para gestionar proyectos de I+D.</p> <p>Se aprueba subproceso SP1 "Vigilancia y creatividad"</p>	<p>gestionar proyectos de I+D.</p> <p>Las empresas constructoras tienden a enfrentar los proyectos de innovación como proyectos de construcción. Pero, difieren en el riesgo y capacidades requeridas.</p>	<p>Subproceso SPR1: vigilancia y creatividad...\Procedimientos de I+D+i-LAMBDA\SPR1 Vigilancia y Previsión. Creatividad..rtf</p>
25	5ª Reunión del proceso de diseño e implantación del sistema de gestión de I+D+i	03 de Julio 2007	2 horas	<p>Se discute las fichas de anteproyectos. En ellas, las ideas seleccionadas son profundizadas en mayor detalle. Existirá un responsable para la realización de esta tarea. Se contempla que solo las 10 primeras ideas sean desarrolladas en estas fichas. Es importante destacar que estas</p>	<p>Los responsables del desarrollo de anteproyectos de I+D+i deben adquirir las capacidades para la búsqueda bibliográfica y redacción de I+D+i.</p> <p>¿Qué importante tiene la innovación para la organización? Esta pregunta puede plantearse como resultado de</p>	<p>Acta de reunión I+D+i: 005S-07...\Actas de sistema de I+D+i\ACTA_05S-2007.rtf</p>

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				<p>fichas requieren de un análisis del estado del arte; así como, el análisis del riesgo asociado. Por lo tanto, las personas que realicen esta fichas deberían conocer los procedimientos para la búsqueda de la información y la evaluación de los riesgos de proyectos de I+D+i.</p> <p>Flujograma de selección de ideas: la evaluación y selección de ideas se realizará en una sola actividad. Los criterios para la selección son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Afinidad con la estrategia de la empresa. 2. Relación beneficios/costes 3. Grado de especificidad 4. Posibilidades de financiación 5. Repercusión en el mercado (posiblemente relacionada con el punto 3) 6. Capacidades de desarrollo sin ayuda externa (colaboración con otras empresas del sector) 7. Grado de competencia en el mercado. <p>Es importante señalar que los resultados del proceso, así como la justificación de las ideas aceptadas, son comunicados a toda la organización.</p>	<p>los atrasos en las actividades comprometidas por LAMBDA, específicamente, la unidad responsable de su certificación. Por ejemplo: respuesta a la encuesta de fuentes de información, categorización de las fuentes, etc.</p>	
26	6ª Reunión del proceso de diseño e implantación del sistema de gestión de I+D+i	16 de Julio 2007	2 horas	Los criterios de evaluación y selección de ideas tienen distinta importancia, de modo que aquellas relacionadas con los beneficios, coste y alineamiento estratégico son más importantes.	<p>Siendo la innovación un proceso este puede ser mejorado por los principios de la calidad.</p> <p>La calidad permite detectar oportunidades de innovación desde</p>	Acta de reunión I+D+i: 006S-07... Actas de sistema de I+D+i\ACTA_06S-2007.rtf

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				<p>Le siguen, los relacionados con su impacto en licitaciones y en el mercado o sector de la construcción.</p> <p>Se observa un desequilibrio en la calidad y cantidad de las fuentes de información por área de vigilancia. Además, de resultar imposible su categorización en un área de vigilancia específica. Para corregir esta situación se eliminarán fuentes e incorporarán nuevas, con la asesoría de la UPV.</p> <p>Se deciden integrar ambos comités. Tiene sentido si se entiende la calidad como mejoras incrementales y la innovación como mejoras radicales. Además, el sistema de calidad esta estructurado para mejorar procesos, entre ellos, el proceso de la innovación.</p> <p>La dirección de LAMBDA señala su interés por implantar el sistema en las restantes áreas. Pero, la necesidad de certificarse, a la brevedad, del área de construcción y el retraso que implicaría obliga posponer esta tarea.</p> <p>La estructura del informe final del proyecto de I+D+i debe ajustarse a la Norma UNE 16602 y al R.D. 1432/2003 del 21 de noviembre del 2003 para, de esta manera,</p>	<p>los requerimientos del cliente.</p> <p>La vigilancia interna de la empresa permite detectar oportunidades de mejoras de la productividad de la empresa e innovaciones no documentadas. Entonces, las empresas constructoras deben desarrollar mecanismos para vigilar internamente la organización, en especial, las obras, en búsqueda de oportunidades para innovar o proyectos de innovación.</p>	<p>Subprocesos SPR2: Análisis interno y externo...\Procedimientos de I+D+i-LAMBDA\SPR2 Anál.Interno y Externo.rtf</p> <p>Informe final “Análisis de la competitividad en I+D+i de LAMBDA”...\LAMBDA\INFORME LAMBDA FEBRERO 2007\INFORME FINAL LAMBDA FEB. 2007.doc</p>

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				<p>obtener la certificación del proyecto y los beneficios tributarios respectivos</p> <p>Se incorpora en el subprocesos de análisis y selección de ideas, la posibilidad de introducir anteproyectos de I+D+i por parte de la dirección de I+D+i. De esta manera, el sistema permite generar proyectos de innovación para responder a necesidades no esperadas por la empresa.</p> <p>Se aprueba el subproceso SPR2 “Análisis interno y externo”</p>		
27	Artículo “LAMBDA apuesta por la concesiones y la I+D+i”	24 de Julio de 2007		Artículo en la revista Economía 3	<p>LAMBDA hace público su deseo de innovar.</p> <p>LAMBDA-constructora innova desde problemas de obras.</p>	Artículo ..\LAMBDA\LAMBDA-E3.pdf
28	Certificación del proyecto de puentes	24 de Julio de 2007		Certificación del proyecto de puentes (Certificado 068/0484)	Certificación de proyecto por AENOR	Certificado ..\Proyectos\Puente\certificado.pdf
29	7ª Reunión del proceso de diseño e implantación del sistema de gestión de I+D+i	27 de Julio 2007	2 horas	<p>Como consecuencia de la integración de los sistemas de calidad e innovación. Se decide que los miembros de los comités de calidad y I+D+i coincidan.</p> <p>Falta por definir funciones, procesos y responsables de establecer vínculos con la administración pública, obtención de fondos públicos, comunicación de resultados del sistema y transferencia del conocimiento (aprendizaje).</p>	<p>Se establece el plan de difusión y proceso de certificación.</p> <p>Las empresas constructoras deben desarrollar mecanismos para vincularse con organizaciones externas y participar en concursos públicos de I+D.</p> <p>Importancia del resguardo y protección del conocimiento de la empresa</p> <p>Las normas obligan a establecer mecanismos para la protección y</p>	<p>Acta de reunión I+D+i: 007S-07. ..\Actas de sistema de I+D+i\ACTA_07S-2007.rtf</p> <p>Subprocesos SPR3: Análisis y selección de ideas. ..\Procedimientos de I+D+i-LAMBDA\SPR3 Análisis y Selección de Ideas.rtf</p>

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				<p>Se ha establecido como fecha de auditoría de certificación finales de enero 2008. Es decir, 5 meses para completar el resto de los procesos, poner en marcha el sistema, desarrollar proyectos de I+D+i, etc.</p> <p>Las actividades pendientes son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. DAFO en I+D+i 2. Primer comité de I+D+i 3. Ingreso de resultados de la vigilancia en los registros informáticos. 4. Comité de especialistas y expertos. 5. Jornadas de innovación 6. Segundo comité I+D+i 7. Aprobación de proyectos 8. Auditoría interna 9. Subsanación de NO conformidades (calidad) 10. Certificación <p>Es importante señalar que cada subproceso del sistema de I+D+i tiene un responsable, que en el caso de LAMBDA recae en el director de I+D+i.</p> <p>Protección y transferencia de tecnología: hacen referencia a un aspecto importante del conocimiento, como gestionarlo o protegerlo cuando este sale al exterior de la empresa: cómo proteger el conocimiento de la empresa según los procedimientos contemplados por la ley y cómo</p>	<p>transferencia tecnológica con otras empresas, instituciones, etc.</p> <p>El sistema informático de LAMBDA se apoya en el concepto de gestión documental. Es decir, un sistema computarizado que utiliza herramientas o programas informáticos para rastrear y almacenar documentos electrónicos y/o imágenes de documentos soportados en papel. Sin embargo, el sistema de I+D+i queda marginado de estas herramientas.</p>	

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
30	8ª Reunión del proceso de diseño e implantación del sistema de gestión de I+D+i	11 de Septiembre 2007	2 horas	<p>comparto el conocimiento y mis capacidades con otras empresas o instituciones.</p> <p>Hoy, se inicia a discutir el proceso de difusión del sistema, el cual, comienza con una charla a los miembros del comité I+D+i y especialistas.</p> <p>La charla explicara el concepto de innovación, porque debemos innovar y certificarnos y las actividades que contempla el sistema de I+D+i.</p> <p>Se aprueba el subproceso SPR3 “Análisis y selección de ideas”</p>	Es importante señalar que cada subproceso del sistema debe contener indicadores que indiquen su comportamiento.	<p>Acta de reunión I+D+i: 008S-07...\Actas de sistema de I+D+i\ACTA_08S-2007.rtf</p> <p>Subprocesos SPR4: Planificación y seguimiento de proyectos. Productos de I+D+i...\Procedimientos de I+D+i-LAMBDA\SPR4 Planif y Seguim Proyectos.Producto IDi-1.rtf</p> <p>Proyecto de I+D+i “Puente ejecutado mediante el sistema de vigas preensambladas”...\Proyectos\Puente\PROYECTO COMPLETO.pdf</p>
31	9ª Reunión del proceso de diseño e implantación del sistema de gestión de I+D+i	25 de Septiembre 2007	3 horas	<p>PLAN DE DIFUSIÓN: Su objetivo es comunicar a toda la organización las actividades contempladas en el sistema, motivar al personal a aportar ideas innovadoras según los procedimientos del sistema. Para ello, se definen dos rasgos del plan de difusión: claridad y continuidad. Además, se establecen como herramientas de</p>	<p>¿Quién es la pieza clave del proceso innovador en el sector de la construcción encargados de obras, toda la organización o dirección?</p> <p>Los encargados de obras juegan un rol importante en la generación de innovaciones provenientes de problemas de obras. La dirección genera innovaciones orientadas a mejorar la posición competitiva de la</p>	Acta de reunión I+D+i: 009S-07... \Actas de sistema de I+D+i\ACTA_09S-2007.rtf

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				<p>comunicación: a) boletín interno, b) correo electrónico, c) reuniones y d) jornadas de innovación.</p> <p>Se aprueba el subproceso SPR4 “Planificación y seguimiento de proyectos de I+D+i”</p>	<p>empresa con respecto a sus competidores.</p> <p>¡No existen ni metas ni objetivos! (Importante)</p>	
32	10ª Reunión del proceso de diseño e implantación del sistema de gestión de I+D+i	15 de Octubre 2007	3 horas	<p>Se discute los objetivos de la primera reunión de los miembros del comité I+D+i, siendo estos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Realización del DAFO 2. Selecciona indicadores de desempeño de cada subproceso 3. Aprobar plan de difusión <p>Tres son las características solicitadas por los miembros de grupo para el proceso de implantación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Procesos del sistema deber ser simples para su comunicación y uso efectivo. 2. Comunicación constante a los miembros de la organización. 3. Formación. <p>Los indicadores propuestos para el sistema de I+D+i son 44. Están orientados, básicamente, a medir la cantidad de inputs y resultados de cada subproceso.</p>	<p>Los subprocesos y procesos del sistema tienen indicadores de desempeño y metas.</p> <p>La implantación del sistema se apoya en la comunicación y formación. Faltan incentivos.</p>	<p>Acta de reunión I+D+i: 010S-07.\..\LAMBDA\Actas_Sistema I+D+i\2007\ACTA_10S-2007.pdf</p>
33	11ª Reunión del proceso de diseño e implantación del sistema de gestión de I+D+i	19 de Octubre 2007	3 horas	<p>Durante esta sesión se comienza la realización del DAFO. Aunque, las personas seleccionadas dentro de la organización son las más idóneas por conocer la organización y el sector de la construcción hace evidente la</p>	<p>Dos aspectos claves que son resultados de esta reunión:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Principal amenaza: la innovación dentro del sector es un aspecto secundario. 2. Principal debilidad: carencia de la estructura técnica para innovar 	<p>Acta de reunión I+D+i: 011S-07.\..\LAMBDA\Actas_Sistema I+D+i\2007\ACTA_11S-2007.pdf</p>

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				<p>necesidad de una formación en estrategia y la técnica del DAFO. Es fundamental entender conceptualmente cada uno de estos temas. Además, existe un desconocimiento del sector de la construcción y sus empresas, por parte del asesor. En consecuencia, se disminuye la calidad del resultado.</p>	<p>y "un sistema para transmitir la vivencia de la innovación".</p> <p>La observación muestra que la mayoría se dedica a las actividades de producción.</p> <p>Se hace necesario que las empresas formen a sus cargos directivos en estrategia y previsión tecnológica.</p> <p>Existe el deseo por parte de los miembros del comité e informantes claves que la innovación sea algo más que la certificación.</p> <p>LAMBDA para generar e impulsar una cultura innovadora considera tres medios o mecanismos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer en el perfil del cargo funciones y competencias relacionadas directamente con la innovación. 2. Formación en I+D+i 3. Recompensas o premios a los miembros más activos en esta labor. 	
34	12ª Reunión del proceso de diseño e implantación del sistema de gestión de I+D+i	29 de Octubre 2007	3 horas	<p>Las líneas de vigilancia establecidas para el sistema son:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Competidores: empresas certificadas por la UNE 166002 y proyectos de I+D+i en desarrollo o certificados. b. Clientes: requerimientos o necesidades futuras; normativa administración pública, concesiones. c. Entorno: <ol style="list-style-type: none"> i. Externo: fiscalidad y 	<p>El departamento de innovación deberá ser capaz de fomentar una cultura innovadora; vigilar el entorno interno y externo en búsqueda de ideas y oportunidades para innovar; desarrollar y gestionar proyectos.</p> <p>El sistema de I+D+i carece de una actividad para la vigilancia del entorno interno.</p>	Acta de reunión I+D+i: 012S-07... \Actas de sistema de I+D+i\ACTA_12S-2007.rtf

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				subvenciones ii. Interno: procesos internos d. Tecnología: sostenibilidad y medio ambiente, innovación en materiales y residuos, energías renovables y eficiencia energética; sistemas de gestión. e. Proveedores: nuevos materiales o productos.		
35	13ª Reunión del proceso de diseño e implantación del sistema de gestión de I+D+i	21 de Noviembre 2007	3 horas	<p>Se discute los aspectos más relevantes del DAFO realizado a informantes claves de la empresa.</p> <p>Se discute el estado de avance del plan de difusión y se planifica la primera reunión del comité de I+D+i.</p> <p>También, se distribuye la elaboración de las encuestas a las partes interesadas en el sistema.</p>	<p>Como reflejamos la importancia que tiene la innovación para los responsables de su implementación.</p> <p>Para incrementar la innovación la empresa debe desarrollar una cultura en innovación; mejorar sus procesos de transferencia del conocimiento; incrementar su participación y capacidad de decisión en las del proceso proyecto-construcción.</p> <p>El DAFO complementa al elaborado por la UPV. Un aspecto importante es que: Las empresas constructoras que participan del diseño y explotación de los proyectos de construcción tienen mayores posibilidades de innovar. Las concesiones y el desarrollo de proyectos de construcción propios dan mayor libertad para innovar.</p> <p>La innovación como proceso puede ser evaluada y mejorada según la metodología “Planificar-Hacer-Verificar-Actuar”.</p> <p>La innovación puede generar mejoras radicales a las NO-conformidades</p>	<p>Acta de reunión I+D+i: 013S-07...\Actas de sistema de I+D+i\ACTA_13S-2007.rtf</p> <p>DAFO en I+D+i (Presentación de resultados)...\DAFO\Resultados Ejercicio DAFO I+D+i.ppt</p>

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
					detectadas. La innovación da la oportunidad a las empresas a buscar soluciones radicales o mejoras substanciales a los problemas.	
36	14ª Reunión del proceso de diseño e implantación del sistema de gestión de I+D+i	10 de Diciembre 2007	2 horas	<p>Se realiza el control y el seguimiento de las actividades para la certificación del sistema. No existe un avance significativo en las actividades requeridas para la certificación.</p> <p>Se discuten las encuestas a las partes interesadas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interna • Proveedores • Directivos • Falta clientes 	<p>Las encuestas a clientes, proveedores, dirección y resto de la organización pueden ser una herramienta útil para conocer la situación del entorno en innovación, pero, la necesidad de simplicidad, restringe la profundidad de los resultados.</p> <p>Se plantea estudiar el proceso de implantación del sistema de acuerdo al modelo de Kotter, dado que es necesario asegurar, que una vez certificado, el sistema se mantiene más allá de las necesidades de certificaciones futuras.</p> <p>Además, sería interesante conocer las barreras existentes actualmente a la implementación del sistema.</p> <p>Para incentivar la innovación es recomendable solicitar a la dirección señalar la puntuación de este ítem en cada licitación.</p>	<p>Acta de reunión I+D+i: 014S-07...\Actas de sistema de I+D+i\ACTA_14S-2007.rtf</p> <p>Encuesta interna de LAMBDA...\Encuestas\ENCUESTA INTERNA.xls</p> <p>Encuesta a proveedores...\Encuestas\Encuesta Proveedores LAMBDA.doc</p> <p>Encuesta de innovación a directivos...\Encuestas\ENCUESTA DE INNOVACIÓN LAMBDA-2 Versión.doc</p>
37	15ª Reunión del proceso de diseño e implantación del sistema de gestión de I+D+i	28 de Enero 2008	3 horas	<p>Se rechaza la opción de recompensar o premiar las ideas o participación en las actividades de innovación de los miembros de la organización.</p> <p>Existe un retraso de las actividades de difusión y certificación, y por</p>	<p>Las empresas constructoras carecen de las capacidades para generar proyectos de I+D+i para concursos públicos en I+D.</p> <p>Queda claro que la asignación de una única persona, por parte de LAMBDA, para llevar a cabo este</p>	<p>Acta de reunión I+D+i: 015S-07...\Actas de sistema de I+D+i\ACTA_15S-2008.rtf</p> <p>Carta de difusión de inicio del sistema; enviado por</p>

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				<p>lo tanto, es necesario su reprogramación.</p> <p>El orden de las actividades es el siguiente: la primera reunión del comité de I+D+i, 15 de Febrero; auditoría interna, primeros días de Mayo del 2008; y auditoría de certificación, a finales de Mayo del 2008.</p> <p>En la reunión del 15 de Febrero el comité debe fijar objetivos, metas, estrategia e indicadores de desempeño de los subprocesos del sistema, además de señalar los responsables y el plazo para su cumplimiento.</p> <p>Se entrega a LAMBDA información sobre concursos a los cuales empresas pueden presentar para conseguir ayudas y subvenciones.</p>	<p>proceso de certificación es insuficiente.</p>	<p>Ricardo Lacort. Actas de sistema de I+D+i/Carta de difusión del sistema I+D+i.jpg</p>
38	Charla de presentación del sistema de I+D+i en las oficinas centrales	12 de Febrero de 2008	1 hora	<p>Esta charla es parte de proceso de difusión del sistema. Durante esta, se explica el sistema y los resultados esperados en I+D+i. Además, se desarrollan las razones que llevan a LAMBDA a adoptar el sistema de I+D+i:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manejar correctamente las nuevas exigencias tecnológicas. • Poder competir en mejores condiciones en licitaciones públicas. • Existe una relación empírica entre innovación y resultados 	<p>La principal razón es “poder competir en mejores condiciones en licitaciones públicas”.</p> <p>La necesidad de mejorar la competitividad de las empresas en las ofertas públicas impulsa a las empresas a certificarse. El cliente con sus requerimientos impulsa la innovación.</p> <p>Aspectos importantes a considerar en el sistema es la importancia de las ideas que provienen de los colaboradores, el rol de la vigilancia</p>	<p>Manual de acogida (..\LAMBDA\Copia I+D+i\UNE166002 Gestión I+D+i\DOC TRABAJO\DIFUSIÓN\manual acogida 03.doc)</p> <p>Acta charla de presentación del sistema de I+D+i (..\LAMBDA\Actas Sistema I+D+i\2008\ACTA_Charla de presentación Castellón.doc)</p>

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				<p>financieros mejores.</p> <ul style="list-style-type: none"> Los clientes exigen mejores respuestas a sus problemas. <p>Para lograr el éxito es necesaria la diferenciación en los productos y servicios que ofrecen las empresas. Diferenciación que le permita competir en mercados regionales, nacionales e internacionales.</p> <p>La empresa define innovación "como la generación o introducción de nuevos procesos o productos que generan valor a los clientes o mejoran los procesos diarios".</p>	como fuente de ideas y la flexibilidad de las líneas de innovación.	
39	1ª Reunión del comité de calidad e I+D+i	15 de Febrero 2008	1,5 horas	Primera reunión del comité de I+D+i	<p>Selección de indicadores del sistema</p> <p>Selección de ideas para anteproyectos</p>	Acta de reunión del comité ..\Comite UGIDI\CIERRE 2007 15feb.rtf
40	16ª Reunión del proceso de diseño e implantación del sistema de gestión de I+D+i	22 de Febrero 2008	3 horas	<p>Se observa un retraso en las actividades, pero, la existencia de un plazo para certificarse obliga a acelerar la realización de estas, lo cual, significa desarrollar o realizar las actividades con los mínimos estándares.</p> <p>DEBEMOS CUMPLIR LAS FECHAS</p> <p>El responsable ejecutivo de la I+D+i abandona la organización; esto es un ejemplo de la necesidad de proteger la información que significa una ventaja con respecto a la competencia.</p>	<p>Las empresas constructoras deben desarrollar procesos para la protección de la información clave.</p> <p>La existencia de un proceso de innovación y la identificación de sus actividades permite a las empresas constructoras subcontratar estas actividades. De esta forma, permite vencer las debilidades señaladas con anterioridad.</p> <p>Se discute las actividades por completar dentro del plan para la certificación de la empresa. Se concluye que son tareas exclusivas de LAMBDA, dado que, debe realizar y</p>	Acta de reunión I+D+i: 016S-07..\Actas de sistema de I+D+i\ACTA_16S-2008.rtf

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				<p>Se señala la importancia de adecuar los datos, información, informes y evidencias sobre innovación a lo señalado en los subprocesos del sistema de I+D+i. Igual de importante es la existencia de evidencias en cada actividad de los subprocesos del sistema.</p>	<p>documentar las actividades realizada por ella.</p> <p>El plan de incentivo NO contempla recompensas. Este se basa en definir responsabilidades, funciones y formación del personal de I+D.</p>	
41	Comité de especialista y expertos	10 de Abril de 2008	2 horas	<p>El director de I+D+i describe, lo que, para él es el proceso de innovación: (Idea → Anteproyecto → Proyecto → Certificación UNE 166000 → Degravaciones fiscales).</p> <p>El asesor compara la calidad con la innovación.</p> <p>El asesor remarca la necesidad de premiar o recompensar los beneficios de la innovación, aunque, introduce la posibilidad de recompensas indirectas, ej.: incluir los beneficios tributarios como utilidades de los proyectos de construcción que implantaron la innovación.</p> <p>El asesor señala un camino inicial del proceso innovador ajeno al planteado al sistema. Este camino es la búsqueda dentro de la empresa de proyectos de I+D+i realizados o en proceso y NO documentados.</p>	<p>Las ideas de proyecto de innovación del comité están focalizados a mejorar procesos constructivos, su documentación, estandarización como procesos constructivos y transferencia a todos los miembros de la organización.</p>	<p>Acta de comité de especialistas y expertos ..\Comite de especialistas y expertos\ACTA_01-COMITÉ_2008.rtf</p> <p>Acta de Mesa de debate: Edificación ..\Comite de especialistas y expertos\ACTA_01-EDIFICACIÓN_2008.rtf</p> <p>Acta de Mesa de debate: Obra civil ..\Comite de especialistas y expertos\ACTA_01-OBRA CIVIL_2008.rtf</p> <p>Acta de Foro Especialita en las áreas de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vigilancia del entorno ..\Comite de especialistas y expertos\ACTA_01E-ENTORNO2008.rtf 2. Competidores. ..\Comite de especialistas y

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
						<p>expertos\ACTA_01E-COMPETIDORES2008.rtf</p> <p>3. Tecnología ..\Comite de especialistas y expertos\ACTA_01E-TECNOLOGÍA2008.rtf</p> <p>4. Clientes. ..\Comite de especialistas y expertos\ACTA_01E-CLIENTES2008.rtf</p> <p>5. Proveedores. ..\Comite de especialistas y expertos\ACTA_01E-PROVEEDORES2008.rtf</p>
42	1º Reunión de grupo de trabajo mixto LAMBDA-UPV	14 y 15 de abril de 2008	12 h (aprox.)	Análisis de comité de especialistas y expertos. Se agrupan las ideas según sus líneas estratégicas, área (edificación u obra civil) y origen de la innovación.	El 51% (25 ideas de 49) de las ideas del comité de especialistas corresponden a problemas de obras.	<p>Acta de reunión comité de especialistas y expertos. ..\ACTA_Comité de Especialistas y expertos01-2008.rtf</p> <p>Mapa de ideas del comité de especialistas y expertos. ..\..\My Maps\Análisis ideas tabla LUBANOVA.mmap</p>
43	13º Reunión de UPV-LAMBDA	17 de abril de 2008	3 horas	<p>Análisis de la tabla de ideas en I+D+i. Existe un total de 21 ideas; La mayoría relacionadas con el sector de la edificación.</p> <p>Su agrupación dentro de las líneas estratégicas de la empresa arroja que:</p> <ul style="list-style-type: none"> Trece de ellas son referentes a procesos o productos de la 	<p>Las empresas para innovar deben focalizar sus esfuerzos en desarrollar herramientas para la documentación, difusión y análisis del conocimiento.</p> <p>En las empresas constructoras dedica gran parte de su esfuerzo innovador a realizar mejoras técnicas de procesos.</p> <p>El 38% (8 ideas de 21) de las ideas de</p>	<p>Tabla de ideas em I+D+i. ..\LAMBDA\Actas de comité de especialistas y expertos\Tabla resumen Lubanova21-definitiva.doc</p>

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				<p>edificación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uno esta orientada a obras civiles. • Dos a materiales de la construcción. • No hay ninguna orientada a energías renovables. • Cuatro están relacionadas con la gestión de la empresa; siendo lo más destacable la necesidad de elaborar fichas técnicas, memorias de obras, seminarios, etc. En otras palabras, técnicas que aseguren la transferencia de lo aprendido de un proyecto a otro. • Finalmente, una idea esta focalizada incrementar la imagen en I+D+i de la empresa. 	la tabla de ideas de I+D+i corresponden a soluciones de problemas de obras.	
44	17ª Reunión del proceso de diseño e implantación del sistema de gestión de I+D+i	25 de Abril 2008	2 horas	<p>A tres día de la auditoría interna queda pendiente por documentar el comité de especialista y experto, anteproyectos de I+D+i, evaluación y selección de ideas por el comité, etc. Sin embargo, el plazo es suficiente para realizar esta tareas.</p> <p>Una causa probable del atraso es el abandono del responsable ejecutivo de la I+D+i de la empresa, ya que no se ha nombrado un reemplazo en las actividades para la certificación.</p>	Las actividades para la certificación de LAMBDA se atrasan hasta el último momento, pero lo más importante, es la ausencia de alguien con dedicación exclusiva a este tipo de actividad.	Acta de reunión I+D+i: 016S-07... \Actas de sistema de I+D+i\ACTA_16S-2008.rtf
45	Auditoría interna	30 de Abril 2008	5 horas	La empresa asesora realiza la auditoría del sistema de I+D+i	Destaca la necesidad de desarrollar un documento que explique de mejor	Informe de Auditoría del sistema de

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
				elaborado para LAMBDA.	manera el sistema de I+D+i, la organización, procesos y competencia y funciones del personal. También, la necesidad de integrar mejor la política y estrategia de innovación a la estrategia de la empresa.	Gestión...\ Auditoría\Informe Audit 30-5-2008.rtf Complemento Informe de Auditoría del sistema de Gestión...\ Auditoría\Complemento Informe Audit 30-5-2008.rtf
46	2º Reunión de grupo de trabajo mixto LAMBDA-UPV	9-14 de Mayo de 2008	18 horas (aprox.)	Subsanación de no conformidades de la auditoría interna. Las observaciones del informe de auditoría del sistema de gestión de I+D+i son corregidas.	Falta anteproyectos para colaborar que se ejecutan todas las etapas del proceso de gestión establecidos. No se especifica claramente las funciones y responsabilidades del personal de I+D+i Ha y que corregir contratos para incorporar la reserva o protección del información clave del sistema Falta el informe control y seguimiento de los proyectos de I+D+i en ejecución	
47	3ª Reunión de grupo de trabajo mixto LAMBDA-UPV	10-15 de Mayo de 2008	15 horas (aprox.)	Seguimiento de proyectos de I+D+i de LAMBDA-Constructora, redacción para cada proyecto según la ficha de control y seguimiento de proyectos de I+D+i	Los proyectos están atrasados principalmente a que su realización es una parte secundaria de las actividades de los responsables de los proyectos. Otras razones es la falta de capacitación en proyectos de I+D e incentivos.	
48	4ª Reunión de grupo de trabajo mixto LAMBDA-UPV	19-21 de Mayo de 2008	18 horas (aprox.)	Análisis de las encuesta de las partes interesadas	LAMBDA proyecta una imagen innovadoras al exterior. Se reconoce dentro de la organización la sistematización del sistema de I+D+i, además, de la cultura innovadora.	Informes de encuestas • Directivos...\ Encuesta s\Análisis ENCUESTA DE INNOVACIÓN LAMBDA 2da Fase-2008.rtf

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
						<ul style="list-style-type: none"> • Proveedores..\Encuestas\Informe- Análisis proveedores.rtf • Interna..\Encuestas\Informe- Análisis encuesta interna- Mayo 2008.rtf
49	2ª Reunión del comité de calidad e I+D+i	26 de Mayo 2008	2 horas	Segunda reunión del comité	<p>Se seleccionan ideas para anteproyectos. 5 ideas seleccionadas para anteproyectos.</p> <p>Al parecer, la implantación del sistema de I+D+i esta significando un incremento de tareas en el departamento de calidad. Las razones podrían ser varias:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Participación de este departamento en el proceso implantación. 2. La integración de ambas sistema en un solo comité, también implica, un aumento en las tareas de preparación de la documentación y redacción de actas. <p>Ambos sistemas, calidad e innovación, han sido integrados, tanto en sus políticas, procedimientos y reuniones del comité.</p> <p>De esta integración. se excluye los indicadores de seguimiento que son particulares a cada proceso. De todas formas, se espera que el sistema de innovación potencie el desempeño de calidad.</p>	<p>Acta de comité de calidad e I+D+i: ..\Comite UGID\26-05-08 I+D+I ACTA.rtf</p> <p>Informe comite de calidad e I+D+i..\Comite UGID\26-05-08 I+D+I INFORME.rtf</p>
50	5ª Reunión de grupo de trabajo mixto LAMBDA-UPV	27-28 de Mayo de 2008	14 horas (aprox.)	Redacción de anteproyectos de I+D+i de las mejores ideas seleccionadas por el comité de calidad e I+D+i	Se demuestra la falta de formación del personal en la búsqueda bibliográfica sobre el tema, además, de la carencia de recursos para	Anteproyecto de I+D+i..\Proyectos\Modulos centros escolares\Formulario-

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
					<p>ejecutar esta labor.</p> <p>Queda claro la necesidad de formar al personal de departamento de I+D+i en procesos de investigación.</p> <p>También, falta mejora la vinculación con el entorno para apoyarse en otras instituciones.</p>	AnteproyectosPREFABRICADOS-correcto.doc
51	Reunión de la Dirección de LAMBDA-Constructora	28 de Mayo de 2008	4 horas	Aprobación de anteproyecto seleccionado como proyecto de I+D+i.	El proyecto de módulos para centros escolares es aprobado porque se espera un incremento de licitaciones en este tipo de edificaciones por la administración pública.	
52	6º Reunión de grupo de trabajo mixto LAMBDA-UPV	28-30 de Mayo de 2008	20 horas (aprox.)	Redacción del diseño y planificación detallada del proyecto "Módulos prefabricados de centros escolares".	Evidencia de falta de competencias y recursos para planificar proyectos de I+D+i.	<p>Diseño detallado ..\Proyectos\Modulos centros escolares\Diseño detallado educ.doc</p> <p>Planificación del proyecto ..\Proyectos\Modulos centros escolares\Planificación de actividades y recursos.doc</p>
53	Auditoría de certificación AENOR	31 de Mayo 2008	6 horas	Auditoría por AENOR	<p>Nuevamente las observaciones se refieren a la necesidad de la existencia de un Manual de I+D+i similar al de calidad. Además, los cargos del personal de I+D+i no especifican sus requisitos.</p> <p>Falta formación en técnicas y herramientas para la evaluación, planificación, seguimiento y control de proyectos y carteras de I+D.</p> <p>Las empresas constructoras deben desarrollar las capacidades para la gestión de proyectos y carteras de</p>	<p>Hoja de datos ..\Auditoría\Becsa.rtf</p> <p>Informe de Auditoría ..\Auditoría\I-BecsaIDI-Fase1-2.rtf</p>

Cd.	Suceso	Fecha	Duración	Descripción de la actividad.	Evidencias	Documentación
					<p>I+D+i.</p> <p>Finalmente el sistema carece de un procedimiento para detección y generación de innovaciones desde obras y los incentivos necesarios para innovar.</p>	
54	7º Reunión de grupo de trabajo mixto LAMBDA-UPV	16-19 de Junio de 2008	16 horas (aprox.)	<p>Subsanación de No Conformidades AENOR.</p> <p>Envío de acciones correctivas a AENOR.</p>	<p>LAMBDA-Constructora elabora su Manual de I+D+i.</p> <p>Establece formalmente un organigrama.</p> <p>Corrige la ficha de control y seguimiento de proyectos de I+D+i.</p> <p>Incorpora los resultados de las encuestas al proceso de vigilancia y creatividad.</p>	
55	Certificación de la empresa	14 de Julio de 2008		Certificado UNE 166002 por AENOR		

A.4 CUESTIONARIOS DE VALIDACIÓN INTERNA

ENCUESTA EXTERNA EN I+D+i

P1. ¿Existe en la empresa una reflexión estratégica sobre la innovación en la empresa?

- a. No existe reflexión estratégica alguna
- b. Existe una reflexión intuitiva sin seguir unas pautas claras en lo referente a innovación
- c. La reflexión estratégica de la empresa incluye algún seguimiento de las tendencias de innovación en el mercado.
- d. La reflexión estratégica está basada en un proceso sistemático de seguimiento de tendencias tecnológicas; las evoluciones de otras empresas competidoras y del mercado son también esenciales.

P2. ¿Buscan los responsables de la empresa posibles iniciativas innovadoras emergentes que puedan acabar convirtiéndose en proyectos de innovación?

- a. No existe ni un esfuerzo ni consciencia de la posibilidad de aprovechar innovaciones emergentes.
- b. Las innovaciones emergentes son aprovechadas simplemente por casualidad.
- c. Se reconoce la importancia de la innovación emergente distribuida a lo largo de la organización; se intenta aprovechar y reconocer dichos esfuerzos.
- d. Se anima a los diferentes miembros de la organización para que desarrollen iniciativas innovadoras; se hace un seguimiento sistemático de dichas iniciativas; se crean grupos de proyecto para aquellas que muestran un buen potencial.

P3. ¿Tienen los miembros de la empresa el tiempo y los incentivos para implicarse en actividades de innovación?

- a. La innovación no es una prioridad para la empresa.
- b. Se habla de innovación como algo positivo pero al final no se dedican ni tiempo ni incentivos para desarrollarla.
- c. La empresa permite que sus miembros se dediquen a actividades de innovación; a menudo ni los recursos dedicados ni los incentivos son suficientes.
- d. La empresa reconoce el tiempo dedicado a las actividades de innovación; los miembros de la organización se implican voluntariamente en actividades de innovación y son reconocidos por ello.

P4. ¿Innova la empresa en sus procesos fundamentales?

- a. La empresa no tiene definidos sus procesos y se producen cambios en los procesos fundamentales sólo cuando se detectan problemas graves.
- b. La empresa conoce sus procesos fundamentales y concentra todos sus esfuerzos en las actividades ordinarias de explotación aportando periódicamente mejoras incrementales.
- c. La empresa tiene indicadores fiables para sus procesos fundamentales y promueve proyectos de innovación cuando los resultados se alejan en gran medida de los objetivos establecidos.
- d. La empresa utiliza la innovación en sus procesos fundamentales como un arma competitiva; se trabaja conjuntamente con clientes y proveedores para innovar a lo largo de todos los procesos fundamentales.

P5. ¿Hace la empresa un seguimiento de las tecnologías relacionadas con sus principales competencias?

- a. La empresa no hace ningún tipo de seguimiento
- b. Algunas personas de la empresa hacen algún tipo de seguimiento no organizado.
- c. La empresa tiene un proceso formalizado de seguimiento tecnológico.

- d. La empresa conoce y potencia el seguimiento de tecnologías fundamentales; existe un plan a medio y largo plazo de desarrollo de competencias tecnológicas

P6. ¿Existe en la empresa una concepción clara de cómo se generan el conocimiento y el aprendizaje?

- a. Dichos temas no generan interés en la empresa; los temas diarios de gestión requieren toda la atención. Se ha oído hablar de dichos temas y se cree que un programa informático podría ayudar a la generación del conocimiento
- b. La empresa sabe que la generación del conocimiento es difícil; concentra la mayoría de los recursos en las bases de datos y en la transmisión de información.
- c.
- d. La empresa conoce los fundamentos de la generación del conocimiento; se promueven grupos de proyecto y pruebas piloto para generar el aprendizaje; existe una cultura de experimentación.

P7. ¿Dispone la empresa de un departamento de I+D+i?

- a. No.
- b. No, pero estamos interesados en crearlo.
- c. Sí, es unipersonal.
- d. Sí, es multipersonal.

P8. ¿Está la empresa certificada por la norma ISO 9000?

- a. No
- b. No, pero estamos interesados.
- c. No, pero estamos en proceso de certificación.
- d. Sí.

P9. ¿Está la empresa certificada por la norma ISO 166001?

- a. No
- b. No, pero estamos interesados.
- c. No, pero estamos en proceso de certificación.
- d. Sí.

P10. ¿Está la empresa certificada por la norma ISO 166.002?

- a. No
- b. No, pero estamos interesados.
- c. No, pero estamos en proceso de certificación.
- d. Sí.

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ENCUESTA INTERNA A DIRECTIVOS EN I+D+i (1ª encuesta)

El cuestionario de 16 preguntas con 4 opciones de respuesta para cada una de ella

Innovación desde el punto de vista conceptual.

P1. Para usted la innovación es:

- e. Una tarea asociada a la investigación, donde es necesario gastar para obtener ideas.
- f. Una tarea que consiste en obtener negocio de ideas ya existentes.
- g. Una tarea que se debe externalizar, y por tanto comprar las ideas innovadoras.
- h. Es una moda actual, que realmente no tiene influencia en el sector de la construcción.

P2. ¿Se conocen en la empresa los requisitos fundamentales que se necesitan para poder definir una actividad como innovadora?

- a. La empresa realiza actividades de innovación de forma intuitiva. Las actividades de innovación y explotación no están claramente diferenciadas.
- b. No existe un esfuerzo innovador ni se conocen los elementos que la identifican.
- c. La empresa sabe que la base de la innovación se halla en el valor añadido creado para el cliente. La actividad innovadora está claramente sistematizada.
- d. Las actividades de innovación están claramente diferenciadas y se establecen grupos de proyecto para gestionarlas.

Innovación desde el punto de vista estratégico.

P3. Diga si su empresa

- a. Hacemos lo mismo que el resto de las empresas constructoras de nuestro tamaño.
- b. Queremos diferenciarnos respecto a la competencia generando productos novedosos que no ofrece el resto de la competencia.
- c. Nuestra empresa se diferencia en alguna cosa con respecto a la competencia.
- d. Analizamos en profundidad las necesidades presentes y futuras de nuestros clientes y nos adelantamos en ofrecer soluciones novedosas.

P4. ¿Existe una reflexión estratégica sobre la innovación en la empresa?

- a. Existe una reflexión intuitiva sin seguir unas pautas claras en lo referente a la innovación.
- b. La reflexión estratégica de la empresa incluye algún seguimiento de las tendencias de innovación en el mercado.
- c. No existe reflexión estratégica alguna.
- d. La reflexión estratégica está basada en un proceso sistemático de seguimiento de tendencias tecnológicas. Las evoluciones de otras empresas competidoras y del mercado son asimismo esenciales.

P5. ¿Es consciente la empresa del esfuerzo innovador necesario en su sector de actividad?

- a. La empresa conoce intuitivamente el grado de importancia relativa de la innovación en su sector.
- b. No se habla de innovación o la innovación es un tema ampliamente desconocido.
- c. La empresa sigue la evolución de los esfuerzos innovadores en su sector e intenta adaptarse a la evolución del mercado.

- d. La empresa sigue la evolución del mercado e intenta anticipar la evolución futura basándose en su plan de desarrollo de competencias a través del contacto y de la experimentación sistemática con sus clientes.

Condiciones organizacionales para la integración de la innovación.

P6. ¿Busca los responsables de la empresa posibles iniciativas innovadoras emergentes que puedan acabar convirtiéndose en proyectos de innovación?

- a. Las innovaciones emergentes son aprovechadas simplemente por casualidad.
- b. No existe ni un esfuerzo ni consciencia de la posibilidad de aprovechar innovaciones emergentes.
- c. Se reconoce la importancia de la organización para que se desarrollen iniciativas innovadoras. Se intenta aprovechar y reconocer dichos esfuerzos.
- d. Se anima a los diferentes miembros de la organización para que desarrollen iniciativas innovadoras. Se hace un seguimiento sistemático de dichas iniciativas. Se crean grupos de proyecto para aquellas que muestran un buen potencial.

P7. ¿Tienen los miembros de la empresa el tiempo y los incentivos para implicarse en las actividades de innovación?

- a. La innovación no es una prioridad para la empresa.
- b. Se habla de innovación como algo positivo pero al final no se dedican ni tiempo ni incentivos para desarrollarla.
- c. La empresa permite que sus miembros se dediquen a actividades de innovación. A menudo ni los recursos dedicados ni los incentivos son suficientes.
- d. La empresa reconoce el tiempo dedicado a las actividades de innovación. Los miembros de la organización se implican voluntariamente en actividades de innovación y son reconocidos por ello.

P8. ¿Se pueden considerar que la empresa posee una cultura innovadora?

- a. La cultura de la empresa no es innovadora. No existe una corriente histórica de innovación.
- b. Han existido proyectos de innovación en el pasado. La organización reconoce algunos éxitos pasados sin tener una clara inclinación hacia la innovación.
- c. Los dirigentes se empeñan en crear una cultura innovadora siendo ellos los primeros que dan ejemplos contradictorios al resto de la organización.
- d. Existe una corriente histórica clara de innovación que genera comportamientos innovadores en los miembros de la organización. La organización reconoce de forma informal a aquellos que se implican y obtienen resultados en actividades.
- e.

Innovación y estructura organizacional.

P9. ¿Tiene la empresa una estructura organizacional preparada para la innovación?

- a. La empresa tiene una estructura rígida enfocada al control.
- b. Algunas partes de la empresa consiguen desarrollar algunos proyectos de innovación pero el resto de la organización genera barreras importantes que frenan dichas actividades.
- c. Los proyectos de innovación se suceden en la empresa con algunos problemas que se resuelven de forma puntual.

- d. La empresa tiene estructura plana que permite la generación de innovación. El departamento de I+D es fuerte y se organizan grupos de proyecto flexibles con amplia capacidad de actuación. La información fluye libremente.

P10. ¿Tienen la empresa en cuenta soluciones innovadoras en el caso de los procesos de relación con el cliente?

- a. La empresa no tiene identificados dichos procesos y las relaciones con los clientes se gestionan sin pautas previamente determinadas.
- b. Los procesos de relación con el cliente han sido identificados y se han introducido mejoras en algunos de ellos.
- c. La empresa busca sistemáticamente una coherencia entre procesos cliente y procesos de generación y provisión de la oferta.
- d. La empresa ha detectado la importancia de dichos procesos y comprado un programa informático que parece no funcionar y ha creado gran confusión en la empresa.

Innovación y procesos.

P11. ¿Innova la empresa en sus procesos fundamentales?

- a. La empresa conoce sus procesos fundamentales y concentra todos sus esfuerzos en las actividades ordinarias de explotación aportando periódicamente mejoras incrementales.
- b. La empresa no tiene definidos sus procesos y se producen cambios en los procesos fundamentales sólo cuando se detectan problemas graves.
- c. La empresa tiene indicadores fiables para sus procesos fundamentales y promueve proyectos de innovación cuando los resultados se alejan en gran medida de los objetivos establecidos.
- d. La empresa utiliza la innovación en sus procesos fundamentales como un arma competitiva. Se trabaja conjuntamente con clientes y proveedores para innovar a lo largo de todos los procesos fundamentales.

La innovación tecnológica y producto/servicio.

P12. ¿Hace la empresa un seguimiento de las tecnologías relacionadas con sus principales competencias?

- a. Algunas personas de la empresa hacen algún tipo de seguimiento no organizado.
- b. La empresa no hace ningún tipo de seguimiento.
- c. La empresa tiene un proceso formalizado de seguimiento tecnológico.
- d. La empresa conoce y potencia el seguimiento de tecnologías fundamentales. Existe un plan a medio y largo plazo de desarrollo de competencias tecnológicas.

P13. ¿Se interesa la empresa por averiguar cómo los distintos avances tecnológicos pueden beneficiar su corriente innovadora?

- a. La innovación no es una prioridad para la empresa. Las actividades ordinarias concentran toda la energía de la organización.
- b. Algunos desarrollos tecnológicos se han ido incorporando a la empresa sin que exista un análisis previo de sus implicaciones.
- c. La empresa valora la innovación tecnológica e intenta adaptarla a las distintas iniciativas de innovación.

- d. Cada proyecto de innovación tiene en cuenta y aplica sistemáticamente las tecnologías más adecuadas.

Gestión del conocimiento y aprendizaje.

P14. ¿Existe en la empresa una concepción clara de cómo se generan el conocimiento y el aprendizaje?

- a. Dichos temas no generan interés en la empresa. Los temas diarios de gestión toman toda la atención.
- b. La empresa sabe que la generación del conocimiento es difícil. Concentra la mayoría de los recursos en bases de datos y en la transmisión de la información.
- c. Se ha oído hablar de dichos temas y se cree que un programa informático podría ayudar a la generación del conocimiento.
- d. La empresa conoce los fundamentos de la generación del conocimiento. Se promueven grupos de proyecto y pruebas piloto para generar el aprendizaje. Existe una cultura de experimentación.

P.15 ¿Tiene la empresa un entorno adecuado para la generación del conocimiento?

- a. La organización promueve la generación del conocimiento pero el entorno de urgencia y stress forman una barrera importante.
- b. La empresa vive en un entorno de urgencia que no facilita la reflexión.
- c. La empresa no se interesa por el tema de la generación de conocimiento. Se concentra en las actividades cotidianas.
- d. Los miembros tienen tiempo para experimentar. El entorno es relativamente relajado. Se permite cometer errores.

P.16 ¿Se promueve en la empresa la creatividad y la generación de conceptos innovadores?

- a. No aparece como una prioridad.
- b. Se habla de la creatividad sin saber muy bien en qué consiste ni qué condiciones son necesarias para promoverla.
- c. La empresa promueve la creatividad y la generación de nuevos conceptos aunque a menudo se encuentran desconectados de un esfuerzo sistemático de innovación.
- d. La organización deja que los miembros actúen con libertad en las etapas iniciales de los proyectos de innovación. Existen procesos de vigilancia del entorno para incorporar nuevos conceptos. La creatividad y la generación de conceptos son una parte importante de los proyectos.

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ENCUESTA INTERNA A DIRECTIVOS EN I+D+i (2ª encuesta)

Esta encuesta repite las 16 preguntas e un bloque denominado “Difusión del sistema” que incorpora 4 preguntas. Estas últimas son:

Difusión del sistema

P.17 En su opinión, la comunicación al interior de la organización del sistema de I+D+i ha sido:

- a. Muy buena
- b. Buena
- c. Regular
- d. Mala

P.18 El sistema de I+D+i y sus procesos es entendidos por:

- a. Todos los miembros de la organización
- b. El personal directivo del área de construcción
- c. Las personas que participan directamente dentro del sistema; por ejemplo: especialistas, personal del departamento de I+D+i, expertos, etc.
- d. Solamente por la personas que intervinieron activamente en su concepción.

P.19 De los siguientes medios utilizados en la difusión del sistema de innovación ¿Cuál ha contribuido en mayor medida en su entendimiento del sistema?

- a. Correo electrónico
- b. Boletín interno
- c. TV interna de LAMBDA-Constructora
- d. Intranet
- e. Ninguno, se requiere de otro medio. ¿Cuál? _____

P.20 ¿Quiénes dentro de la organización son claves para el éxito del sistema de innovación propuesto, y en consecuencia, deberían recibir mayor información y capacitación?

- a. La dirección
- b. El personal administrativo
- c. El personal técnico
- d. Jefes de obra
- e. Todo el personal es clave

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ENCUESTA INTERNA EN I+D+i

1. Diga sí en su empresa:

- a. Hacemos lo mismo que el resto de las empresas constructoras de nuestro tamaño.
- b. Queremos diferenciarnos respecto a la competencia generando productos novedosos que no ofrece el resto de la competencia.
- c. Nuestra empresa se diferencia en alguna cosa con respecto a la competencia.
- d. Analizamos en profundidad las necesidades presentes y futuras de nuestros clientes y nos adelantamos en ofrecer soluciones novedosas.

2. ¿Buscan los responsables de la empresa posibles iniciativas innovadoras emergentes que pueden acabar convirtiéndose en proyectos de innovación?

- a. Las innovaciones emergentes son aprovechadas simplemente por casualidad.
- b. No existe ni un esfuerzo ni consciencia de la posibilidad de aprovechar innovaciones emergentes.
- c. Se reconoce la importancia de la organización para que se desarrollen iniciativas innovadoras. Se intenta aprovechar y reconocer dichos esfuerzos.
- d. Se anima a los diferentes miembros de la organización para que desarrollen iniciativas innovadoras. Se hace un seguimiento sistemático de dichas iniciativas. Se crean grupos de proyecto para aquellas que muestran un buen potencial.

3. ¿Se promueve en la empresa la creatividad y la generación de conceptos innovadores?

- a. No aparece como una prioridad.
- b. Se habla de la creatividad sin saber muy bien en qué consiste ni qué condiciones son necesarias para promoverla.
- c. La empresa promueve la creatividad y la generación de nuevos conceptos aunque a menudo se encuentran desconectados de un esfuerzo sistemático de innovación.
- d. La organización deja que los miembros actúen con libertad en las etapas iniciales de los proyectos de innovación. Existen procesos de vigilancia del entorno para incorporar nuevos conceptos. La creatividad y la generación de conceptos son una parte importante de los proyectos.

4. En su opinión, la comunicación a la organización del nuevo sistema de gestión de la I+D+i ha sido:

- a. Muy buena
- b. Buena
- c. Regular
- d. Mala

5. El sistema de gestión de la I+D+i y sus procesos es entendido por:

- a. Todos los miembros de la organización

- b. El personal directivo del área de construcción
- c. Las personas que participan directamente dentro del sistema; por ejemplo: especialistas, personal del departamento de I+D+i, expertos, etc.
- d. Solamente por la personas que intervinieron activamente en su concepción.

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ENCUESTA A PROVEEDORES Y SUBCONTRATISTAS EN I+D+i

LAMBDA-Constructora ha establecido la innovación como una herramienta fundamental para mejorar de la competitividad. LAMBDA-Constructora entiende la innovación como el uso o desarrollo de nuevos productos o servicios que significan un aumento de la competitividad. A continuación, se presenta una serie de preguntas y afirmaciones sobre diferentes aspectos requeridos por la actividad innovadora. Si corresponde a una afirmación, le pedimos que la lea atentamente y marque con una cruz la casilla que mejor represente su grado de acuerdo o desacuerdo con su contenido.

¿Es su empresa innovadora?

1	Su empresa realiza un esfuerzo sistemático por desarrollar iniciativas innovadoras en el sector de la construcción	Muy en desacuerdo	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4	Muy de acuerdo
2	¿Dispone su empresa de un departamento de I+D+i?	SI	<input checked="" type="radio"/> S <input type="radio"/> N	NO
3	¿Esta certificado por la Norma UNE 166002?	SI	<input checked="" type="radio"/> S <input type="radio"/> N	NO
4	¿Durante los tres últimos años ha desarrollado patentes o proyectos de I+D+i relacionados con el sector de la construcción?	SI	<input checked="" type="radio"/> S <input type="radio"/> N	NO

¿Es LAMBDA-Constructora innovadora?

5	LAMBDA-Constructora le exige mejorar sustancialmente sus productos y servicios para satisfacer sus requerimientos en obra	Muy en desacuerdo	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4	Muy de acuerdo
6	LAMBDA-Constructora es una empresa innovadora	Muy en desacuerdo	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4	Muy de acuerdo
7	LAMBDA-Constructora esta bien informado sobre sus productos y servicios para el sector de la construcción	Muy en desacuerdo	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4	Muy de acuerdo

¿Trabajamos juntos para innovar?

8	Su empresa participa activamente con LAMBDA-Constructora en el desarrollo e implementación de nuevos productos o procesos para el sector de la construcción	Muy en desacuerdo	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4	Muy de acuerdo
---	---	----------------------	---	-------------------

Resultados

9	¿En los últimos tres años, junto a LAMBDA-Constructora, hemos incorporado nuevos productos o servicios en el sector de la construcción?	SI	<input checked="" type="radio"/> S <input type="radio"/> N	NO
10	Continuamente, junto a LAMBDA-Constructora, hemos buscado soluciones novedosas a los problemas de las obras de construcción	Muy en desacuerdo	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4	Muy de acuerdo

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

A.5 CUESTIONARIOS DE VALIDACIÓN EXTERNA

ENCUESTA DE VALIDACIÓN PROPOSICIONES TESIS

CUESTIONARIO “LA GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN”

Estimado Sr.:

El presente cuestionario es fruto de una investigación sobre la gestión de la I+D+i en empresas constructoras que se realiza en el marco de una tesis doctoral en la Universidad Politécnica de Valencia. Los datos por usted suministrados nos permitirán validar los resultados obtenidos al aplicar la metodología de estudio del caso a una empresa piloto. Por ello, le rogamos que exprese su opinión al respecto.

El cuestionario tiene tres secciones. La primera, nos permite caracterizar la empresa. La segunda y la tercera parte contienen las preguntas para validar los resultados de la investigación, respecto a la I+D+i en general y a la implementación de un sistema de gestión en particular.

CONFIDENCIALIDAD

La información que usted proporcione será tratada confidencialmente y siempre de forma agregada, de manera que las opiniones particulares, que están protegidas por el secreto estadístico, no podrán ser identificadas. No se publicarán ni se facilitarán datos individualizados.

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Persona de contacto a quien dirigirse, en caso necesario, para consultas, aclaraciones o modificaciones sobre este cuestionario:

D./Dña.: _____
Cargo que ocupa en la empresa: _____
Teléfono: _____
Fax: _____
Correo electrónico: _____
Página Web de la empresa: _____

Nos comprometemos a enviarle los resultados de la investigación en un disco compacto (CD) que contenga una copia en pdf de la tesis doctoral.

LA EMPRESA

1. Caracterización básica

Año 2007

Cifra de negocio (total facturado en €, IVA no incluido)..... _____

Nº de empleados (total)..... _____

Recursos propios (en €)..... _____

Nº de delegaciones..... _____

2. ¿En que mercados geográficos participó la empresa durante el período 2007?

	<u>SI</u>	<u>NO</u>
Local/Regional.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nacional.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otros países de la Unión Europea.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resto de países.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. ¿Está certificada por la norma UNE 166002 de gestión de la I+D+i?

Sí	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. ¿Esta certificada por la norma ISO 9001 de gestión de la calidad?

Sí	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. ¿Esta certificada por la norma 14001 de gestión ambiental?

Sí	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. ¿Dispone de departamento de I+D+i?

Sí	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.1 ¿Coincide este departamento con el de calidad?

Sí	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. ¿Actividades de I+D+i?

Año 2007

- 1. Inversión en I+D+i (en €).....

- 2. Nº de Proyectos de I+D+i certificados por la norma UNE 166001.....

- 3. Nº de Proyectos de I+D+i en ejecución.....

- 4. Inversión en Convenios de Investigación con universidades u otros centros de investigación (en €).....

I+D+i EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS

1. Los siguientes enunciados hacen referencia a razones por las cuales las empresas constructoras podrían desarrollar proyectos de I+D+i (*indicar grado de importancia*)

<i>Grado de importancia</i>	<i>Elevado</i>	<i>Intermedio</i>	<i>Reducido</i>	<i>No pertinente</i>
a) Reducir la duración de los proyectos.....				
b) Acceder a nuevos mercados u obtener una mayor cuota de mercado.....				
c) Resolver problemas técnicos de la obra.....				
d) Responder a los requerimientos de los clientes.				
e) Cumplir requisitos normativos.....				
f) Obtener mayor calidad en las obras.....				
g) Mejorar la competitividad de la empresa.....				
h) Otra razón.....				

2. ¿Ha realizado su empresa alguna de los siguientes tipos de innovación? (*puntúe estos tipo de innovación; usted dispone de un máximo de 10 puntos para distribuir entre los siguientes enunciados*)

<i>Tipos de innovación</i>	<i>Puntuación</i>
a) La innovación de producto: Incorpora un bien o servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso que se destina	
b) La innovación de procesos: Introduce un nuevo proceso o mejora radical del existente, pudiendo implicar la introducción de cambios significativos en los equipos, materiales, programas informáticos, etc, utilizados por la empresa en sus procesos o procedimientos.	
c) La innovación organizativa: Utiliza nuevos métodos organizativos en las prácticas de la organización, siendo el resultado de decisiones estratégicas llevadas a cabo por la dirección de la empresa.	
d) La innovación en mercadotecnia: Aplica nuevos métodos de comercialización que suponen cambios significativos de diseño, posicionamiento, promoción o tarificación.	
Suma total	10

3. Los siguientes enunciados hacen referencia a aspectos de un sistema de I+D+i. En cada uno de ellos, marque con una cruz la casilla que mejor represente su grado de acuerdo o desacuerdo con su contenido.

<i>Enunciado</i>	<i>Muy de acuerdo</i>	<i>De acuerdo</i>	<i>En Desacuerdo</i>	<i>Muy en desacuerdo</i>	<i>No pertinente</i>
a) La implantación de un sistema de gestión de la I+D+i mejora la gestión del conocimiento de una empresa constructora					
b) Las empresas constructoras que adoptan un sistema de gestión de I+D+i conocen mejor su entorno externo					
c) La adopción de un sistema de gestión de la I+D+i en una empresa constructora permite innovar siguiendo una estrategia previamente definida.					
d) La existencia de un sistema de calidad certificado según la norma ISO 9001 facilita la implantación de un sistema de gestión de la I+D+i en las empresas constructoras					
e) El sistema de gestión de la calidad mejora el proceso de innovación.					
f) La innovación en la construcción requiere la participación de equipos multidisciplinares					
g) La implicación activa del jefe de obra en el proceso innovador tiene un impacto significativo en los resultados de la I+D+i de una empresa constructora					
h) El control de los procesos internos de una empresa constructora (producción y gestión fundamentalmente) constituye una fuente de información básica para la generación de ideas innovadoras					
i) La participación de socios tecnológicos, como consultores, subcontratistas y proveedores facilita la innovación de las empresas constructoras					
j) La normalización del proceso innovador aumenta el rendimiento en I+D+i de la empresas constructoras					
k) Los proyectos de innovación certificados que parten de los problemas de obras o requerimientos de los clientes acrecientan los resultados económicos					
l) La existencia de un sistema de gestión de la I+D+i estimula la contratación de empresas especializadas que aporten valor al proceso innovador					

4. La implantación y certificación del sistema de I+D+i de la empresa obedece principalmente a ...*(solo puede escoger una)*:

- Mantener la cuota de mercado en el sector público.
- Incrementar la puntuación en las licitaciones.
- Adoptar estrategia de crecimiento.
- Mejorar la imagen de la empresa.
- Desarrollar la capacidad de resolución de problemas.

5. Indique los efectos positivos que tuvieron los proyectos de I+D+i desarrollados por su empresa, señalando su importancia

<i>Grado de efecto positivo observado ("mejora de...")</i>	<i>Elevado</i>	<i>Intermedio</i>	<i>Reducido</i>	<i>No pertinente</i>
a) Capacidad de producción o prestación de servicios.....				
b) Puntuación en las licitaciones públicas.....				
c) Facultad técnica para la resolución de problemas.....				
d) Facturación.....				
e) Imagen pública.....				
f) Cuota de mercado.....				
g) Otros.....				

6. ¿Qué actores son relevantes en cada una de las siguientes etapas del proceso innovador?
(Ud. dispone de un máximo de 20 puntos en cada etapa para distribuir entre los actores que considere relevantes)

<i>Etapas</i>	<i>Generación de ideas</i>	<i>Selección de proyectos</i>	<i>Desarrollo de proyectos de I+D+i</i>	<i>Implementación de los proyectos (obra u empresa)</i>	<i>Transferencia de la innovación a otras obras</i>
a) Jefes de obra.....					
b) Departamento de I+D+i.....					
c) Gerencia.....					
d) Proveedores.....					
e) Subcontratistas.....					
f) Clientes.....					
g) Consultoras.....					
h) Centros de investigación.....					
i) Otros.....					
Total (etapa).....	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>20</i>

 7. ¿Cuáles son las principales barreras para innovar?

<i>Grado de importancia observado</i>	<i>Elevado</i>	<i>Intermedio</i>	<i>Reducido</i>	<i>No pertinente</i>
a) Infravaloración de la I+D+i como estrategia competitiva.....				
b) Falta de liderazgo en I+D+i.....				
c) Escasez de personal capacitado en I+D+i.				
d) Priorización de los procesos productivos.....				
e) Falta de incentivos.....				
f) Carencia de una cultura adecuada.....				
g) Deficiencia en los procesos de toma de decisiones.....				

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Modelo de competitividad en empresas	21
Figura 2.2	Ciclo de Shewart o Deming	28
Figura 2.3	Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos	29
Figura 2.4	Tipología de innovación	34
Figura 2.5	Modelo lineal	35
Figura 2.6	Modelo de Marquis	36
Figura 2.7	Modelo de Kline	37
Figura 2.8	Modelo UNE 166002	38
Figura 2.9	Modelo COTEC	39
Figura 2.10	Relación entre gestión de la innovación, gestión de la tecnología y gestión de I+D	42
Figura 2.11	El proceso de creación de conocimiento	46
Figura 2.12	Espiral de la creación de conocimiento organizacional	47
Figura 2.13	Ciclo de generación del conocimiento o ciclo interno	49
Figura 2.14	Metodología PHVA según la norma UNE 166002	61
Figura 2.15	Función de las unidades de I+D+i	62
Figura 2.16	Proceso de certificación de proyectos de I+D+i	68
Figura 2.17	Proceso de certificación de sistemas de gestión de I+D+i	68
Figura 2.18	Relación entre los elementos de una organización y los modelos de cambio	70
Figura 2.19	Tipologías de motores de cambio	73
Figura 2.20	Proceso de ocho pasos para liderar el cambio exitoso	79
Figura 3.1	Distribución de la licitación pública en el año 2006	86
Figura 3.2	Distribución de la licitación pública en el año 2006	86
Figura 3.3	Esquema general del proceso proyecto-construcción	88
Figura 3.4	Proceso de innovación constructoras-consultoras	96
Figura 3.5	Principales etapas del proceso de innovación	97
Figura 4.1	Artículos por quinquenio	111
Figura 4.2	Artículos por revista	111
Figura 4.3	Ejemplo de mapa mental (Artículo: “Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and system”)	115
Figura 4.4	Diagrama de afinidad simplificado para los artículos e ideas más destacadas	115
Figura 4.5	Estructura jerárquica de necesidad por innovar	120
Figura 4.6	Proceso de innovación en la construcción	122
Figura 4.7	Modelo del proceso de innovación	126
Figura 4.8	Modelo genérico de innovación	130
Figura 4.9	Disciplinas necesarias para la gestión de la I+D+i	131
Figura 4.10	Modelo de competitividad focalizado en la innovación (CFi)	141
Figura 4.11	Modelo de gestión de I+D+i para las empresas constructoras (GIDi)	142

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.12	El sistema de gestión de la I+D+i	143
Figura 5.1	Proceso de investigación	151
Figura 5.2	Convergencia de múltiples fuentes de evidencia: triangulación	156
Figura 5.3	Proceso de análisis de datos	159
Figura 5.4	Validación externa externa del caso del estudio	160
Figura 6.1	Modelo de análisis en I+D+i de la empresa	166
Figura 6.2	Cronograma de actuaciones realizadas en LAMBDA- Constructora	168
Figura 6.3	Organigrama general de la empresa	171
Figura 6.4	Organigrama del Área de Construcción	172
Figura 6.5	Proceso productivo de LAMBDA-Constructora	174
Figura 6.6	Evolución histórica de la facturación LAMBDA- Constructora	177
Figura 6.7	Extracto del pliego de cláusulas administrativas particulares del Ministerio de Fomento	185
Figura 6.8	El proceso de innovación de LAMDA-Constructora	187
Figura 6.9	Mapa conceptual del departamento de I+D+i de LAMBDA-Constructora	188
Figura 6.10	Organigrama de la LAMBDA-Constructora	189
Figura 6.11	Modelo de gestión de I+D+i en LAMBDA-Constructora	192
Figura 6.12	Actividad de vigilancia de LAMBDA-Constructora	193
Figura 6.13	Ejemplo de listado de fuente de información de LAMBDA-Constructora	193
Figura 6.14	Aplicación de gestión documental LAMBDA- Constructora	194
Figura 6.15	Ejemplo de vigilancia del factor clave: Procedimientos constructivos-Ahorro de tiempo y costes	194
Figura 6.16	Ejemplo de registro de idea dentro del sistema de I+D+i	195
Figura 6.17	Ejemplo de evaluación de ideas según los criterios	196
Figura 6.18	Ejemplo de priorización de ideas innovadoras	197
Figura 6.19	Cronograma de implantación del sistema de I+D+i en LAMBDA-Constructora	201
Figura 6.20	Certificado de contenido y ejecución proyecto de I+D+i LAMBDA-Constructora	208
Figura 7.1	Cronograma de líneas de actuaciones v/s cronograma de análisis de datos	218
Figura 7.2	Procedimiento de análisis de los datos de la empresa	219
Figura 7.3	Ejemplo de tabla de registro	220
Figura 7.4	Base de datos de evidencias	221
Figura 7.5	Ejemplo de un documento codificado	223
Figura 7.6	Listado de familias de códigos o categorías	224
Figura 7.7	Representación gráfica del proceso de innovación seguido por la empresa	224
Figura 7.8	Mapa conceptual del proceso de innovación seguido por LAMBDA-Constructora	226

LISTA DE FIGURAS

Figura 7.9	Nomenclatura gráfica de diagrama de argumentación	227
Figura 7.10	Diagrama de argumentación de una proposición	229
Figura 7.11	Mapa-síntesis del DAFO de LAMBDA-Constructora	242
Figura 7.12	Aspectos del sistema de gestión de la I+D+i planteados en el caso de estudio (proposiciones)	246
Figura 7.13	El proceso de gestión de la innovación en las empresas constructora	250
Figura 7.14	Comparación entre socios tecnológicos, centros de investigación y departamentos de I+D+i	266
Figura 7.15	Importancia del jefe de obra vs. departamento de I+D+i por etapa del proceso de gestión de la I+D+i	269
Figura 7.16	Validación del modelo GIDi modificado	277
Figura A.1	Diagrama de argumentación para la proposición 2	282
Figura A.2	Diagrama de argumentación para la proposición 3	283
Figura A.3	Diagrama de argumentación para la proposición 4	284
Figura A.4	Diagrama de argumentación para la proposición 5	285
Figura A.5	Diagrama de argumentación para la proposición 6	286
Figura A.6	Diagrama de argumentación para la proposición 7	287
Figura A.7	Diagrama de argumentación para la proposición 8	288
Figura A.8	Diagrama de argumentación para la proposición 9	289
Figura A.9	Diagrama de argumentación para la proposición 10	290
Figura A.10	Diagrama de argumentación para la proposición 11	291
Figura A.11	Diagrama de argumentación para la proposición 12	292
Figura A.12	Diagrama de argumentación para la proposición 13	293
Figura A.13	Diagrama de argumentación para la proposición 14	294
Figura A.14	Diagrama de argumentación para la proposición 15	295
Figura A.15	Diagrama de argumentación para la proposición 16	296
Figura A.16	Diagrama de argumentación para la proposición 17	297
Figura A.17	Diagrama de argumentación para la proposición 18	298
Figura A.18	Diagrama de argumentación para la proposición 19	299
Figura A.19	Diagrama de argumentación para la proposición 20	300
Figura 8.1	Modelo de competitividad en las empresas	306
Figura 8.2	El sistema de gestión de la I+D+i (modelo GIDi modificado)	310
Figura 8.3	Validación del modelo GIDi modificado	316

LISTA DE TABLAS

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1	Ventajas e inconvenientes de las pequeñas y grandes empresas en la innovación	43
Tabla 2.2a	Relación de requisitos normas UNE 166002 y ISO 9001	65
Tabla 2.2b	Relación de requisitos normas UNE 166002 y ISO 9001	66
Tabla 3.1	Cifras de Negocio v/s Gastos “I+D”	92
Tabla 3.2a	Recomendaciones del sistema público de I+D+i	98
Tabla 3.2b	Recomendaciones de las Administraciones Públicas	98
Tabla 3.2c	Recomendaciones de la infraestructura de soporte a la innovación	98
Tabla 3.2d	Recomendaciones a empresas	99
Tabla 3.2e	Recomendaciones sobre el entorno	99
Tabla 3.3	Personas empleadas según tipos de jornada, modalidad laboral y otros indicadores por estrato de tamaño	103
Tabla 3.4	Personas empleadas según tipos de jornada, modalidad laboral y otros indicadores por grupos de actividad	103
Tabla 3.5	Indicadores de I+D por estrato de tamaño	104
Tabla 3.6	Número de empresas que realizan actividades de construcción en las distintas comunidades autónomas	105
Tabla 3.7	Gasto de las empresas españolas en I+D por sectores y subsectores	105
Tabla 3.8	Distribución sectorial del esfuerzo en I+D de las empresas de ámbito nacional	106
Tabla 3.9	Nº de empresas que realizaron actividades de I+D+i en el sector de la construcción	106
Tabla 3.10	Empresas del sector de la construcción certificadas por la UNE 166002 a 31 de diciembre de 2007	106
Tabla 4.1	Clasificación de artículos por revista y quinquenio	112
Tabla 4.2	Modelo de ficha bibliográfica	113
Tabla 4.3	Matriz de valoración	114
Tabla 4.4	Categorías generales e ideas específicas detectadas del diagrama de afinidad	118
Tabla 5.1	Empresas según la asociación a la que pertenecen	150
Tabla 5.2	Características principales de una empresa constructora representativa	150
Tabla 5.3	Características principales de la empresa seleccionada	150
Tabla 5.4	Verificación del cumplimiento metodológico y científico del proceso estado del arte	153
Tabla 5.5	Verificación del cumplimiento metodológico y científico del proceso diseño de la investigación	154
Tabla 5.6	Verificación del cumplimiento metodológico y científico del proceso preparación para la obtención de datos	155
Tabla 5.7	Verificación del cumplimiento metodológico y científico del proceso preparación para la recolección de datos	158
Tabla 5.8	Verificación del cumplimiento metodológico y científico del proceso preparación para la validación de datos	161

LISTA DE TABLAS

Tabla 5.9	Verificación de la calidad metodológica y científica del caso de estudio	162
Tabla 6.1	Características principales de la empresa seleccionada	165
Tabla 6.2	Recursos humanos	176
Tabla 6.3	Maquinarias, vehículos y medios auxiliares de la empresa	177
Tabla 6.4	Relación modelo entre las etapas de implementación del sistema de I+D+i y los diferentes modelos de gestión del cambio.	202
Tabla 6.5	Año de establecimiento del departamento de I+D+i.	210
Tabla 6.6	Distribución de empresas según su certificación.	210
Tabla 6.7	Fuentes de información por el método de observación participante	213
Tabla 6.8	Fuentes de información por el método de recolección de documentación	214
Tabla 6.9	Fuentes de información por el método de encuestas y entrevistas	214
Tabla 7.1	Categorías centrales detectadas del análisis de los datos	222
Tabla 7.2	Características de las empresas constructoras certificadas que fueron entrevistadas para la validación externa	255
Tabla 7.3.	Respuestas a la proposición: “La principal fuente de innovación de las empresas constructoras proviene de los problemas técnicos que aparecen en la ejecución de una obra”	257
Tabla 7.4	Respuestas a la proposición: “Las empresas constructoras innovan, entre otras razones, para afrontar los requerimientos de clientes cada vez más exigentes”	258
Tabla 7.5	Respuestas a la proposición: “La dirección impulsa proyectos de I+D+i para mejorar la competitividad de la empresa constructora”	258
Tabla 7.6	Respuestas a la proposición: “La adopción de un sistema de gestión de la I+D+i en una empresa constructora permite innovar siguiendo una estrategia previamente definida”	259
Tabla 7.7	Respuestas a la pregunta: “¿Ha realizado su empresa alguna de los siguientes tipos de innovación?”	260
Tabla 7.8	Respuestas a la pregunta: “La implantación y certificación del sistema de I+D+i de la empresa obedece principalmente a...”	261
Tabla 7.9.	Respuestas a la proposición: “La implantación de un sistema de gestión de la I+D+i mejora la gestión del conocimiento de una empresa constructora”	262
Tabla 7.10.	Respuestas a la proposición: “Las empresas constructoras que adoptan un sistema de I+D+i conocen mejor su entorno externo”	262
Tabla 7.11.	Respuestas a la pregunta: “El control de los procesos internos (producción y gestión fundamentalmente) constituye una fuente básica para la generación de ideas innovadoras”	263
Tabla 7.12.	Respuestas a la proposición: “La existencia de un sistema de calidad certificado según la norma UNE 9001 facilita la implantación de un sistema de gestión de la I+D+i en las empresas constructoras”	264
Tabla 7.13.	Respuestas a la proposición: “La participación de socios tecnológicos, como consultores, subcontratistas y proveedores facilita la innovación de las empresas constructoras”	265
Tabla 7.14.	Importancia de los actores según la etapa del sistema de I+D+i	267

LISTA DE TABLAS

Tabla 7.15.	Respuestas a la proposición: “La existencia de un sistema de gestión de la I+D+i estimula la contratación de empresas especializadas que aporten valor al proceso innovador”	268
Tabla 7.16.	Respuestas proposición: “La implicación activa del jefe de obra en el proceso innovador tiene un impacto significativo en los resultados de la I+D+i de una empresa constructora”	269
Tabla 7.17.	Respuestas proposición: “La innovación en la construcción requiere la participación de equipos multidisciplinares”	270
Tabla 7.18.	Respuestas proposición: “La adopción de un sistema de I+D+i mejora la capacidad técnica de una empresa constructora”	270
Tabla 7.19.	Respuestas a la pregunta: “Indique los efectos positivos que tuvieron los proyectos de I+D+i desarrollados por la empresa, señalando su importancia: imagen pública”	271
Tabla 7.20.	Respuestas a la pregunta: “Indique los efectos positivos que tuvieron los proyectos de I+D+i desarrollados por la empresa, señalando su importancia: puntuación en licitaciones públicas”	271
Tabla 7.21.	Respuestas a la pregunta: “Indique los efectos positivos que tuvieron los proyectos de I+D+i desarrollados por la empresa, señalando su importancia: facturación”	272
Tabla 7.22.	Respuestas proposición: “La certificación de un proyecto de innovación mejora los resultados de una obra”	272
Tabla 7.23.	Respuestas a la pregunta: “¿Cuáles son las principales barreras para innovar?: infravaloración de la I+D+i como estrategia competitiva”	273
Tabla 7.24.	Respuestas a la pregunta: “¿Cuáles son las principales barreras para innovar?: falta de liderazgo en I+D+i”	273
Tabla 7.25.	Respuestas a la pregunta: “¿Cuáles son las principales barreras para innovar?: falta de incentivos”	274
Tabla 7.26.	Respuestas a la pregunta: “¿Cuáles son las principales barreras para innovar?: priorización de los procesos productivos”	274
Tabla 7.27a.	Resumen resultados de validación	276
Tabla 7.27b.	Resumen de resultados de validación	278
Tabla 7.28a.	Respuesta al efecto de la normalización de la I+D+i en el proceso innovador	281
Tabla 8.1a.	Resumen de resultados de la investigación	313
Tabla 8.1.	Resumen de resultados de la investigación	314
Tabla A.1	Resumen de fichas de registro	341
Tabla A.2	Resumen del proceso de categorización artículos	351
Tabla A.3	Tabla de registro	359