

# **La gestión de riesgos en la obra mediante reservas para contingencias desde la perspectiva de la empresa constructora**

**JOSÉ IGNACIO ORTIZ GONZÁLEZ**

**EDITORIAL  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**

**Programa de Ingeniería Civil y Urbanismo**



**LA GESTIÓN DE RIESGOS EN LA OBRA  
MEDIANTE RESERVAS PARA  
CONTINGENCIAS DESDE LA  
PERSPECTIVA DE LA EMPRESA  
CONSTRUCTORA**

TESIS DOCTORAL

Autor:

JOSÉ IGNACIO ORTIZ GONZÁLEZ

Dirigida por:

Dr. D. Eugenio Pellicer Armiñana

Valencia, marzo de 2015

*Colección Tesis Doctorales*

© José Ignacio Ortiz González

© 2015, de la presente edición: Editorial Universitat Politècnica de València  
Telf.: 963 877 012 / [www.lalibreria.upv.es](http://www.lalibreria.upv.es)

ISBN: 978-84-9048-355-8 (versión impresa)

Queda prohibida la reproducción, distribución, comercialización, transformación, y en general, cualquier otra forma de explotación, por cualquier procedimiento, de todo o parte de los contenidos de esta obra sin autorización expresa y por escrito de sus autores.



***A Cuca***



## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas y entidades, sin cuyo apoyo esta tesis no habría sido posible.

En primer lugar quiero manifestar mi reconocimiento y gratitud a las empresas que han colaborado en esta investigación. La implicación y buena disposición de su equipo humano han sido factores esenciales para llevarla a buen puerto.

Mi agradecimiento al director de mi tesis, el profesor Dr. Eugenio Pellicer Armiñana por su guía durante esta investigación. Particularmente por su capacidad para mantener el foco en la calidad científica de la misma. Agradezco a Eugenio su paciencia por refrescar en mí los conceptos básicos de la investigación científica y su aplicación en esta tesis.

También me gustaría expresar mi gratitud a Greg Howell, fundador del “Lean Construction Institute” e investigador asociado en el “Project Production System Laboratory” de la Universidad de California-Berkeley. Greg fue mi auténtico mentor en este proyecto; él me orientó y me hizo ver la relevancia de las reservas para contingencias en la gestión en general en construcción y en particular en la gestión de riesgos.

Tampoco puedo olvidarme de manifestar mi más profundo agradecimiento a David Seymour, profesor de la “School of Civil Engineering” de la Universidad de Birmingham; a Keith Molenaar, profesor de la Universidad de Colorado Boulder; a Cristina Torres-Machí y a Jaime Jiménez Ayala, profesores de la Universidad Politécnica de Valencia.

Y gracias también a todas las personas del “International Group for Lean Construction” y del “European Group for Lean Construction” por sus críticas y comentarios durante la fase en la que el proyecto se encontraba en desarrollo.

Pero mi agradecimiento fundamental es para mi mujer y mejor amiga, Cuca, por su cariño, su apoyo y sobre todo por su paciencia. También para mis padres, Martín y Carmen, les debo lo que soy.



## **RESUMEN DE LA TESIS**

La ejecución de obras presenta riesgo, incertidumbre y variabilidad. Las reservas para contingencias son colchones de todo tipo de recursos que se utilizan para cubrir los riesgos y absorber la variabilidad y la incertidumbre. Su gestión es relevante para mejorar el rendimiento de las obras. Numerosos autores proponen métodos para estimar su tamaño óptimo. Sin embargo muchos de esos métodos son de naturaleza académica y los profesionales no los utilizan, según ciertos autores porque no están basados en la práctica real de las empresas. Esta investigación describe cómo utilizan desde un punto de vista práctico las empresas constructoras las reservas para contingencias para gestionar los riesgos durante la fase de ejecución de las obras. El estudio de caso fue el método de investigación elegido. Las unidades de análisis fueron dos grandes empresas constructoras españolas: una empresa integrada (no consigue sus contratos en licitaciones competitivas pues solo trabaja para su cliente interno) y otra empresa no integrada (debe competir para conseguir obras). Para incrementar la validez externa de los resultados de la investigación, estos fueron contrastados con directivos de seis empresas constructoras diferentes a las dos empresas analizadas y diferentes entre sí. El resultado esencial de la investigación es un modelo de gestión de reservas para contingencias. El modelo muestra que las empresas constructoras definen los objetivos de las obras previamente al comienzo de su ejecución. Para alcanzar los objetivos es necesario absorber la incertidumbre que los rodea. A tal fin, las empresas definen de forma subjetiva reservas para contingencias de tiempo y coste, para cubrir amenazas y para valorar oportunidades; también utilizan tolerancias en las especificaciones y colchones de inventarios y de capacidad (recursos adicionales).

### **PALABRAS CLAVE:**

Construcción, Reserva para Contingencias, Riesgo, Incertidumbre, Variabilidad



## RESUM DE LA TESI

L'execució d'obres presenta risc, incertesa i variabilitat. Les reserves per a contingències són reserves de qualsevol classe de recursos que s'utilitzen per a cobrir els riscos i absorbir la variabilitat i la incertesa. La seua gestió és rellevant per a millorar el rendiment de les obres. Nombrosos autors proposen mètodes per a estimar la seua dimensió òptim. No obstant això molts d'eixos mètodes són de naturalesa acadèmica i els professionals no els utilitzen, segons certs autors per que no estan basats en la pràctica real de les empreses. Esta investigació descriu com utilitzen des de el punt de vista pràctic les empreses constructores les reserves per a contingències per a gestionar els riscos durant la fase d'execució de les obres. L'estudi de cas va ser el mètode d'investigació triat. Les unitats d'anàlisi van ser dos grans empreses constructores espanyoles: una empresa integrada (no aconseguix els seus contractes en licitacions competitives perquè només treballa per al seu client intern) i una altra empresa no integrada (ha de competir per a aconseguir obres). Per a incrementar la validesa externa dels resultats de la investigació, estos van ser contrastats amb directius de sis empreses constructores diferents de les dos empreses analitzades i diferents entre si. El resultat essencial de la investigació és un model de gestió de reserves per a contingències. El model mostra que les empreses constructores definixen els objectius de les obres prèviament al començament de la seua execució. Per a assolir els objectius és necessari absorbir la incertesa que els rodeja. Amb este fi, les empreses definixen de forma subjectiva reserves per a contingències de temps i cost, per a cobrir amenaces i per a valorar oportunitats; també utilitzen toleràncies en les especificacions i reserves d'inventaris i de capacitat (recursos addicionals).

### PARAULES CLAU:

Construcció, Reserves per a Contingències, Risc, Incertesa, Variabilitat





## **ABSTRACT OF THE THESIS**

The execution of construction projects presents risk, uncertainty and variability. Contingencies of any type, be they time, money, raw materials, equipment, labor, etc., are a tool to manage risks and absorb variability and uncertainty. Managing contingencies is relevant in improving project performance. Many authors have proposed methods to estimate the optimal size of contingencies. However, many of these methods are academic in nature and according to certain authors professionals are not applying them because they were not based in actual construction company practice. This research describes how construction companies use contingencies to manage risks during the execution phase of projects. A case study approach was selected to this research. Two large Spanish construction companies were chosen as units of analysis. One of the firms is an integrated company (a company that works exclusively for the promotor of its corporate group and that obtains projects without participating in any kind of bid), the other firm is a non-integrated company (it basically wins its contracts in competitive bids). To increase the external validity of the research, the results were contrasted with managers from six different construction companies other than the units of analysis. The essential outcome of the research is a descriptive model of contingency management for construction companies. The model shows that construction companies define objectives prior to the start of the project. To achieve the objectives the uncertainty that surrounds them should be absorbed. To that end, companies define in a subjective manner time and cost contingencies (to cover threats and to assess opportunities); they also use tolerances in specifications and inventory and capacity buffers (additional resources).

### **KEYWORDS:**

Construction, Contingency, Risk, Uncertainty, Variability



# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	XIII
<b>EXECUTIVE SUMMARY</b> .....	XXI
<b>PARTE I. INTRODUCCIÓN.</b>	
<u>1.- INTRODUCCIÓN</u> .....	1
1.1.- ANTECEDENTES.....	3
1.2.- ENUNCIADO DEL PROBLEMA: JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.3.- PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.4.- ESQUEMA DE LA TESIS.....	7
1.5.- MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	8
1.6.- DELIMITACIÓN DEL ALCANCE Y ASUNCIONES CLAVE.....	10
1.7.- FUENTES BIBLIOGRÁFICAS.....	10
<b>PARTE II: MARCO TEÓRICO.</b>	
<u>2.- CONCEPTOS BÁSICOS</u> .....	13
2.1.- ¿QUÉ ES LA CONSTRUCCIÓN?.....	15
2.2.- EL PRODUCTO DE LA CONSTRUCCIÓN.....	17
2.3.- EL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	20
2.4.- LA OBRA COMO UN TIPO DE ORGANIZACIÓN PRODUCTIVA.....	22
2.5.- LA TOMA DE DECISIONES EN LA OBRA.....	31
2.6.- RIESGO E INCERTIDUMBRE.....	35
2.7.- MODELOS DE DESARROLLO DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN. TIPOS DE CONTRATO.....	46
2.8.- LA EMPRESA CONSTRUCTORA Y SU GESTIÓN DE LA OBRA EN UN ENTORNO TRADICIONAL.....	49
2.9.- MEJORA CONTINUA EN CONSTRUCCIÓN: CONSTRUCCIÓN “LEAN”.....	73
<u>3.- CARACTERIZACIÓN DE LAS RESERVAS PARA CONTINGENCIAS EN LA LITERATURA</u> .....	109
3.1.- INTRODUCCIÓN.....	111
3.2.- REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE.....	112
3.3.- RESERVAS PARA CONTINGENCIAS. NATURALEZA, ATRIBUTOS Y TERMINOLOGÍA.....	123
3.4.- CATEGORIZACIÓN DE LAS RESERVAS PARA CONTINGENCIAS.....	129
3.5.- DETERMINANTES INTRÍNSECOS DE LA GESTIÓN DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS.....	153
3.6.- MODELOS DE GESTIÓN DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS.....	186
3.7.- CARENCIAS DETECTADAS EN EL ESTADO DEL CONOCIMIENTO.....	209
<u>4.- IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES DE GESTIÓN DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS</u> .....	211
4.1.- DECISORES ACERCA DE LAS RESERVAS.....	213
4.2.- TIPOS DE RESERVAS A DEFINIR.....	214
4.3.- FORMATO DE LAS RESERVAS (OCULTO O EXPLÍCITO, GLOBAL O DETALLADO).....	215
4.4.- TAMAÑO INICIAL DE LAS RESERVAS. MÉTODO DE ESTIMACIÓN.....	216
4.5.- ACTUALIZACIÓN Y APLICACIÓN DE LAS RESERVAS A LO LARGO DE LA VIDA DE LA OBRA.....	217
<b>PARTE III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN</b>	
<u>5.- MÉTODO DE INVESTIGACIÓN</u> .....	221
5.1.- INTRODUCCIÓN. EL ESTUDIO DE CASO.....	223
5.2.- EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN.....	226
5.3.- CALIDAD METODOLÓGICA Y CIENTÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	265

## PARTE IV: ANÁLISIS, DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

<u>6.- UNIDAD DE ANÁLISIS</u> .....	267
6.1.- JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LAS EMPRESAS.....	269
6.2.- LA EMPRESA "A".....	274
6.3.- LA EMPRESA "B".....	284
<u>7.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</u> .....	295
7.1.- FASE 1 DE LA INVESTIGACIÓN: FUENTES DE DATOS.....	297
7.2.- FASE 2 DE LA INVESTIGACIÓN: ESTUDIO PREVIO.....	298
7.3.- FASE 3 DE LA INVESTIGACIÓN: ESTUDIOS DE CASO.....	310
7.4.- FASE 4 DE LA INVESTIGACIÓN: ANÁLISIS COMPARADO DE CASOS.....	359
7.5.- FASE 5 DE LA INVESTIGACIÓN: VALIDACIÓN EXTERNA DE LOS RESULTADOS.....	381
APÉNDICE 7.1. JUSTIFICACIÓN DE LAS PREGUNTAS DEL GUIÓN DE LAS ENTREVISTAS – FASE 3.....	393
APÉNDICE 7.2. MATRICES DE DATOS CONDENSADOS.....	397
APÉNDICE 7.3. MATRICES DE HALLAZGOS DE CASO.....	432
APÉNDICE 7.4. MATRICES DE PROPOSICIONES GENERALES (RESPUESTAS PROVISIONALES).....	472
<u>8.- CONCLUSIONES</u> .....	489
8.1.- RESULTADOS DEFINITIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	491
8.2.- CONTRIBUCIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	494
8.3.- LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	509
8.4.- FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	511
<u>8.- CONCLUSIONS</u> .....	513
8.1.- FINAL RESULTS OF THE RESEARCH.....	515
8.2.- CONTRIBUTIONS OF THE RESEARCH.....	518
8.3.- LIMITATIONS OF THE RESEARCH.....	533
8.4.- FUTURE LINES OF RESEARCH.....	534
<u>REFERENCIAS</u> .....	537
<u>ÍNDICE DETALLADO</u> .....	553
LISTA DE TABLAS.....	558
LISTA DE GRÁFICOS.....	560
<u>ANEXOS</u> .....	553

## RESUMEN EJECUTIVO

Riesgo e incertidumbre son conceptos habituales en cualquier actividad económica. Sin embargo su intensidad en el desarrollo y ejecución de proyectos de construcción es comparativamente elevada en relación a otros sectores de actividad; por ello la gestión de riesgos cobra especial relevancia en el sector de la construcción. Ninguna obra está exenta de riesgos, de tal forma que los riesgos se pueden gestionar, se pueden mitigar, compartir, transferir o aceptar, pero en ningún caso se pueden ignorar. Las reservas para contingencias – reservas de cualquier tipo de recurso: tiempo, dinero, materias primas, equipamiento, mano de obra, etc.- son una herramienta para gestionar los riesgos residuales y absorber tanto la variabilidad como la incertidumbre que presenta la construcción. Así, la gestión de las reservas para contingencias juega un papel clave en la mejora de la gestión del riesgo y del rendimiento de la obra. La literatura científica refiere que las empresas constructoras suelen definir reservas para contingencias de tiempo y coste, así como colchones de materias primas, obra en curso y capacidad (recursos adicionales) con el fin de proteger los objetivos de la obra; la literatura también afirma que las empresas constructoras identifican y gestionan oportunidades (es decir, riesgos positivos) con el fin de mejorar el resultado de la obra. Del mismo modo, la bibliografía apunta que las reservas para contingencias se definen a menudo de una manera subjetiva y no sistemática. Con el fin de contribuir a mejorar su gestión, numerosos autores han propuesto métodos de muy diversa índole para estimar el tamaño óptimo de las reservas para contingencias. Sin embargo parece que muchos de esos esfuerzos son de naturaleza académica y los profesionales no los utilizan; según ciertos autores la no aplicación de estos métodos se debe a que los métodos que presenta la literatura no están basados en la práctica real de las empresas constructoras.

Tomando como punto de partida las ideas expuestas, esta investigación describe como utilizan las empresas constructoras las reservas para contingencias para gestionar los riesgos durante la fase de ejecución de las obras.

Uno de los aspectos fundamentales de esta investigación es contar con un marco teórico. El marco de esta investigación se generó a partir de una exhaustiva revisión del estado del arte sobre gestión de riesgos y de reservas para contingencias. A través de un riguroso análisis, la investigación agrupó en cinco temas las variables de gestión de reservas para contingencias. Estos grupos de variables son un reflejo de las principales áreas de decisión del proceso de gestión de reservas para contingencias. Los grupos de variables son: (1) decisores acerca de las reservas; (2) tipos de reservas; (3) formato de las reservas (oculto o explícito, global o detallado); (4) tamaño inicial de las reservas (método de estimación) y (5) actualización y aplicación de las reservas a lo largo de la vida de la obra.

El método de investigación se basa en que en la definición y gestión de las reservas para contingencias intervienen una gran cantidad de variables (Smith y Bohn 1999, Wambeke et al. 2011, Russell et al. 2012). Una buena parte de esas variables están relacionadas con que la construcción es un fenómeno social. Efectivamente, dado que las personas juegan un papel clave en la mayoría de las obras, una investigación eficaz en construcción debe analizar aspectos relacionados con el comportamiento humano y por tanto tomar en consideración enfoques y métodos de investigación típicos de las ciencias sociales (Abowitz y Toole 2009). La naturaleza de las variables a ser estudiadas junto con los aspectos sociales de la construcción fueron las razones por las que se seleccionó el estudio de caso como enfoque básico de esta investigación.

La preocupación por garantizar la calidad metodológica y científica de la investigación, en particular de cara a poder generalizar analíticamente los resultados de la misma, ha sido una constante a lo largo de este trabajo. Por ello, además de otras acciones que se expondrán

más adelante, se decidió realizar un estudio de multi-caso de dos empresas constructoras (empresa "A" y empresa "B"). Se consideró que la unidad de análisis más adecuada al objeto de la presente investigación es la empresa (constructora), descartando otras alternativas contempladas (el proyecto o la persona); por otra parte, en relación al número de casos a estudiar, la utilización de dos casos permite aplicar la lógica de replicación (tanto literal como teórica), que es una de las herramientas propias del método del estudio de caso para incrementar la validez externa de sus resultados y por tanto la posibilidad de generalizarlos a nivel teórico.

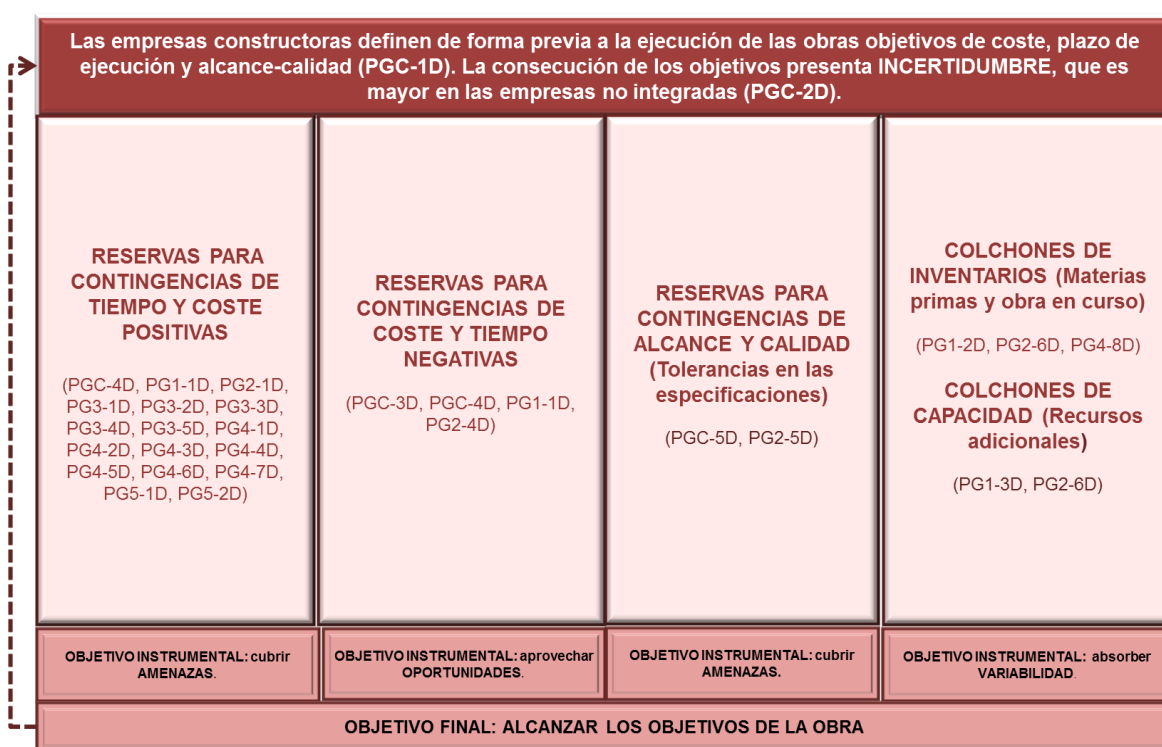
La selección de las empresas fue intencionada, tratando de posibilitar la replicación. Así, a fin de facilitar la replicación literal se decidió elegir dos empresas que tuvieran un tamaño similar (grande, de acuerdo a los criterios de la recomendación 2003/361/CE de la Comisión Europea sobre definición del tamaño de micro-empresas y pequeñas y medianas empresas). Por otra parte, para facilitar la replicación teórica se decidió elegir dos empresas con características opuestas en torno al tipo de relación entre la empresa constructora y sus clientes, un factor clave en la gestión de las reservas para contingencias. Así, se eligió una compañía integrada (la "A"), esto es, una empresa que trabaja exclusivamente para la promotora de su grupo empresarial y que consigue las obras sin mediar ningún tipo de licitación, y otra compañía no integrada (la "B"), esto es, una empresa que consigue sus contratos fundamentalmente en licitaciones competitivas (diseño-licitación-construcción).

Volviendo a la cantidad de empresas a estudiar, Yin (2009) relaciona el número de casos a analizar con la complejidad de los resultados esperados, de tal forma que para generar una teoría sencilla y descriptiva –como ocurre en esta investigación- dos casos pueden ser suficientes. No obstante, este autor reconoce que cuanto mayor sea el número de casos (de repeticiones, en definitiva) mayor será la certeza de los resultados de la investigación; sin embargo, debido fundamentalmente al carácter estratégico del contexto del aspecto investigado (gestión de riesgos) y al volumen de datos a recolectar para la investigación, se consideró que dos empresas iban a ser suficientes para el núcleo de la investigación, utilizando compañías adicionales para comprobar la posibilidad de generalizar los resultados obtenidos. Así, de acuerdo con la idea de Taylor et al. (2011), y con el fin de incrementar la validez externa de la investigación, se decidió demostrar la aplicabilidad de los resultados de la misma en escenarios diferentes a los casos analizados. Para contrastar los resultados de la investigación en otras empresas distintas a las analizadas, se llevaron a cabo diversas entrevistas con directivos de seis empresas constructoras diferentes a las empresas "A" y "B" y diferentes entre sí. Esta seis empresas se seleccionaron de modo que se cubriera un espectro de compañías lo más amplio posible en función de la tipología resultante al aplicar distintos valores de los dos criterios de selección de "A" y "B" (el tamaño y el nivel de integración).

El proceso seguido en la investigación se estructura en cinco fases que se describen brevemente a continuación. La FASE 1 consistió en la revisión inicial del estado del arte, a partir de la cual se diseñó la investigación en sí y se acometieron los preparativos para la recolección de los datos. En la FASE 2 comenzó la recolección de datos en las dos empresas seleccionadas como casos; los datos fueron obtenidos a partir de cuatro fuentes: el análisis de documentos de las empresas investigadas, la observación directa de hechos relevantes, la realización de unas entrevistas previas con la alta dirección de las empresas y una encuesta realizada al personal técnico de las mismas; la FASE 2 fue básicamente un estudio previo, con un objetivo esencialmente instrumental: formular con precisión el protocolo de actuación de la FASE 3. No obstante, los datos recabados durante la FASE 2 se incorporaron a la base de datos general de la investigación junto con los obtenidos en la FASE 3. En la FASE 3 la recolección de datos se efectuó mediante entrevistas realizadas con personas clave de las empresas, observación directa y análisis documental. El resultado de la FASE 3 fueron los hallazgos de cada caso individual. Estos hallazgos se obtuvieron como consecuencia del

análisis de los datos recabados en las FASES 2 y 3. El análisis de datos se basó en el enfoque de Miles et al. (2013), quienes ven el proceso de análisis de datos cualitativos como tres flujos concurrentes e interactivos de actividades: condensación de datos, presentación de datos y extracción de conclusiones; como herramientas específicas de análisis se utilizaron “pattern matching” y “explanation building”. Por fin, la FASE 4 consistió en el análisis comparado de los hallazgos de los casos individuales y la extracción de proposiciones que permitieron formular los resultados provisionales de la investigación; la extracción de estos resultados se apoyó en la lógica de la replicación (literal y teórica). No obstante, con el fin de contrastar los resultados de la investigación y dotarlos de mayor validez, durante la FASE 5 se procedió a realizar las entrevistas antes mencionadas con directivos de seis empresas constructoras diferentes a “A” y “B”. El resultado de la FASE 5 fueron los veintinueve resultados definitivos de la investigación.

Los resultados definitivos de la investigación produjeron un modelo descriptivo de la gestión de reservas para contingencias por parte de las empresas constructoras durante la ejecución de las obras. El Gráfico R.0 presenta el esquema del citado modelo. La descripción detallada del modelo se presenta en los capítulos séptimo y octavo.



**Gráfico R.0.- Esquema del modelo de gestión de reservas para contingencias por parte de las empresas constructoras durante la ejecución de las obras.**

El Gráfico R.0 modeliza la gestión de reservas para contingencias como un sistema dinámico configurado en torno a tres bloques. Estos bloques agrupan los veintinueve resultados de la investigación, que se describen brevemente a continuación. Los resultados están codificados de acuerdo al siguiente esquema: “PGC” (proposición general referente al contexto de las reservas para contingencias) o “PG\*” (proposición general referente a cada uno de los grupos de variables explicativas del fenómeno investigado que se mencionaron anteriormente; “\*” es el número identificativo del grupo de variables –entre 1 y 5-); en ambos casos, el código incluye una expresión del tipo “-\*D” (“\*” es el número de orden de la proposición dentro de su grupo de variables concreto y “D” es un identificador del carácter “definitivo” de la proposición).

- (i) BLOQUE DE ENTRADAS. La entrada esencial del sistema se conforma a partir de dos resultados de la investigación (PGC-1D y PGC-2D). Estos dos resultados refieren que los jefes de obra y sus superiores jerárquicos definen al comienzo de cada obra objetivos de coste, plazo y alcance-calidad. Unos objetivos cuya consecución se ve comprometida por la incertidumbre existente.
- (ii) BLOQUE DE PROCESO. Las empresas constructoras gestionan la incertidumbre, la variabilidad y los riesgos que comprometen la consecución de sus objetivos en obra mediante la definición y gestión dinámica de cuatro tipos básicos de reservas para contingencias:
  - a. Reservas para contingencias de tiempo y coste (positivas). Son cantidades de tiempo y dinero que se añaden (de ahí el signo positivo) a las estimaciones deterministas (sin valoración de riesgo). Son el tipo de reserva para contingencia más ampliamente tratado en la literatura. Tal y como se argumentó con detalle en el capítulo tercero, existen numerosos estudios que se centran en el concepto de reservas para contingencias de tiempo y coste desde la perspectiva de la propiedad, unos pocos se focalizan en la empresa constructora pero en la fase de estudios, muchos proponen métodos formales de gestión de reservas para contingencias sin una base empírica. Un estudio (Ford 2002) pretende caracterizar de forma integral cómo gestionan las empresas constructoras las reservas para contingencias de costes, sin embargo, como se describió en el capítulo tercero, se apoya en entrevistas realizadas con profesionales de empresas constructoras y de otros ámbitos (propiedades). Los conceptos básicos que conforman el modelo presentado en el Gráfico 3.8.1 en relación a este tipo de reservas para contingencias han sido por tanto ya planteados por diversos autores, aunque no en el contexto en el que se desarrolla esta investigación (fase de construcción desde la perspectiva de la empresa constructora). El Gráfico 3.8.1 se centra en reservas para contingencia de costes, aunque la idea es extrapolable a las reservas para contingencias de tiempo.
  - b. Reservas para contingencias de tiempo y coste de signo negativo. Estas reservas representan menos coste y/o menos plazo de ejecución y por tanto la posible optimización de los objetivos económicos y de plazo de la obra. Son un tipo de reserva para contingencia no tratado por la literatura. Si las reservas para contingencias positivas descritas en el apartado anterior, implican la valoración (en coste y/o tiempo) de las amenazas que pudieran comprometer la consecución de los objetivos de la obra, de forma simétrica y en coherencia con el doble perfil del riesgo, tendría sentido la existencia práctica de otro tipo de reservas para contingencias –en este caso negativas- que valorasen las oportunidades que pudieran incrementar las probabilidades de alcanzar o incluso superar los objetivos de la obra. La identificación y caracterización de este tipo de reservas para contingencias constituye una de las principales contribuciones de esta investigación, confirmando así la hipótesis planteada en el apartado 3.4.1; de los resultados de la misma (en concreto del resultado PG2-4D), se deduce que las empresas constructoras las utilizan. En la discusión de los hallazgos de referencia del resultado PG2-4D se describe el procedimiento de gestión de las mismas utilizado por las empresas “A” y “B”.
  - c. Tolerancias en las especificaciones (reservas para contingencias de alcance-calidad). Son un tipo de reserva para contingencias apenas tratado por la literatura; de hecho solo se ha hallado una referencia que identifique de forma explícita las tolerancias como un tipo de reserva para contingencias (Godfrey



2004), quien únicamente menciona su existencia y propone una denominación: *tolerancias en las especificaciones*. No obstante, también es destacable el esfuerzo ya mencionado de Milberg y Tommelein (2003) para profundizar en el concepto de tolerancia dimensional en construcción y su relación con la variabilidad y la incertidumbre de los proyectos. La caracterización de cómo gestionan este tipo de reserva para contingencias las empresas constructoras es otra de las principales aportaciones de esta investigación. Es destacable que las empresas constructoras en general utilizan este tipo de reservas para proteger el plazo y/o el coste de la obra y no tanto el propio objetivo de alcance-calidad; las empresas integradas, comparten las reservas de alcance-calidad con el cliente, por el contrario las no integradas hacen una gestión oportunista de las mismas, aprovechándolas en su propio interés al detectarlas o incluso creándolas.

d. Colchones de inventarios (obra en curso y materias primas) y de capacidad (recursos adicionales). Algunas de las definiciones de “reserva para contingencias” expuestas en el apartado 3.3.1, utilizan para denominar el concepto el término “reserva para contingencia”, mientras que otras lo designan como “colchón”. La expresión “reserva para contingencia” (utilizada en este estudio en sentido general) surgió al referirse a un tipo concreto: el correspondiente a aquellas reservas cuyo recurso base es el coste, mientras que el término “colchón” se utilizaba fundamentalmente al hablar de todas aquellas reservas constituidas por otros recursos y enfocadas esencialmente a absorber la variabilidad intrínseca de los procesos constructivos; pero en definitiva la idea subyacente es la misma: reservas de recursos (el dinero lo es) constituidas para cubrir riesgos, absorber incertidumbre o variabilidad y en definitiva proteger los objetivos del proyecto.

(iii) BLOQUE DE SALIDAS. Con la definición y gestión de estos cuatro tipos de reservas para contingencias las empresas constructoras persiguen un objetivo final, que es a su vez el resultado esencial del sistema de gestión de las reservas: alcanzar los objetivos de la obra, esto es, reducir las probabilidades de que se produzcan desviaciones entre los resultados de la obra y los objetivos definidos. Este objetivo final se alcanza mediante la consecución de diversos objetivos instrumentales: cubrir amenazas y absorber incertidumbre (fin de las reservas tipos “a” y “c” del punto anterior), aprovechar oportunidades (el fin de las reservas tipo “c”) y absorber variabilidad (que es la meta de las reservas tipo “d”).

Las limitaciones de la investigación se derivan tanto de la propia amplitud del fenómeno investigado como del carácter estratégico que la gestión de riesgos y de reservas para contingencias tiene para las empresas constructoras.

Esta investigación se definió desde el principio con la vocación de describir de forma integral cómo gestionan los riesgos las empresas constructoras con reservas para contingencias durante la ejecución de las obras. En esta definición se incluyen los dos conceptos protagonistas de la investigación: las reservas en sí y las empresas constructoras. Unos conceptos que se pueden caracterizar en función de muy diversos criterios y con diferentes resultados. Esta investigación no se ha centrado en ningún aspecto de las reservas para contingencias en particular, sino que aporta información relevante característica de todos ellos. Sin embargo es posible profundizar más en cada aspecto concreto. Es destacable en este sentido la relevancia que puede tener profundizar en la gestión conjunta de reservas para contingencias de tiempo y coste, positivas y negativas y en el carácter multi-objeto de las reservas para contingencias que refleja la Tabla 3.6.

Por otra parte, en un sector como la construcción, cuyos productos son en esencia singulares, la tipología y características de las empresas constructoras es muy amplia. En esta investigación se han seleccionado las unidades de análisis (empresas “A” y “B”) y las seis empresas con las que se validaron los resultados provisionales dentro de un sub-sector específico: empresas españolas de edificación residencial, comercial e industrial y obra civil; dentro de este sub-sector se eligieron las empresas en función de dos criterios: su tamaño y su nivel de integración. No obstante, no se puede asegurar que el modelo de gestión planteado como resultado esencial de esta investigación encaje totalmente con las prácticas reales de otros sub-sectores (por ejemplo, construcción industrial), de otros tamaños de empresas o de otros entornos culturales.

La segunda limitación está relacionada con una de las principales críticas que recibe el propio método de investigación del estudio de caso: la posibilidad de generalizar sus resultados. Anteriormente se argumentó la idea básica y también qué acciones se han llevado a cabo para incrementar la validez externa de la investigación y por ende la credibilidad de la generalización de sus resultados. En un estudio de caso la generalización nunca es estadística, sino analítica, lo que no implica que no sea cierto que cuantos más casos se analicen mayor será la validez externa de la investigación y por tanto más fiable la generalización a nivel teórico de sus resultados (Yin 2009).

Sin embargo, y a pesar de las limitaciones expuestas, el modelo –cuyo esquema se representa en el Gráfico R.0 y ha sido brevemente descrito en los párrafos anteriores- es en sí la principal contribución de esta investigación; en primera instancia porque es el primer modelo integral propuesto para describir como gestionan las empresas constructoras las reservas para contingencias durante la fase de ejecución de las obras. Autores como Laryea y Hughes (2011), Thal et al. (2010) y Howell (2012) afirman la inexistencia de propuestas previas en esa línea. Adicionalmente, esta investigación aporta una visión integral de la sistemática real de gestión de reservas para contingencias por parte de las empresas constructoras en su contexto específico, y este modelo podría ser utilizado como parte del marco teórico de futuras investigaciones.

Una de las principales conclusiones de este trabajo es que la causa-raíz de varias de las características del modelo descrito es la falta de confianza existente entre los actores principales de la gestión de las reservas para contingencias (los jefes de obra y sus directivos). A partir de este argumento, cabría plantearse la posibilidad de proponer y evaluar la eficacia de un modelo de gestión de reservas para contingencias que se diseñara con un doble objetivo. A nivel táctico, el modelo pretendería optimizar la gestión de riesgos con reservas para contingencias. A nivel estratégico la implantación del modelo sería el medio para impulsar la transformación de la empresa constructora; una transformación en la línea de incrementar la confianza entre sus miembros a fin de mejorar la cooperación. La esencia de este modelo sería por tanto imponer un escenario en el que solo se pudiera trabajar con eficacia en relación a la gestión de riesgos en un ambiente de confianza y auténtica colaboración entre los jefes de obra y sus directivos. Un modelo de estas características no sería tanto una herramienta de trabajo como una “condición objetivo” (Rother 2010) similar a las distintas metodologías de “Lean Manufacturing” y también de “Lean Construction”, cuyo auténtico valor se deriva de la capacidad transformadora que poseen y no tanto de su utilidad específica. Así, “Just in Time” (JIT) postula como axioma de partida la eliminación (o minimización) de inventarios físicos, lo que siendo en sí mismo una fuente de valor, desencadena necesariamente la mejora de procesos a lo largo de la empresa. Efectivamente, tras la eliminación de los inventarios, actividades que se desempeñan de forma ineficiente, desperdicios (“waste”) en general, salen a la luz y la única forma de producir con eficacia dada la inexistencia o el reducido nivel de los inventarios, es mejorar los procesos. Podría pensarse que las reservas para contingencias pueden jugar en construcción un papel similar al de los inventarios en manufactura. Sin

embargo, tal y como también ponen de manifiesto los resultados de esta investigación, en la actualidad la similitud entre inventarios y reservas de contingencias se reduce a su carácter transformador (potencial en el caso de las reservas para contingencias), pues mientras que los niveles de inventarios en manufactura son fruto de una decisión tomada de forma procedimentada, explícita, consciente y cuantificable, las reservas para contingencias en construcción se encuentran en toda la cadena de valor bajo muy distintos formatos, en general de forma oculta y creadas o condicionadas de forma no cooperativa por los distintos decisores.

Sin duda el reto para convertir la gestión de las reservas para contingencias en un instrumento que permita incrementar la confianza y la cooperación en las empresas constructoras, como base de una auténtica sistemática de mejora continua y aprendizaje, es significativo. Sin embargo el resultado de afrontarlo y superarlo tendría un claro impacto estratégico. Como Lofton y Monteith (2004) apuntan, un entorno basado en la cooperación supone una ventaja competitiva de indudable valor, pues permite a las organizaciones responder de una manera mucho más eficaz a las urgencias y a los cambios del mercado.



## EXECUTIVE SUMMARY

Risk and uncertainty are present in any economic activity. However, their intensity in the development and execution of construction projects is comparatively high in relation to other industry sectors, which is why risk management is particularly important in the construction sector. No project is immune to risk. Risks can be managed, mitigated, shared, transferred or accepted, but they cannot be ignored. Contingencies of any type, be they time, money, raw materials, equipment, labor, etc., are a tool to manage residual risks and absorb both the variability and the uncertainty that exists in construction. Managing contingencies plays a key role in improving risk management and project performance. Scientific literature mentions that construction companies usually define time and cost contingencies, as well as raw material, work in progress and capacity (additional resources) buffers in order to protect the project objectives. Literature also states that construction companies identify and manage opportunities (i.e., positive risks) in order to improve project results. Literature also shows that contingencies are often defined subjectively, in an ad hoc manner. In an effort to improve contingency management, authors have proposed different methods to estimate the optimal size of contingencies. However, it seems that many of these efforts are academic in nature and professionals are not applying them. According to certain authors, the lack of application is due to the fact that the methods discussed in literature were not based in actual construction company practice.

Given this knowledge base, this research describes how construction companies use contingencies to manage risks during the execution phase of projects.

One of the fundamental aspects of research is to have a theoretical framework. The framework in this research began with an exhaustive review of the state of the art in risk and contingency management. Through a rigorous analysis, this research grouped contingency management variables into five themes. These groups of variables are a reflection of the main decision areas in the process of contingency management. The variable groups are: (1) contingency decision makers; (2) contingency types; (3) format of the contingencies (hidden or explicit, global or detailed); (4) initial size of the contingencies (estimate method); and (5) updating and application of contingencies throughout the life of the project.

The research method was informed by a large number of variables for the definition and management of contingencies (Smith and Bohn 1999, Wambeke et al. 2011, Russell et al, 2012). A good part of these variables relate to the fact that construction is a social phenomenon. Indeed, the fact that people play a key role in most of the projects require that effective research in construction should analyze aspects relating to human behavior and, therefore, take into account typical research approaches and methods in the field of social science (Abowitz and Toole 2009). The nature of the variables being studied in combination with the social aspects of construction led to the selection of a case study approach to this research.

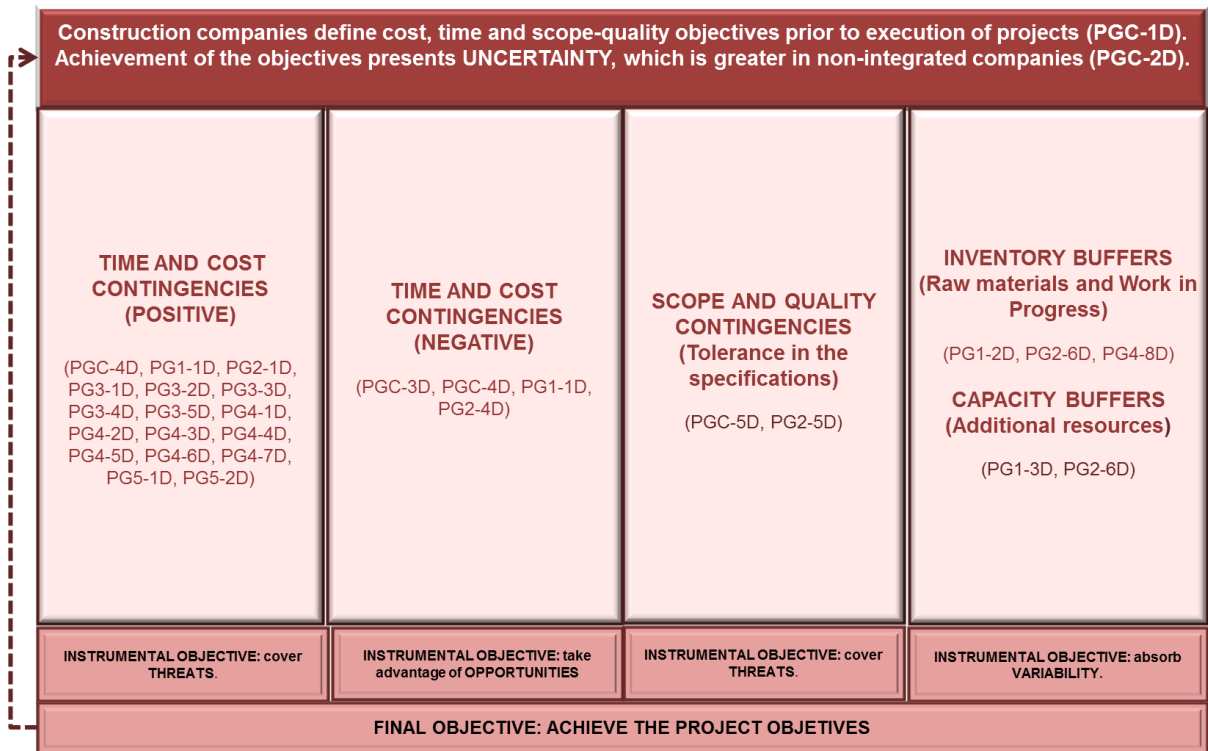
Concern for guaranteeing the methodological and scientific quality of the research, particularly in order to analytically generalize its results, has been a constant throughout this work. Therefore, as well as other actions that will be set out later on, it was decided to conduct a multi-case study approach with two construction companies (company "A" and company "B"). It was considered that the most appropriate unit of analysis with regard to this research was the company (construction company), which ruled out other alternatives considered (the project or the person). Also, in relation to the number of cases to be studied, the use of two cases enabled us to apply replication logic (both literal and theoretical), which is one of the tools of a case study approach to increase the external validity of the results and, therefore, the possibility to generalize them on a theoretical level.

The selection of companies was purposive and aimed at facilitating replication. Therefore, to facilitate literal replication, two companies of a similar size were chosen to study (large, in accordance with the criteria of the European Commission recommendation 2003/361/CE, concerning the definition of micro, small and medium-sized enterprises). To facilitate theoretical replication, two companies were chosen with opposing characteristics in regard to the type of relationship between the construction company and its clients, a key factor in contingency management. Therefore, an integrated company was chosen (company “A”), that is, a company that works exclusively for the promotor of its corporate group and that obtains projects without participating in any kind of bid, and another non-integrated company (company “B”), that is, a company that basically wins its contracts in competitive bids (design-bid-construction).

Returning to the number of companies to be studied, Yin (2009) relates the number of cases to be analyzed to the complexity of the expected results. Yin’s approach yields a simple and descriptive theory—as in this research—two cases can be sufficient. However, this author acknowledges that the greater the number of cases (of replications, ultimately) the more certain the results of the research will be. Due to the strategic nature of the context of the matter researched (risk management) and the volume of data collection required within the research timeframe, two companies were deemed to be sufficient for the research for the core research and additional companies were used to test the generalizability of the results. In accordance with the idea of Taylor et al. (2011), and to increase the external validity of the research, it was decided to show the applicability of the results in scenarios different from the ones analyzed. In order to contrast the results of research at companies other than the ones analyzed, different interviews were carried out with managers from six construction companies other than companies “A” and “B” and that were all different. These six companies were selected so that as wide a range as possible of companies was covered, according to the resulting type upon applying different values from the two selection criteria of “A” and “B” (size and level of integration).

The process followed in the research is structured into five phases that are briefly described below. PHASE 1 consisted of the initial review of the state-of-the-art, from which the research itself was designed and the preparations for data collection were undertaken. Data collection began at both companies selected as cases during PHASE 2. The data were obtained from four sources: analysis of documents belonging to the companies researched; direct observation of relevant events; prior interviews with the senior management of the companies; and the survey conducted with technical personnel from these companies. PHASE 2 was basically a prior study, with an essentially instrumental purpose: to accurately formulate the performance protocol of PHASE 3. Nevertheless, the data collected during PHASE 2 was incorporated into the general database of the research along with the data obtained in PHASE 3. In PHASE 3 the data were collected by means of interviews carried out with key people at the companies, direct observation and document analysis. The result of PHASE 3 was the findings of each individual case. These findings were obtained as a consequence of the analysis of the data collected in PHASES 2 and 3. The data analysis was based on the approach of Miles et al. (2013), who view the qualitative data analysis process as three concurrent and interactive activity flows: data condensation; data presentation; and extraction of conclusions. The specific analysis tools that were used were “pattern matching” and “explanation building”. Finally, PHASE 4 consisted of the comparative analysis of the findings of the individual cases and the extraction of propositions that enabled the provisional results of the research to be formulated. The extraction of these results was supported by literal and theoretical replication logic. Nonetheless, in order to contrast the results of the research and give them greater validity, the above mentioned interviews were carried out with managers from six construction companies other than “A” and “B” during PHASE 5. The outcome of PHASE 5 was the 29 final results of the research.

The final results of the research produced a descriptive model of contingency management for construction companies during execution of projects. Chart R.0 depicts the model. The detailed description of the model is provided in chapters seven and eight.



**Chart R.0.- Outline of contingency management model on the part of construction companies during execution of projects.**

Chart 8.1 models contingency management as a dynamic system configured around three blocks. These blocks are affinity groupings of the 29 research results that are briefly described below. The results are coded according to the following scheme: “PGC” (general proposition with regard to the context of the contingencies) or “PG\*” (general proposition with regard to each of the above mentioned groups of explanatory variables of the phenomenon researched; “\*” is the identifying number of the group of variables—between 1 and 5). In both cases, the code includes an expression of the type “-D” (“\*” is the order number of the proposition within its specific group of variables and “D” identifies the “definitive” nature of the proposition):

- (i) **INPUTS BLOCK.** The core input of the system is constructed from two research results (PGC-1D and PGC-2D). These two results stem from the fact that project managers and their hierarchical superiors define the cost, time and scope-quality objectives at the start of each project: some objectives whose achievement is compromised by existing uncertainty.
- (ii) **PROCESS BLOCK.** Construction companies manage the uncertainty, variability and risks that compromise the achievement of their on-site objectives by means of the definition and dynamic management of four basic contingency types:
  - a. Time and cost contingencies (positive). These are amounts of time and money that are added (hence the plus sign) to deterministic estimates (without risk assessment). They are the contingency type most extensively dealt with in

literature. As discussed in detail in chapter three, there are numerous studies focusing on the concept of time and cost contingencies from the perspective of the owner, with a few focusing on the construction company, but only in the bidding process. Many articles propose formal contingency management methods without an empirical basis. One study (Ford 2002) intended to comprehensively characterize how construction companies manage cost contingencies. However, as described in chapter three, Ford's study is supported in interviews with both professionals from construction companies and from other fields (owners). The basic concepts that make up the model shown in Chart 3.8.1 with regard to this contingency type have, therefore, already been proposed by different authors, though not in the context in which this research is developed (construction phase from the perspective of the construction company). Chart 3.8.1 focuses on cost contingencies, though the idea can be extrapolated to time contingencies.

- b. Minus sign time and cost contingencies. These contingencies represent less cost and/or shorter completion period and, therefore, the potential optimization of the economic and time objectives of the project (Charts 3.6, 3.9 and 7.2). They are a contingency type not dealt with by literature, though in section 3.4.1 they were characterized theoretically from the double profile of the risk concept (threat and opportunity). Indeed, if the positive contingencies described in the above section involve the assessment (in cost and/or time) of any threats that could compromise the achievement of the project objectives, symmetrically and in accordance with the double profile of the risk, the practical existence of another contingency type—in this case negative—that assessed the opportunities that could increase the likelihood of achieving or even exceeding the project objectives, would make sense. The identification and characterization of this contingency type constitutes one of the main contributions of this research, thus confirming the hypothesis set out in section 3.4.1 from the results of which (specifically from result PG2-4D) it is deduced that construction companies use them. The discussion on the reference findings of result PG2-4D describes the management procedure thereof used by companies “A” and “B”.
- c. Tolerances in specifications (scope-quality contingencies). These are a contingency type barely dealt with by literature. In fact, only one reference has been identified in this regard (Godfrey 2004), who only mentions its existence and proposes a name: *tolerances in specifications*. However, the already mentioned effort of Milberg and Tommelein (2003) is also notable; these authors go deeper into the concept of dimensional tolerance in construction and its relation to process variability and uncertainty within a project. The characterization of how this contingency type is managed by construction companies is another of the main contributions of this research (results PGC-5D and PG2-5D). It is noteworthy that construction companies in general use this contingency type to protect the time and/or the cost of the project and not so much the actual scope-quality objective. Integrated companies share scope-quality contingencies with the client, while non-integrated companies manage these in an opportunistic manner, taking advantage of them for their own interests upon detecting them or even creating them.
- d. Inventory buffers (work in progress and raw materials) and capacity buffers (additional resources). These are some of the definitions of “contingencies” set out in section 3.3.1 used to name the concept of “contingency,” while others call



it “buffer.” The expression “contingency” (used in this study in a general sense) arose from referring to a specific type: that pertaining to those contingencies whose basic resource is cost, while the term “buffer” was used basically when talking about all those contingencies made up of other resources and in essence focused on absorbing the intrinsic variability of construction processes. But, ultimately, the underlying idea is the same: resource reserves (that is, money) set up to cover risks, absorb uncertainty or variability and ultimately to protect the objectives of the project.

- (iii) **OUTPUTS BLOCK.** With the definition and management of these four contingency types, construction companies pursue a final objective, which is in turn the core result of the contingencies management system: to achieve the project objectives by reducing the likelihood of deviations occurring between the results of the project and the defined objectives. This final objective is attained by means of the achievement of different instrumental objectives: to cover threats and absorb uncertainty (purpose of type “a” and “c” contingencies from the above point), to take advantage of opportunities (the purpose of type “c” contingencies) and to absorb variability (which is the goal of type “d” contingencies).

The limitations of the research result both from the actual extent of the phenomenon researched and the strategic character that risk management and contingencies have for construction companies.

This research was defined to comprehensively describe how construction companies manage risks using contingency during execution of projects. This definition includes both leading concepts of the research: the contingencies themselves and the construction companies, concepts that can be characterized according to very different criteria and with different results. This research has not focused on any one aspect of contingency in particular, but rather provides important information that is characteristic of them all. However, it is certainly possible to deal in greater depth with several particular fields. The importance that looking at the joint management of time and cost contingencies, positive and negative, in greater depth is particularly noteworthy in this respect, as well as exploring further the multi-objective nature of contingencies that Table 3.6 shows.

Also, in a sector like construction, whose products are in essence singular, the type and characteristics of construction companies is very extensive. In this research, analysis units have been selected (companies “A” and “B”) and the six companies with which the provisional results were validated within a specific sub-sector: Spanish residential, commercial, industrial and civil works construction companies. Within this sub-sector, the companies were chosen according to two criteria: their size and their level of integration. However, it cannot be guaranteed that the management model proposed as a core result of this research fully fits in with the real practices of other sub-sectors (for instance, industrial construction), different sized companies or from other cultural environments.

The second limitation is related to one of the main criticisms made of the case study research method itself: the difficulty in generalizing results. The basic idea was argued above, along with what actions have been implemented to increase the external validity of the research and, therefore, the credibility of the generalization of its results. In a case study, the generalization is never statistical, but rather analytical, which does not imply that it is not true that the more cases analyzed the greater the external validity of the research and, therefore, the more reliable the generalization of its results at a theoretical level (Yin 2009).

However, and despite the limitations set out, the model —represented in Chart R.0 and briefly described in the above paragraphs— is in and of itself the main contribution of this

research; in the first instance because it is the first comprehensive model proposed to describe how contingency is managed from construction company perspective during the execution phase of projects. Authors such as Laryea and Hughes (2011), Thal et al. (2010) and Howell (2012) state the absence of previous research along these lines. Additionally, this research contributes a comprehensive vision of construction company contingencies management systems in this specific context, and this model could be used as part of the theoretical framework for future research.

One of the main conclusions of this work is that the root cause of several of the characteristics of the model described is the lack of trust existing among the main players of contingency management (project managers and their hierarchical superiors). From these arguments it would be appropriate to propose and assess the efficacy of a contingency management model that was designed with a double objective. At a tactical level, the intention of the model would be to optimize management of contingencies. At a strategic level the implementation of the model would be the means to drive the transformation of the construction company; a transformation along the lines of increasing trust between its employees to improve cooperation. The essence of this model would, therefore, be to impose a scenario in which it could only be possible to work effectively in relation to risk management in an environment of trust and genuine collaboration between project managers and their hierarchical superiors. A model of this type would not be so much a work tool, but more a “target condition” (Rother 2010) in a similar manner to the different methodologies of “Lean Manufacturing” and “Lean Construction”, whose true value is derived from the transformative ability they possess and not so much from their specific usefulness. Therefore, “Just in Time” (JIT) postulates the elimination (or minimization) of physical inventories as a starting axiom which, being a source of value, necessarily triggers the improvement of processes throughout the company. Indeed, after the elimination of inventories, activities that are performed inefficiently and overall waste come to light and the only way to produce effectively, given the nonexistence or reduced level of inventories, is to improve processes. It could be thought that contingencies can play a role in construction that is similar to the one played by inventories in manufacturing. However, as the results of this research also state, the current similarity between inventories and contingencies is reduced to its transformative character (potential in the case of contingencies) since, while inventory levels in manufacturing are a result of a decision made in a procedural, explicit, conscious and quantifiable manner, contingencies in construction are found throughout the value chain under very different formats, in general in a hidden manner and created or conditioned in an uncooperative manner by different decision makers.

The challenge of turning contingency management into an instrument that enables the increase of trust and cooperation at construction companies, as the basis of a genuine continuous improvement and learning system is significant. However, the result of confronting and defeating it would also have a clear strategic impact. As Lofton and Monteith (2004) point out, an environment based on cooperation entails a competitive advantage of undoubtable value, since it enables organizations to respond in a more effective manner to market emergencies and changes.

# **INTRODUCCIÓN**

## **PARTE I. INTRODUCCIÓN.**

### **1.- INTRODUCCIÓN.**

1.1.- ANTECEDENTES.

1.2.- ENUNCIADO DEL PROBLEMA: JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

1.3.- PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4.- ESQUEMA DE LA TESIS.

1.5.- MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

1.6.- DELIMITACIÓN DEL ALCANCE Y ASUNCIONES CLAVE.

1.7.- FUENTES BIBLIOGRÁFICAS.

## **1.- INTRODUCCIÓN.**

### **1.1.- ANTECEDENTES.**

Riesgo e incertidumbre son conceptos habituales en cualquier actividad económica. Sin embargo su presencia e intensidad en el desarrollo y ejecución de proyectos de construcción es comparativamente elevada en relación a otros sectores de actividad (Ballard y Howell 1995, Andi 2004, Fisher 2004, Seung y Hyung 2004, Russell et al. 2012); por ello la gestión de riesgos cobra especial relevancia en el sector de la construcción. En este sentido, Latham (1994) considera que ninguna obra está exenta de riesgos, de tal forma que los riesgos se pueden gestionar, se pueden mitigar, compartir, transferir o aceptar, pero en ningún caso se pueden ignorar.

A tal fin e independientemente del modelo de desarrollo de proyectos utilizado, existen varias estrategias de gestión de riesgos en un proyecto de construcción (PMI 2013):

- EVITAR el riesgo: Cambiar el plan del proyecto para eliminar la amenaza.
- TRANSFERIR el riesgo: Transferir a un tercero las consecuencias negativas de la amenaza.
- MITIGAR el riesgo: Tomar medidas para reducir el impacto negativo de la amenaza.
- ACEPTAR el riesgo: Asumir el riesgo.

Una alternativa para gestionar activamente un riesgo aceptado pasa por la definición de reservas para contingencias: reservas de tiempo, de dinero, de recursos en suma, que aportan “colchones” para que la obra pueda soportar las consecuencias de la materialización de un riesgo aceptado -o no identificado- sin comprometer sus objetivos (Laryea y Hughes 2011, Thal, Cook y White 2010, Lhee et al. 2012). La gestión de reservas para contingencias se enmarca, por tanto, en el ámbito de la gestión de riesgos.

Pero lo anteriormente expuesto introduce además un segundo aspecto del contexto en el que se deben visualizar las reservas para contingencias: las reservas para contingencias son en esencia recursos, tiempo o dinero; por tanto, hablar de su gestión es hablar de la gestión del tiempo, del coste y de las especificaciones de la obra.

Es destacable la gran cantidad de variables que intervienen en la definición y gestión de las reservas para contingencias (Smith y Bohn 1999, Wambeke et al. 2011, Russell et al. 2012). Una buena parte de estos factores están relacionados con el hecho de que la construcción es un fenómeno social. Efectivamente, el hecho de que las personas jueguen un papel clave en la mayoría de las obras permite afirmar que una investigación eficaz en construcción debe analizar aspectos relacionados con el comportamiento humano y por tanto tomar en consideración enfoques y métodos de investigación típicos de las ciencias sociales (Abowitz y Toole 2009). Este sería otro aspecto del contexto de la gestión de las reservas para contingencias: la construcción es un hecho social y cualquiera de sus procesos —y la gestión de reservas para contingencias lo es— no es más que el fruto de un conjunto de decisiones tomadas por personas en un entorno social complejo caracterizado por la incertidumbre y condicionado, muy especialmente, por el modelo de desarrollo de proyectos concreto que se aplique en cada caso.

Otra característica adicional del contexto que se debe contemplar al analizar las reservas para contingencias está relacionada con las estrategias y los sistemas de mejora continua. La implantación de sistemas de mejora continua juega un papel esencial en el incremento de competitividad experimentado en los últimos años por numerosas compañías de

muy distintos sectores, también empresas constructoras. Uno de los elementos fundamentales de un sistema de mejora continua es la definición recurrente de retos y condiciones objetivo coherentes con la visión de la compañía, cuya persecución requiere necesariamente la mejora de procesos (Rother 2010). En este sentido, se puede afirmar que las reservas para contingencias juegan un relevante papel de cara a la mejora continua de las empresas constructoras (Russell et al. 2012). Howell (2012) va más allá al referir que las mejoras de productividad observadas en obras gestionadas bajo los principios de “Lean Construction” proceden en gran medida del afloramiento de reservas para contingencias ocultas.

Con el fin de alcanzar los objetivos de la obra las empresas constructoras gestionan sus riesgos, gestionan el tiempo de ejecución, el coste, el alcance y la calidad (especificaciones), todo ello en un entorno social caracterizado por elevados niveles de incertidumbre, tanto derivada de factores intrínsecos como de otros factores relacionados con el esquema de desarrollo de proyectos utilizado en cada caso. Las empresas constructoras –su personal- toman decisiones en torno a estos conceptos de forma recurrente a lo largo de una obra, siendo las reservas para contingencias un ingrediente fundamental de los citados procesos, un ingrediente que Patrascu (1988) describe como el concepto más incomprendido, malinterpretado y mal utilizado en la ejecución de una obra. Para este autor, las reservas para contingencias pueden significar y de hecho significan cosas diferentes para diferentes personas. De una forma similar, Zhao (2006) puntualiza que las reservas para contingencias son quizá uno de los conceptos más confusos en los sistemas de gestión de coste y plazo de las obras.

## **1.2.- ENUNCIADO DEL PROBLEMA: JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

En el apartado anterior se ha esbozado la importancia de la gestión de reservas para contingencias de cara a la consecución de los objetivos de la obra. Hay autores que destacan que su presencia es imprescindible para alcanzar los citados objetivos (Tommelein y Weissenberger 1999, Howell 2012); otros autores, sin embargo, ponen el foco en los problemas que acarrea su incorrecto dimensionamiento y gestión (Günhan y Arditi 2007, Russell et al. 2012).

En coherencia con su relevancia, la literatura aporta numerosos estudios sobre riesgos, incertidumbre y reservas para contingencias en el sector de la construcción; no obstante es destacable que los estudios cuyo objeto sea evidenciar la práctica real de las empresas constructoras en torno a la gestión de las reservas para contingencias son muy escasos y de carácter no integral (Laryea y Hughes 2011, Thal et al. 2010, Howell 2012). Howell (2013) afirma la necesidad de investigar acerca de la naturaleza y la cantidad de reservas para contingencias que determinan las organizaciones implicadas en una obra.

Otra laguna que se aprecia en torno al conocimiento existente sobre la gestión de reservas para contingencias es que un buen número de autores asumen -sin basarse en evidencias empíricas- que la práctica actual de las empresas a la hora de definir y gestionar las reservas para contingencias se basa en el juicio subjetivo y no en la aplicación de métodos rigurosos (Yeo 1990, Moselhi 1997, Hart 2007, Anderson et al. 2009, Idrus et al. 2010, Adafin et al. 2014).

Por otra parte, la literatura recoge abundantes modelos de gestión de reservas para contingencias (los más relevantes serán tratados con detalle en el capítulo tercero), sin embargo la mayor parte de estos modelos apenas son conocidos –y menos aún utilizados- por parte de las empresas constructoras (Smith y Bohn 1999, Ford 2002). En relación a la realidad empírica de los métodos de gestión de reservas para contingencias, Hollmann (2009) asegura

que sin duda se requiere investigación en el área de los métodos de gestión de reservas para contingencias, pues la falta de un cuerpo de evidencias empíricas es notable.

El hecho de que las empresas no conozcan y no utilicen en general los modelos que la literatura provee para la gestión de reservas para contingencias, es coherente con el hecho de que no se conoce de forma integral el proceder real de las empresas en torno a esta cuestión. Así, ciertos autores destacan la importancia de optimizar la gestión de las reservas para contingencias a partir del conocimiento de las prácticas reales de las empresas. Howell (2013) afirma que uno de los objetivos a cubrir con el conocimiento de la práctica actual de las empresas en torno a la gestión de reservas para contingencias es desarrollar un enfoque racional para dimensionar y ubicar reservas para contingencias con el fin de maximizar el rendimiento del proyecto. Laryea y Hughes (2011) aseguran que solo a partir del conocimiento exhaustivo de la realidad se podrán desarrollar modelos para tal fin, pues la capacidad para prescribir mejoras depende de la capacidad para describir la realidad con precisión. Para Francis y Hester (2004) comprender las prácticas actuales es la base de partida para involucrarse en lo que las empresas realmente hacen para, a partir de ahí, poder influir o sugerir métodos alternativos –en este caso de gestión de las reservas para contingencias. Por contra, tal y como se detallará en el capítulo tercero, la gran mayoría de los trabajos sobre reservas para contingencias que han sido estudiados describen modelos de gestión formales o derivados analíticamente, complejos y sin una base empírica acerca de cómo gestionan realmente las empresas constructoras las reservas para contingencias.

También se apuntó en el apartado anterior la importancia que las reservas para contingencias tienen en relación con la implantación de sistemas de mejora continua. En la industria manufacturera los “stocks” juegan un papel esencial como fuente de condiciones objetivo, pero la reducción de “stocks” en manufactura no es el objetivo finalista de la implantación de un sistema de mejora continua basado en “Lean Thinking” o “Six-Sigma”. La reducción de “stocks” es el elemento tractor de la mejora de procesos, pues solo con procesos optimizados las plantas pueden producir de forma eficaz con niveles reducidos de inventarios o con criterios de aceptación como los definidos por “Six-Sigma” (Rother 2010).

Pero los “stocks” de materias primas, producto en curso o producto terminado -un tipo en definitiva de reserva para contingencia (Ballard y Howell 1995)- no desempeñan en construcción un papel tan relevante como en manufactura. Quizá por ello la implantación de herramientas típicas de “Lean Thinking” como “Just in Time” es muy infrecuente en construcción (Tommelein y Weissenberger 1999). No obstante, la cercanía conceptual entre “stocks” y reservas para contingencias induce a pensar que estas últimas podrían tener un gran potencial como parámetro tractor de mejora de procesos, como variable de definición de condiciones objetivo (Rother 2010), o como elemento dinamizador en suma de la implantación de sistemas de mejora continua en las empresas constructoras y en concreto de “Lean Construction”.

Sin embargo, al igual que se argumentó anteriormente en relación a la definición de modelos optimizados para la gestión de reservas para contingencias, parece claro que sin un conocimiento preciso sobre cómo gestionan las empresas en la actualidad las citadas reservas, estas no puedan arrogarse el papel antedicho de cara a la implantación de sistemas de mejora continua en las empresas constructoras.

Por todo lo anterior, esta tesis pretende describir y explicar exhaustiva e integralmente cómo y por qué las empresas constructoras gestionan sus riesgos en las obras mediante la utilización de reservas para contingencias.

### **1.3.- PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.**

#### **1.3.1.- Objeto.**

El objeto de este estudio es la gestión de riesgos en obras mediante reservas para contingencias.

#### **1.3.2.- Objetivos.**

Los objetivos del presente estudio son los siguientes:

1. Analizar el estado del arte en relación a la gestión de riesgos en obras mediante reservas para contingencias.
2. Explorar y describir el modelo real de gestión de reservas para contingencias por parte de la empresa constructora durante la ejecución de la obra, esto es:
  - 2.1. Analizar y describir cómo gestionan las empresas constructoras las reservas para contingencias durante la ejecución de las obras.
  - 2.2. Caracterizar los determinantes, los inductores, los beneficios y las barreras que encuentran las empresas constructoras en la gestión de las reservas de contingencias en las obras.

#### **1.3.3.- Preguntas de la investigación.**

A partir de los anteriores objetivos, se plantean las preguntas de la investigación:

1. ¿Cuál es el estado del conocimiento en la gestión de riesgos mediante reservas para contingencias por parte de las empresas constructoras?
2. ¿Cómo gestionan las empresas constructoras las reservas para contingencias durante la ejecución de las obras?
3. ¿Cuáles son los determinantes, los inductores, los beneficios y las barreras que encuentran las empresas constructoras en la gestión de las reservas de contingencias en las obras?

#### **1.3.4.- Alcance.**

Empresas constructoras españolas que ejecuten proyectos de obra civil y edificación (residencial, industrial y sector terciario).



#### **1.4.- ESQUEMA DE LA TESIS.**

Tal y como se detalla a continuación, la tesis se estructura en torno a ocho capítulos agrupados en cuatro partes.

### **PARTE I. INTRODUCCIÓN.**

#### Cap. 1.- Introducción.

Partiendo de la exposición de los antecedentes, el enunciado del problema y la justificación de la investigación, en este capítulo se presentan los objetivos, las preguntas de la investigación, el alcance y el propio esquema de la tesis, introduciendo adicionalmente una visión general del método de investigación y la estrategia seguida en cuanto a la identificación y análisis de bibliografía.

### **PARTE II: ESTADO DEL ARTE.**

#### Cap. 2.- Contexto de gestión de las reservas para contingencias: el sistema productivo en construcción.

El capítulo describe los aspectos más relevantes que caracterizan el contexto de gestión de las reservas para contingencias. Estos aspectos se pueden dividir en cuatro grandes grupos: gestión de riesgos; gestión del plazo, el coste y las especificaciones; gestión de la mejora continua; y aspecto social de la obra en el marco de un modelo concreto de desarrollo, diseño y ejecución del proyecto.

#### Cap. 3.- Caracterización de las reservas para contingencias en la literatura.

Se describe el método a seguir para la revisión sistemática y científica del estado del arte con el fin de conseguir la estructuración del conocimiento existente en torno al fenómeno investigado: descripción de los atributos esenciales definitorios de su naturaleza y los determinantes de su gestión que de ellos se derivan; categorización de las reservas para contingencias en función de distintos criterios; y modelos existentes para su gestión.

#### Cap. 4.- Identificación de variables de gestión de reservas para contingencias.

En este capítulo se identifican y describen las variables explicativas de la gestión de reservas para contingencias, su integración en el contexto cercano del concepto (caracterizado por la naturaleza del mismo y los determinantes intrínsecos que de ella se derivan), y su integración en el contexto genérico. Este contexto genérico está caracterizado por los cuatro ámbitos de gestión de la obra que determinan y condicionan la gestión de reservas para contingencias: gestión de riesgos; gestión de coste, plazo y especificaciones; gestión de mejora continua; y aspecto social de la obra en el marco de un modelo de desarrollo de proyectos. Estas variables, la propia naturaleza del concepto y los determinantes que se derivan de ella misma y del contexto genérico, conforman la estructura del marco teórico que guiará el diseño de la investigación.

## PARTE III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

### Cap. 5.- Método de investigación.

El capítulo define, describe y justifica el método de investigación a utilizar: el estudio de caso. También se establecen los criterios a seguir y las fuentes a emplear para la recolección de datos (encuesta previa, entrevistas, observación directa, análisis documental). Se definen los criterios para determinar el número de casos (unidades de análisis) y para establecer el número de personas a entrevistar y sus características, así como las características del protocolo del estudio de caso. Además, se fijan los criterios para el análisis de los datos y la extracción de conclusiones. Finalmente, se indica el procedimiento a seguir para garantizar la validez científica de la investigación.

## PARTE IV: ANÁLISIS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

### Cap. 6.- Unidad de análisis.

Se definen los criterios que rigen la elección de las empresas (las unidades de análisis) y se justifica su cumplimiento por parte de las empresas seleccionadas. Posteriormente se describen las características generales de las empresas a investigar: historia, trayectoria empresarial, estructura organizativa, visión, áreas de actividad.

### Cap. 7.- Análisis de los datos, resultados y discusión.

En este capítulo se determinan los errores de la encuesta, desde el punto de vista estadístico, así como el nivel de saturación en las entrevistas. También se resumen los datos obtenidos y su tratamiento (matrices de datos). Se presentan y justifican los hallazgos de los casos individuales (“pattern matching”); además, se analiza el conjunto de los resultados de los casos individuales (“cross-case analysis”) y se construyen las proposiciones teóricas descriptivas del fenómeno investigados mediante la lógica de la replicación. Finalmente, se describe la validación externa realizada de los resultados de la investigación.

### Cap. 8.- Conclusión.

En el último capítulo se resumen las proposiciones planteadas y se exponen las contribuciones de la tesis. También se indican las limitaciones de la presente investigación. Finalmente, se incluyen propuestas sobre futuras líneas de investigación.

### **1.5.- MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.**

En la Tabla 1.1 se presentan las cinco fases en las que se estructura la investigación.

FASE	DESCRIPCIÓN
1	<p><b>1.1. ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE.</b> Su objetivo es identificar y analizar el trabajo realizado por otros investigadores en torno al área objeto de estudio con el fin de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Detectar carencias en el conocimiento publicado.</li> <li>- Contextualizar la investigación.</li> <li>- Ubicar la investigación en relación a estudios previos.</li> <li>- Conceptualizar las principales áreas de interés para focalizar la investigación y desarrollar el diseño de la misma.</li> </ul> <p><b>1.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.</b> Según Yin (2009), el diseño de la investigación consiste en establecer la lógica que conecta las preguntas de la investigación con los datos a recolectar y las conclusiones a extraer. El método base será el Estudio de Caso.</p> <p><b>1.3. PREPARACIÓN PARA OBTENCIÓN DE DATOS.</b> Según Yin (2009), se deben considerar cinco temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las cualidades del investigador.</li> <li>- Preparación y entrenamiento para un estudio de caso específico.</li> <li>- Desarrollo de un protocolo de la investigación.</li> <li>- Selección de los casos.</li> <li>- Realizar un caso piloto.</li> </ul>
2	<p><b>2.1. ESTUDIO PREVIO.</b> Una vez seleccionadas las empresas colaboradoras, se realiza un estudio previo con el objetivo de afinar el diseño de la investigación, en particular definir la unidad de análisis. En este estudio previo las fuentes de datos a utilizar serán la observación directa, el análisis documental, entrevistas con la alta dirección de las empresas seleccionadas y una encuesta del personal técnico de las empresas objeto de estudio, junto con la actualización permanente del análisis del estado del arte.</p>
3	<p><b>3.- ESTUDIO DE MULTI-CASO.</b> Una vez definida la unidad de análisis (la empresa) se procede al desarrollo de los dos estudios de caso. Las fuentes de datos a utilizar serán la observación directa, el análisis documental y una serie de entrevistas a realizar al personal técnico de las empresas seleccionadas, junto con la actualización permanente del análisis del estado del arte. Para el análisis de los datos y la extracción de hallazgos se utilizará la técnica conocida como "pattern matching" y "explanation building", técnica que consiste en la identificación de patrones que de coincidir entre sí aportan validez interna a la investigación.</p> <p><b>3.1. ESTUDIO DE CASO (Empresa "A"). HALLAZGOS (entrevista de contraste con informador clave).</b></p> <p><b>3.2. ESTUDIO DE CASO (Empresa "B"). HALLAZGOS (entrevista de contraste con informador clave).</b></p>
4	<p><b>4.1. ANÁLISIS COMPARADO.</b> A partir de los hallazgos contrastados de cada caso individual y siguiendo la lógica de replicación (literal y teórica) se obtendrán las proposiciones teóricas descriptivas del hecho investigado (Yin 2009).</p> <p><b>4.2. RESULTADOS PRELIMINARES DE LA INVESTIGACIÓN.</b> Las conclusiones preliminares del estudio se obtendrán tras evidenciar la validez interna y externa -mediante la lógica de la replicación (Yin 2009)- de la investigación.</p>
5	<p><b>5.1. VALIDACIÓN EXTERNA.</b> Para reforzar la validez externa de los resultados de la investigación se desarrollará un estudio suplementario basado en entrevistas semiestructuradas con directivos de empresas constructoras diferentes a la "A" y a la "B".</p> <p><b>5.2. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.</b> Las conclusiones finales del estudio se obtendrán a partir de las conclusiones preliminares una vez sometidas a la consideración de los directivos de otras empresas.</p>

**Tabla 1.1.- Método de investigación - Fases.**

El contenido y alcance de cada etapa será tratado con todo detalle en el capítulo quinto.

### **1.6.- DELIMITACIÓN DEL ALCANCE Y ASUNCIONES CLAVE.**

En el apartado 1.3.4 se expuso que la investigación se centra en empresas constructoras españolas que ejecuten proyectos de obra civil y edificación (residencial, industrial y sector terciario). Este es el alcance inicial de la investigación, que a lo largo de la misma se verá matizado en función de sus necesidades y de las diferentes restricciones que puedan surgir.

En el apartado 1.1 ya se apuntó que las reservas para contingencias se explican en función de una gran cantidad de factores, algunos de los cuales se reflejan en los acuerdos plasmados en los contratos que la empresa constructora formaliza tanto con el promotor como con subcontratistas y otros proveedores (Seung y Hyung 2004). Más aún, un contrato incorpora de una forma más o menos explícita la política de gestión de riesgos en la obra, estableciendo un mecanismo para ser compartidos por las partes (PMI 2013); de esta idea se deduce que el riesgo global del proyecto es la suma (no necesariamente aritmética) de los riesgos soportados por cada una de las partes.

Esta investigación se centra en los riesgos soportados por la empresa constructora, por el contratista general, que a la luz de lo anterior no tienen por qué coincidir con los riesgos del proyecto ni ser ajenos al tipo de contrato y su redacción específica acordada por las partes en cada caso (Smith y Bohn 1999).

### **1.7.- FUENTES BIBLIOGRÁFICAS.**

Para la identificación de referencias bibliográficas se utilizaron las siguientes bases de datos:

- Web of Science (Thomson).
- Scopus (Elsevier).
- Academic Search Premier (EBSCO).
- Directory of Open Access Journals.
- Oxford Journals.
- Google Scholar

La identificación de referencias se centró en revistas internacionales con revisión externa, monografías y comunicaciones relevantes de congresos internacionales. La búsqueda se realizó en Internet mediante las bases de datos anteriores utilizando las siguientes palabras clave en inglés: “Contingency”, “Buffers”, “Risk Management”, “Uncertainty”, “Construction”, “Variability”, “Lean”, “Cost Management”, “Time Management”, y “Trust”. Para todas estas referencias se completó una ficha de registro o ficha bibliográfica cuyo contenido se expone en el capítulo tercero.

Con el fin de facilitar la gestión de la bibliografía se categorizaron las referencias anteriores de acuerdo a dos criterios: su formato y su contenido básico. A nivel de su formato, la bibliografía utilizada se puede clasificar en cinco grupos:

1. Monografías: particularmente de cara al capítulo segundo (conceptos básicos) (M).

2. Artículos: esencialmente de revistas internacionales con revisión externa; se utilizaron para revisar el estado del arte sobre el fenómeno investigado y las diferentes estrategias de investigación posibles (A).
3. Tesis: trabajos de investigación académica de distintas universidades; aportaron información en relación a nivel de conceptos básicos y en particular acerca del método de investigación utilizado en esta investigación (T).
4. Informes: documentos relacionados con el objeto de la tesis, desarrollados por organizaciones no académicas (I).
5. Comunicaciones relevantes de congresos internacionales, particularmente del “International Group for Lean Construction” y de la “American Association of Cost Engineers” (C).

Por otra parte, a nivel de su contenido, las referencias se pueden clasificar en tres grupos:

1. Conceptos básicos (CB).
2. Específicas para reservas para contingencias (RCs).
3. Metodología (M).

Es destacable que una de las fuentes de referencias utilizadas han sido las propias referencias que se han ido encontrando a lo largo de la investigación. Así, se tuvieron en cuenta las referencias bibliográficas de todos los artículos localizados, activando un ciclo de búsqueda iterativo (“snow-ball”).

En los siguientes capítulos, a partir del esquema anterior y de acuerdo a la información obtenida y sistematizada con el método aquí expuesto, se abordará el objetivo finalista del análisis bibliográfico, que no es otro que recoger de forma precisa, concisa y rigurosa el conocimiento existente -y el no existente- en relación al objeto de la tesis, un paso fundamental para proceder al diseño de la investigación de modo que posibilite alcanzar los objetivos de la misma.



**CONCEPTOS BÁSICOS**

## **PARTE II: MARCO TEÓRICO.**

### **2.- CONCEPTOS BÁSICOS.**

- 2.1.- ¿QUÉ ES LA CONSTRUCCIÓN?
- 2.2.- EL PRODUCTO DE LA CONSTRUCCIÓN.
- 2.3.- EL PROCESO CONSTRUCTIVO.
- 2.4.- LA OBRA COMO UN TIPO DE ORGANIZACIÓN PRODUCTIVA.
- 2.5.- LA TOMA DE DECISIONES EN LA OBRA.
- 2.6.- RIESGO E INCERTIDUMBRE.
- 2.7.- MODELOS DE DESARROLLO DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN. TIPOS DE CONTRATO.
- 2.8.- LA EMPRESA CONSTRUCTORA Y SU GESTIÓN DE LA OBRA EN UN ENTORNO TRADICIONAL.
- 2.9.- MEJORA CONTINUA EN CONSTRUCCIÓN: CONSTRUCCIÓN "LEAN".



## 2.- CONCEPTOS BÁSICOS.

El objeto esencial del capítulo segundo que aquí comienza es describir y caracterizar los aspectos más relevantes del contexto de la gestión de reservas para contingencias.

En el capítulo primero se esbozó el concepto y ciertos aspectos de su contexto: las reservas para contingencias son una herramienta de gestión de riesgos, pero también se expresan en forma de tiempo, dinero y otros recursos, por lo que hablar de su gestión es hablar de la gestión del plazo, del coste y de las especificaciones de la obra. Por otra parte, es destacable que la obra es un fenómeno social que se enmarca en un cierto modelo de desarrollo de proyectos, aspecto ambos que podrían condicionar la gestión de la obra en general y en particular la gestión de riesgos y por tanto de las reservas para contingencias. Finalmente, se analizará el impacto que las estrategias de mejora continua –en particular “Lean Construction”- tiene en la gestión de la obra.

El objetivo esencial de la investigación es explorar y describir cómo gestionan sus riesgos en obra las empresas constructoras mediante reservas para contingencias, o lo que es lo mismo, explorar y describir el modelo real de gestión de reservas para contingencias por parte de la empresa constructora durante la ejecución de la obra. Un modelo de gestión que se enmarcará en el contexto genérico de gestión de la obra y que por tanto se verá determinado por este.

### 2.1.- ¿QUÉ ES LA CONSTRUCCIÓN?

Este apartado introductorio no pretende definir (en sentido estricto) qué es la construcción, tampoco es el objeto del trabajo en su conjunto. Con el fin de comenzar a configurar el contexto de la gestión del fenómeno investigado, únicamente se pretenden aportar algunas de las características de la producción en construcción que de forma más frecuente aparecen en la literatura y que también puedan ser consideradas como más representativas por la mayor parte de los profesionales del sector.

*Una forma de producción basada en proyectos.*

Por su propia naturaleza cada edificio o infraestructura resultado de un proceso constructivo, tiene un carácter único y su diseño y desarrollo supone un esfuerzo acotado en el tiempo. Efectivamente, la producción en construcción se concreta a partir del diseño, gestión y ejecución de un proyecto, entendiéndolo tal y como lo define PMI (2013) (p. 11) como “*un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único*”.

*Una forma de producción “in situ”.*

Howell (1999) define la construcción desde el punto de vista de la ubicación de la actividad productiva en torno a dos características:

- Incluye el ensamblaje de piezas, pero el conjunto es demasiado grande para moverse entre estaciones de trabajo, así es que son estas últimas las que se mueven.
- Un proceso de construcción está arraigado en un determinado lugar.

*Un sector de escasa competitividad.*

Para Rooke et al. (2004) la construcción es un sector oportunista, propenso al conflicto y resistente al cambio, lo que impide la mejora de la competitividad y de la eficiencia general.

En esta misma línea Brouseau y Rallet (1995) argumentan que las características institucionales y los principios organizacionales en los que se basa la construcción son un elemento restrictivo de la innovación – y la innovación es uno de los impulsores fundamentales de la mejora de la competitividad.

*Una forma de producción compleja.*

Ballard y Howell– “Toward construction JIT” (1995) analizan en este trabajo iniciático la aplicabilidad al sector de la construcción de las metodologías de organización y control de la producción desarrolladas en el sector manufacturero a la luz de los principios de “Lean Thinking” (Womack y Jones 2004). Su conclusión inicial es que esa aplicación – en particular la de “Just in Time”- no es viable de forma directa, pues el sector manufacturero y el de la construcción son claramente diferentes, en particular por lo que se refiere a los niveles de complejidad e incertidumbre.

Ballard (2005) considera la construcción como un tipo de sistema de producción de gran complejidad e incertidumbre, un sistema de producción que utiliza distintos tipos de reservas para contingencias para absorber la variación que se produce debido a la incertidumbre existente en las obras durante todas sus fases. Es destacable como para este autor incertidumbre, variación y reservas para contingencias son elementos definitorios de la construcción.

Para Tang et al. (2009) la toma de decisiones en construcción incluye la gestión de múltiples componentes interrelacionados, tales como: implantación de la infraestructura de obra en el emplazamiento, recursos críticos a nivel de equipos, productividad de la mano de obra, eventos inesperados, asignación de recursos y reprogramación de actividades. La incertidumbre asociada con cada una de esos componentes junto con la evolución de las relaciones entre ellos en un escenario de tiempo y espacio restringidos, constituyen la raíz de la complejidad de la construcción.

*Una forma de producción integrada en el ciclo de vida de otra actividad económica.*

Siguiendo con Ballard y Howell (2005), la construcción –en este caso de un edificio destinado a la industria manufacturera- no es más que el paso final del desarrollo de un producto manufacturado, pues termina justo antes de que comience la actividad fabril en el edificio o infraestructura construido para tal fin.

*Un sector cuya producción se desarrolla mediante organizaciones temporales.*

Una de las principales aportaciones de Van Donk y Molloy (2008) consiste en la consideración del proyecto como un tipo de organización temporal y no solo como una forma de producción. La obra es por tanto una organización. Estos autores proponen distintas tipologías de estructuras organizativas típicas de la producción por proyectos; la mayor parte de las obras se encuadrarían en lo que ellos denominan “proyectos burocráticos”, una tipología de estructura organizativa cuya principal vulnerabilidad estriba en la interdependencia entre sus distintas áreas, interdependencia que en ocasiones se traduce en variabilidad e incertidumbre.

*El desarrollo y el resultado del proyecto de construcción están condicionados por factores psicosociales.*

La construcción es un hecho social y cualquiera de sus procesos –y la gestión de reservas para contingencias lo es- no es más que el fruto de un conjunto de decisiones tomadas por personas en un entorno psicosocial complejo (Leach 2003, Francis y Hester 2004, Iborra et al. 2007).

Algunas de las definiciones o caracterizaciones anteriores reflejan aspectos intrínsecos de la construcción, otras describen una realidad habitual, estructurada a lo largo del tiempo aunque teóricamente modificable. Pero bajo todas ellas subyace una idea ya apuntada: el desarrollo, diseño y ejecución de proyectos de construcción se da en un contexto complejo, caracterizado inherentemente por la incertidumbre y el riesgo, incertidumbre y riesgo que se gestionan –entre otras herramientas- con colchones (reservas para contingencias) (Russell et al. 2012).

Complejidad, variabilidad, incertidumbre, riesgo y reservas para contingencias son, por tanto, conceptos nucleares de este sistema productivo llamado construcción, conceptos que se ven inducidos e influenciados tanto por factores intrínsecos del sistema como por aquellos derivados del modelo de desarrollo, diseño y ejecución de proyectos que se adopte en cada caso, conceptos que son, por tanto, gestionables.

## **2.2.- EL PRODUCTO DE LA CONSTRUCCIÓN.**

A continuación se desgranar las principales características del producto de un proyecto de construcción, del edificio o infraestructura que constituya el resultado principal de una obra.

*Es un producto duradero.*

Salvo excepciones que para nada empañan el peso de este argumento, los productos, los resultados de un proyecto de construcción son activos fijos cuya esperanza de vida útil es elevada, habitualmente no inferior a varios decenios.

No es el objeto de este trabajo entrar a cuantificar o acotar el ciclo de vida de los resultados de un proyecto de construcción, pues desde el punto de vista del impacto que este argumento puede tener en la conceptualización del sistema productivo es irrelevante que la duración del producto esté limitada legalmente a veinticinco años (como es el caso de ciertas plantas de producción de energía eléctrica) o que sea de cientos de años, como pueden perdurar con su funcionalidad intacta, a través de un adecuado mantenimiento, ciertas infraestructuras. Pero el significado de esta realidad (la amplia vida útil) en cuanto a la gestión del desarrollo y la ejecución de un proyecto de construcción es relevante:

- De forma habitual, a la hora de comenzar un proyecto de construcción, no se parte de un requisito que defina la duración esperada del edificio o infraestructura o en todo caso queda definida de forma decididamente imprecisa.
- Dada la ambigüamente amplia vida esperada para cualquier resultado de un proyecto de construcción y la complejidad intrínseca de los proyectos, el ajuste apriorístico del producto (tanto a nivel de diseño como de producción) a esta expectativa de vida útil resulta escasamente plausible. De hecho no existen referencias prácticas de la aplicación en construcción del enfoque –muy habitual en el sector manufacturero- de obsolescencia programada, un concepto definido por Bulow (1986) como la producción de bienes con vidas útiles antieconómicamente reducidas con el fin de que los consumidores tengan que repetir sus compras.
- En relación con la amplia vida útil de un producto de construcción, ligada con los cambios sobre los requerimientos del mismo que se pueden producir a lo largo de la misma, han surgido en los últimos tiempos algunas iniciativas como “*Open Building*”. El matiz considerado al respecto por este enfoque radica en distinguir la durabilidad en función de la resistencia al paso del tiempo de los elementos físicos del edificio o infraestructura, de la durabilidad derivada de la permanencia en el tiempo de las

condiciones que permiten que los usuarios sigan considerando factible y rentable su utilización.

El “*International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB)*” es una red de investigadores y expertos prácticos que tienen en común el interés por el desarrollo del concepto de “*Open Building*”. CIB celebró en Salford (UK) en mayo de 2010 su conferencia anual, cuyos reportes han sido utilizados de cara a la documentación de este punto (CIB W104, 2010).

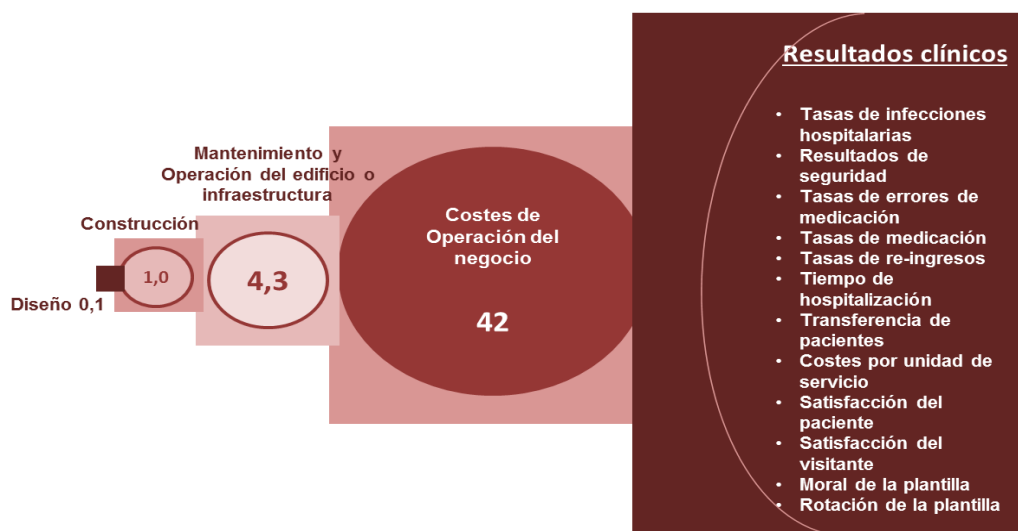
La idea central de “*Open Building*” es que, a partir de lo anterior, el edificio o infraestructura debe ser diseñado y construido de forma que sea flexible y adaptable ante los posibles cambios de uso y cuantas posibles e impredecibles circunstancias pudieran presentarse durante su vida máxima (definida por la durabilidad de los constituyentes físicos del edificio o infraestructura).

*Open Building* considera que un edificio aporta tanto más valor a sus usuarios, presentes y futuros, en la medida que el diseño y la concreción del mismo no rigidicen su utilización futura al tiempo que satisfacen las necesidades presentes. *Open Building* pretende por lo tanto maximizar el valor aportado por el edificio o infraestructura a lo largo de su vida útil.

*Open Building* es una respuesta a la incertidumbre existente en numerosas ocasiones durante la fase de diseño acerca de la evolución de las necesidades y requerimientos de los usuarios a lo largo de la vida útil del edificio o infraestructura.

Esta iniciativa introduce otra posible materialización de las reservas para contingencias: aspectos del diseño y de la construcción que se fundamenten en la absorción de este tipo de incertidumbre.

- Otro aspecto relacionado con el ciclo de vida de un edificio o infraestructura tiene que ver con el hecho de que la inversión inicial es -en algunos casos- una parte muy reducida de los costes de ciclo de vida del producto (edificio o infraestructura). Ballard (2010) refiere que de acuerdo con las estimaciones de Sutter Health (compañía de salud americana propietaria de hospitales y centros de salud) la inversión inicial en diseño y construcción de sus hospitales apenas supera el uno por ciento del coste de ciclo de vida.



**Gráfico 2.1. Comparación de costes de ciclo de vida (Ballard 2010).**

La amplia vida útil de numerosos edificios o infraestructuras junto con la reducida visibilidad en el momento de su diseño y construcción de las características de su utilización y mantenimiento, son en sí mismos factores de incertidumbre, incertidumbre que como en otros casos puede (debe) ser absorbida con reservas para contingencias (Barraza 2011, Günham y Arditi 2007, Hart 2007, Hollman 2010, Leach 2003, PMI 2013).

#### *Es único*

Tal y como se expresó anteriormente el resultado de un proyecto de construcción es, por definición, único (Andi 2004, Tommelein y Weisenberger 1999, Oberlender 2000).

Efectivamente, cada proyecto es único porque incluso en proyectos similares siempre va a existir algún factor relevante que se modifique, pero el grado de unicidad, de singularidad o de similitud puede tener un efecto cuya consideración es muy relevante.

A nivel práctico, la razón de la unicidad o singularidad de cada proyecto, además de su propia definición, viene determinada por la dificultad de replicar, incluso en proyectos “aparentemente idénticos”, factores en principio controlables (Fisher 2004): la dificultad de replicar el equipo de proyecto, de que los interesados y sus expectativas sean las mismas, de que los requerimientos a nivel de plazos coincidan, etc.

La consecuencia de la singularidad de cada proyecto es también la incertidumbre, la dificultad de predicción de la evolución de numerosos factores y de su interacción. La magnitud de la incertidumbre es una de las claves diferenciales de un proyecto y en concreto de un proyecto de construcción en relación con otros tipos de producción y será mayor en la medida en la que la singularidad del proyecto lo sea (Ballard y Howell 1995, Tommelein y Weissenberger 1999, Andi 2004, Fisher 2004, Seung y Hyung 2004, Slauson 2005, Laryea y Hughes 2011, Russell et al. 2012).

#### *Es intensivo en capital*

El desarrollo, diseño y ejecución de una buena parte de los proyectos de construcción implica –de forma habitual- una inversión relativamente elevada.

Pero, ¿el coste de construcción y puesta en marcha del producto, del resultado de un proceso constructivo, es elevado en relación a su coste total o de ciclo de vida? Ya se apuntó anteriormente que al menos en ciertos casos (edificación industrial o del sector terciario) no, lo que pone de manifiesto, una vez más, la importancia de realizar análisis económicos de ciclo de vida. En esta línea, (Wen y Kang 2001) realizaron un estudio sobre el impacto económico que puede tener en la construcción de edificios en zonas con elevado riesgo de sismos tratar de minimizar durante el diseño y la construcción del edificio las consecuencias económicas de un desastre causado por un evento de este tipo. Lo que estos autores proponen no es otra cosa que evaluar el coste de las reservas de contingencias necesarias para absorber el riesgo de sismos destructivos y compararlo con el coste que podría tener la aceptación de ese riesgo, bien entendido que estas reservas para contingencias se expresan inicialmente en forma de características del diseño o de la construcción tendentes a minimizar los efectos destructivos de un sismo.

#### *Es complejo*

¿Qué es un sistema complejo? Para Snowden y Boone (2007) un sistema complejo presenta las siguientes características:

- En él interactúan una gran cantidad de elementos.

- Las interacciones no son lineales y cambios menores pueden producir consecuencias desproporcionadamente importantes.
- El sistema es dinámico, el todo es mayor que la suma de las partes y las soluciones no pueden imponerse, más bien surgen de las propias circunstancias. Esta característica es frecuentemente conocida como *emergencia*.
- El sistema tiene una historia y su pasado se integra con el presente; los elementos evolucionan entre sí y en relación al entorno y la evolución es irreversible.
- Aunque un sistema complejo podría parecer, retrospectivamente, como ordenado y predecible, esa visión retrospectiva no se puede extrapolar al futuro, pues las condiciones externas y el propio sistema cambian constantemente.
- A diferencia de los sistemas ordenados (dónde el sistema es una restricción de sus agentes), en un sistema complejo los agentes y el sistema se restringen mutuamente. Esto significa que no se puede predecir el futuro.

La literatura aporta numerosas referencias que confirman la complejidad como una característica de la construcción. La mayor parte de los proyectos de construcción tienen como resultado productos complejos (Ballard y Howell 1995), complejidad que no ha hecho sino incrementarse en los últimos decenios (Slauson 2005).

Un edificio o infraestructura fruto de un proceso constructivo son en sí y de forma intrínseca, sistemas complejos, complejidad que es sin duda un poderoso inductor de incertidumbre y riesgo.

### **2.3.- EL PROCESO CONSTRUCTIVO.**

Las actividades que deben llevarse a cabo con el fin de completar la obra se agrupan en torno a cinco grupos de procesos: iniciación, planificación, ejecución, seguimiento y control y cierre. Por otra parte, todos estos procesos se sitúan tanto en el área de los procesos de dirección de proyectos como en el área de los procesos orientados al producto (PMI 2013).

Dentro del grupo de proceso de ejecución y de los procesos orientados al producto se encuentra el proceso constructivo, cuyas principales características intrínsecas se exponen a continuación.

*Es amplio en el tiempo.*

El proceso constructivo presenta en general y en términos relativos una amplia duración. La mayor parte de los procesos constructivos requieren para completarse un plazo notablemente más amplio que el tiempo de ciclo de cualquier proceso manufacturero; no es extraño que la construcción de un determinado edificio o infraestructura se dilate durante varios meses e incluso años.

No se pretende efectuar aquí un juicio de valor genérico acerca de la fiabilidad de la programación de los proyectos; la prolongada duración relativa de los proyectos de construcción que aquí se constata lo es incluso partiendo de una hipótesis de duración optimizada.

Es una obviedad que la gestión en sentido amplio de la obra es una herramienta para optimizar su plazo de ejecución, pero lo que no es tan evidente es dónde, cuándo y cómo

deben focalizarse los esfuerzos de gestión para optimizar la obra desde el punto de vista de su duración; métodos de gestión diferentes conseguirán sin duda resultados diferentes.

En apartados posteriores se analizará el enfoque de distintos modelos de desarrollo, diseño y construcción de proyectos –tradicionales y no tradicionales- sobre la gestión del plazo de ejecución de la obra.

Pero, ¿qué implicaciones tiene la mayor duración relativa de un proceso constructivo? Una respuesta está en el propio concepto de planificación, que no es otra cosa que en cierto modo “predecir” (y determinar) el futuro; cuanto más amplio sea el horizonte de planificación mayor será la incertidumbre y por tanto menor será la fiabilidad de la misma (Noor y Tichacek 2009, Howell 2012).

En definitiva, la importante duración relativa de un proceso de construcción es en sí misma un factor de riesgo intrínseco al propio concepto subyacente en la industria.

*Es no deslocalizable.*

La imposibilidad –en la mayor parte de los casos- de deslocalizar por completo los procesos constructivos condiciona la gestión de la obra, pues esta se ve afectada por el entorno (físico, político, climatológico, etc.) del emplazamiento (Yeo 1990). La obra –al igual que cualquier empresa- es un sistema abierto y por tanto interactúa con su entorno; su rasgo diferencial en este sentido se deriva del hecho de que su ubicación viene determinada por el lugar en el que el edificio o la infraestructura va a desempeñar su función (Howell 1999), no pudiendo por tanto la empresa constructora elegir –como sí pueden hacer empresas de otros sectores- dónde producir (construir). En apartados posteriores se tratarán con más detalle qué factores de incertidumbre y riesgo están relacionados con este hecho.

No obstante, la imposibilidad de deslocalización inherente al concepto de construcción se refiere al resultado final, el resultado final se ensambla generalmente in situ. Sin duda existen subprocesos cuya deslocalización es hoy por hoy inviable, pero no está intrínsecamente restringida la deslocalización de muchos otros, sino que depende, una vez más, del criterio de gestión que se emplee... y la construcción deslocalizada (“off-site construction”) es un elemento de gestión cuya exploración resulta del máximo interés debido tanto a las mejoras potenciales de productividad como a la reducción de la incertidumbre sobre los objetivos del proyecto que puede conllevar (Björfot y Sardén 2006).

A partir de aquí y en relación al objeto de este trabajo, cabría plantearse cuál es la influencia de la deslocalización en la incertidumbre y el riesgo de la obra relacionados con el entorno de la misma y en concreto qué reservas para contingencias podrían reducirse o incluso desaparecer con la extensión de este concepto constructivo.

*Es complejo.*

Anteriormente se argumentó la complejidad del producto de la construcción en base a las características que para Snowden y Boone (2007) presenta un sistema complejo. Un producto el de la construcción que es complejo y que es el resultado de un proceso también complejo.

La complejidad del desarrollo, diseño y ejecución del proyecto de construcción se deriva tanto de la dificultad subyacente a la ejecución de numerosos subprocesos como a la dificultad de coordinar y regular la interacción entre los mismos (Ballard 2005); los procesos, subprocesos, actividades y tareas son múltiples y diversas, llevadas a cabo por equipos y empresas de diferentes perfiles, que en función del esquema organizativo adoptado pueden llegar a tener intereses contrapuestos (Slauson 2005). La coordinación a la hora de ejecutar los

diversos subprocesos es el factor esencial, sin prejuicios, evitando que los contratos que enmarquen la relación entre los distintos protagonistas del proyecto introduzcan más restricciones que las que se presentan de forma inamovible por la propia naturaleza de los proyectos de construcción (Slauson 2005).

## **2.4.- LA OBRA COMO UN TIPO DE ORGANIZACIÓN PRODUCTIVA.**

### **2.4.1.- La estructura organizativa de la obra.**

La estructura organizativa de cualquier empresa u organización productiva está constituida por el conjunto de relaciones –formales e informales- entre los miembros del equipo de trabajo y se representa por una serie de normas y procedimientos que regulan los flujos de autoridad, comunicación y trabajo, todo ello con el fin de alcanzar los objetivos definidos (Cuervo 2008).

A la luz de lo anterior, la estructura organizativa “real” se compone de una estructura formal (que emanaría en el caso de la construcción de los pactos entre las distintas compañías involucradas en la obra y de las decisiones de la dirección de cada empresa) y de otra estructura informal (expresada por las relaciones espontáneas, informales, entre los miembros del equipo de obra) (Cuervo 2008).

La descripción anterior es válida para cualquier sector de actividad; sin embargo la estructura organizativa de la obra presenta en primera instancia dos características diferenciales, que si bien no tienen un carácter intrínseco, sí que pueden ser consideradas como características estructurales debido a su vigencia en la mayor parte de los proyectos. Estas dos características son la temporalidad de los equipos de proyecto y el hecho de que sus miembros procedan de varias empresas diferentes (Vieira y Cachadinha, 2011).

Efectivamente, es habitual que los equipos de proyecto sean temporales, pues la esencia del proyecto es temporal (van Donk y Molloy 2008). Incluso aunque exista un cierto grado de recurrencia en las relaciones entre las partes que conforman el equipo de un proyecto es habitual que si no todos al menos parte de los miembros cambien de un proyecto a otro.

Por otra parte, realizar una obra requiere formar un equipo de personas de diferentes empresas con un objetivo común: completar la obra (Oberlender 2000). Efectivamente, los miembros del equipo de proyecto suelen proceder de compañías diferentes: propietario, diseñador, empresa constructora y empresas subcontratistas, compañías que explicitan los pactos reguladores de su relación mediante contratos (Slauson 2005).

Esta estructura organizativa especializada (separación por empresas entre propiedad-diseñadores-constructores y subcontratación) implica equipos de proyecto con más organizaciones, implica, por tanto, interacciones más frecuentes, induciendo más complejidad a la obra que la que existiría si el proyecto lo desarrollara una “entidad única”; por ello Grau et al. (2012) aseguran que la transferencia eficaz y puntual de conocimiento e información entre las distintas organizaciones de la obra es de una importancia extraordinaria para el éxito del proyecto. Sin embargo los beneficios de la especialización compensan los posibles perjuicios de la misma (Slauson 2005). En apartados posteriores se profundizará en la sub-contratación y como se enfoca bajo los esquemas de desarrollo de proyectos tradicionales.

Estas dos características intrínsecas de la estructura organizativa en construcción (temporalidad de la organización y amplio número de empresas que conforman la misma)



introducen incertidumbre y riesgo adicional en la obra (Chapman y Ward 2003). Los modelos de desarrollo, diseño y ejecución de proyectos de construcción que se implanten, así como los contratos que formalicen las distintas empresas involucradas en la obra, deberían focalizarse en atemperar esa incertidumbre.

Se ha comenzado este apartado describiendo las características intrínsecas de la estructura organizativa de la obra porque todos los tipos de proyectos –y la obra lo es- cuentan con un esquema organizativo. Pero sin embargo, desde un punto de vista conceptual y en relación al marco teórico aplicable, la obra (el proyecto de construcción en sentido amplio) presenta una característica diferencial en relación a otros tipos de proyectos: la obra es un tipo de organización productiva, temporal, sí, pero organización productiva al fin y al cabo, y no solo una forma de producción con una determinada estructura organizativa (van Donk y Molloy 2008).

De la anterior circunstancia se deriva que a las obras -como organizaciones productivas que son- les pueda ser aplicado el marco teórico de estas. Por tanto, una obra se puede entender, al igual que cualquier organización productiva o cualquier empresa, como una unidad técnico-económica, pero también como una unidad socio-política (Iborra et al. 2007); en la misma línea, Slauson (2005) refiere como el Instituto Tavistock ya utilizaba en 1966 el enfoque socio-técnico para representar el proyecto de construcción.

Las obras son unidades técnico-económicas porque transforman un conjunto de recursos, mediante el uso de tecnología, en un edificio o infraestructura que tiene un valor económico.

Pero las obras son también unidades socio-políticas.

## **2.4.2.- El aspecto socio-político de la obra.**

### 2.4.2.1.- Diferentes visiones de la obra como entidad socio-política.

Efectivamente, siguiendo con la idea de Iborra et al. (2007), una obra es algo más que medios de producción, materiales y una cierta estructura organizativa. Una obra funciona porque en ella trabajan, arriesgan, toman decisiones y colaboran personas, de hecho las personas son el recurso más importante de la obra (Oberlender 2000). La obra es una unidad social.

Por ello, si se pretende entender y explicar el funcionamiento de la obra se deben entender los intereses, los comportamientos y las motivaciones de las diferentes personas y empresas que participan en ella y se relacionan con ella, lo que pone de manifiesto una vez más el aspecto social del contexto de gestión de las reservas para contingencias; introduciendo este matiz, cabría decir que el objetivo de este trabajo es entender los intereses, los comportamientos y las motivaciones de las personas y de las empresas que participan en la obra en relación a las reservas para contingencias.

Pero además la obra es una unidad política, porque las personas y las empresas, que tienen objetivos e intereses propios y, en ocasiones, no coincidentes con los de la obra, tienen que conciliar sus objetivos e intereses con lo de esta, para que el equipo de obra funcione como una unidad. Por eso las decisiones y objetivos se deben adoptar mediante procesos políticos, con los que se intenta lograr esa conciliación.

El aspecto socio-político del contexto de gestión de las reservas para contingencias está por tanto –como se acaba de argumentar- en la propia esencia de este trabajo.

Francis y Hester (2004) afirman en su obra "An invitation to ethnomethodology" que una organización (y una obra lo es) es el sentido que sus miembros le dan a ese término, la forma en la que sus miembros utilizan el concepto, surgiendo así tres usos: el ámbito de la conformidad (la organización es un conjunto de reglas, normas, etc. que permiten validar tanto a priori como a posteriori, la aceptabilidad de diferentes acciones); un modelo de unidad de estilo (la organización es lo que da sentido a las acciones individuales como parte de un todo integrado); una referencia corroborativa (los miembros usan la organización como un marco de referencia para establecer el propósito de acciones o hechos que, de otra forma, aparentarían no tener sentido).

Esta visión tiene importantes implicaciones en cuanto a cómo analizar organizaciones. En primer lugar, las obras deben ser vistas como un escenario de acciones prácticas y en segundo lugar, es importante tener en cuenta que los miembros del equipo de obra no pretenden ser vistos como entidades separadas de la misma sino, más bien, que sus acciones conforman la organización al ser realizadas de forma reconocible, lo que encaja con la –según Bowles y Gintis (2011)- natural tendencia a la cooperación del ser humano.

Para la etnometodología, si el objetivo es averiguar qué hace cada miembro de una organización y cómo lo hace, es un error considerar la estructura organizativa de la empresa (obra) como un ente bidimensional (formal e informal), pues esta concepción teórica ignora la forma como la organización se configura a través y en el trabajo desarrollado por sus miembros. Focalizándose en qué determina el comportamiento de los trabajadores, el enfoque tradicional no presta atención al trabajo en sí.

En relación a las normas, reglas, procedimientos y estándares organizacionales, la etnometodología propone que más que asumir de antemano que una regla es clara y definitiva, se deben analizar las actividades reales de los miembros de la organización para ver cómo se interpretan las reglas y se les da un sentido práctico operativo. La mejor regla es no ir nunca en contra del espíritu de la regla, por lo que los miembros de una organización deben tener la autoridad suficiente para interpretar los esquemas organizativos con autonomía.

La importancia del ámbito socio-político de la obra es nuclear, lo que implica que cualquier investigación que se realice en el campo de la gestión de la misma deba tener muy en cuenta este aspecto.

#### 2.4.2.2.- Factores característicos de los procesos sociales.

A continuación se relacionan una serie de factores en los que Zika-Viktorsson et al. (2003) basaron una investigación comparativa sobre aspectos psico-sociales de dos tipos de proyectos: un proyecto para desarrollo de un producto industrial y un proyecto de construcción. La relevancia del citado documento de cara a este trabajo no estriba solo en las conclusiones del mismo, sino en el aspecto metodológico de su estudio, es decir, en qué términos se puede conceptualizar la investigación del aspecto socio-político de una obra.

##### FACTORES RELACIONADOS CON LOS "INPUT":

- Complejidad de las tareas.
- Recursos.
- Apoyo de la dirección.

##### FACTORES RELACIONADOS CON LOS "OUTPUT":

- Cumplimiento de objetivos.

- Desarrollo profesional de los miembros del equipo.

#### AMBIENTE DE TRABAJO INDIVIDUAL:

- Nivel de compromiso.
- Autonomía para planificar la actividad individual.
- Retroalimentación.
- Reacciones de stress psicológico.
- Carga de trabajo cuantitativa.
- Carga de trabajo cualitativa.

#### PROCESOS SOCIALES / ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS.

- Apoyo del equipo al objetivo.
- Formulación conjunta del objetivo.
- Toma de decisiones conjuntas.
- Transmisión de información dentro del equipo.

#### PROCESOS SOCIALES / TRABAJO EN EQUIPO:

- Espíritu de equipo.
- Intercambio de ideas.
- Ausencia de conflictos internos.
- Cooperación.
- Desarrollo de prácticas de trabajo en equipo.

Las conclusiones del estudio se agrupan en torno a dos aspectos:

1.- Existen algunas diferencias significativas en el espíritu de equipo apreciado en ambos proyectos. Efectivamente, uno de los hallazgos del estudio es que el espíritu de equipo en el proyecto de construcción es inferior al apreciado en el proyecto del sector manufacturero.

2.- El trabajo eficaz en equipo se relaciona con un nivel más elevado de cumplimiento de objetivos.

El trabajo en equipo es una de las principales herramientas de cualquier organización avanzada; el trabajo en equipo presenta aspectos relacionados con la faceta técnico-económica de la obra pero también –y de forma más determinante- con la capa socio-política. Son numerosas las referencias en la literatura a la importancia del trabajo en equipo de cara a maximizar las probabilidades de éxito de una obra (Oberlender 2000, PMI 2013). Thal et al. (2010) consideran incluso la falta de trabajo eficaz en equipo como un factor de riesgo de cara a la consecución de los objetivos de la obra.

### 2.4.2.3.- El trabajo en equipo en la obra.

PMI (2013) describe en su capítulo noveno (p. 200-203) los procesos que *organizan, gestionan y conducen el equipo de proyecto* (de obra).

Uno de estos procesos es el *desarrollo del equipo de proyecto*, otro es la *dirección del equipo de proyecto*.

*Desarrollar el Equipo del Proyecto* es el proceso que consiste en mejorar las competencias, la interacción de los miembros del equipo y el ambiente general del equipo para lograr un mejor desempeño del proyecto. Los directores del proyecto deben adquirir las habilidades necesarias para identificar, conformar, mantener, motivar, liderar e inspirar a los equipos para que logren un alto desempeño y alcancen los objetivos del proyecto.

*El trabajo en equipo es un factor crucial para el éxito del proyecto, y desarrollar equipos de proyecto eficaces es una de las responsabilidades fundamentales del director del proyecto.*

*Los directores del proyecto deben crear un ambiente que facilite el trabajo en equipo. Deben motivar constantemente a su equipo mediante desafíos y oportunidades, suministrándole retroalimentación y respaldo de manera oportuna, según sea necesario, y a través del reconocimiento y la recompensa al buen desempeño. El alto desempeño del equipo puede lograrse mediante una comunicación eficaz y abierta, el desarrollo de la confianza entre los miembros del equipo, la gestión de conflictos de manera constructiva y el fomento de una toma de decisiones y una resolución de problemas en conjunto. El director del proyecto debe solicitar apoyo por parte de la dirección y/o influir en los interesados apropiados a fin de adquirir los recursos necesarios para desarrollar equipos del proyecto eficaces.*

*En la actualidad, los directores del proyecto se desempeñan en un ambiente global y trabajan en proyectos caracterizados por la diversidad cultural (algo muy habitual en construcción dada la diversidad de empresas de las que proceden los distintos miembros del equipo). Con frecuencia, los miembros del equipo poseen experiencias de industrias diversas, hablan diferentes idiomas y en ocasiones se comunican en un "idioma de equipo" que es un idioma o una norma diferente de su lengua materna. El equipo de dirección del proyecto debería sacar provecho de las diferencias culturales, centrarse en desarrollar y sustentar el equipo del proyecto a lo largo del ciclo de vida del proyecto, así como promover el trabajo conjunto de manera interdependiente en un clima de confianza mutua. Desarrollar el Equipo del Proyecto mejora las habilidades de las personas, sus competencias técnicas, el ambiente general del equipo y el desempeño del proyecto. Esto requiere una comunicación clara, oportuna, eficiente y eficaz entre los miembros del equipo a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Entre los objetivos de desarrollo de un equipo del proyecto, se incluyen:*

- *Mejorar el conocimiento y las habilidades de los miembros del equipo a fin de aumentar su capacidad de completar los entregables del proyecto, a la vez que se disminuyen los costos, se reducen los cronogramas y se mejora la calidad.*
- *Mejorar los sentimientos de confianza y cohesión entre los miembros del equipo a fin de elevar la moral, disminuir los conflictos y fomentar el trabajo en equipo.*
- *Crear una cultura de equipo dinámico y cohesivo para mejorar la productividad tanto individual como grupal, el espíritu de equipo y la cooperación, y para permitir la*

*capacitación interdisciplinaria y la tutoría entre los miembros del equipo a fin de intercambiar conocimientos y experiencias.*

Por otra parte, dirigir el equipo de proyecto es el proceso que consiste en dar seguimiento al desempeño de los miembros del equipo, proporcionar retroalimentación, resolver problemas y gestionar cambios a fin de optimizar el desempeño del proyecto. Una de las principales herramientas para dirigir el equipo de obra es la gestión de conflictos, un aspecto (los conflictos entre las empresas que conforman el equipo de proyecto) que será tratado con más profundidad en apartados posteriores y que a pesar de que según PMI (2013) los conflictos resultan inevitables en el ambiente de un proyecto, en el sector de la construcción son más habituales que en otros sectores (Fisher 2004, Rooke et al. 2004, Slauson 2005).

PMI (2013) (p. 203) relata también las etapas que habitualmente suele seguir un equipo de proyecto en su desarrollo.

*Existen cinco etapas de desarrollo que los equipos pueden atravesar. Normalmente, estas etapas se presentan en orden. Sin embargo, es frecuente que un equipo quede atascado en una etapa particular o retroceda a una etapa anterior. Además, en el caso de proyectos cuyos miembros del equipo han trabajado juntos en el pasado, es posible saltar alguna de las etapas.*

- **Formación.** *En esta fase, el equipo se reúne y se informa acerca del proyecto y de cuáles son sus roles y responsabilidades formales. En esta fase, los miembros del equipo tienden a actuar de manera independiente y no suficientemente abierta.*
- **Turbulencia.** *Durante esta fase, el equipo comienza a abordar el trabajo del proyecto, las decisiones técnicas y el enfoque de dirección del proyecto. Si los miembros del equipo no colaboran ni se muestran abiertos a ideas y perspectivas diferentes, el ambiente puede tornarse destructivo.*
- **Normalización.** *En la fase de normalización, los miembros del equipo comienzan a trabajar en conjunto y adaptan sus comportamientos y hábitos de trabajo para apoyar al equipo. Los miembros del equipo comienzan a confiar unos en otros.*
- **Desempeño.** *Los equipos que alcanzan la etapa de desempeño funcionan como una unidad bien organizada. Son interdependientes y enfrentan los problemas con eficacia y sin complicaciones.*
- **Disolución.** *En la fase de disolución, el equipo completa el trabajo y finaliza el proyecto. La duración de una etapa particular depende de la dinámica, el tamaño y el liderazgo del equipo. Los directores del proyecto deben comprender cabalmente la dinámica de equipo a fin de lograr que los miembros de su equipo atraviesen todas las etapas de manera eficaz.*

Las dos características estructurales de los esquemas organizativos de las obras antes mencionadas (temporalidad y multiplicidad de empresas de origen de los miembros del equipo) son, como ya se ha apuntado, factores de incertidumbre y riesgo, en este caso riesgo de que los equipos de obra no evolucionen hacia las etapas más avanzadas; pero no hay más factores que de forma estructural diferencien en este sentido a la construcción de otros entornos productivos basados en proyectos. Como se argumentará en apartados posteriores, el modelo de gestión utilizado en cada caso, el modelo de desarrollo, diseño y ejecución de la obra que se adopte, tiene una influencia muy notable en la posibilidad de desarrollo de un auténtico sentido de equipo, en la prevención y resolución de conflictos y por tanto en el nivel de incertidumbre y riesgo global del proyecto.

Para PMI (2013) niveles de confianza adecuados, cooperación y trabajo eficaz en equipo constituyen una secuencia causal cuya ocurrencia maximiza las posibilidades de éxito del proyecto. Slauson (2005) refiere la importancia que tiene la cooperación entre las distintas empresas que conforman el equipo de proyecto para conseguir, no solo sus objetivos individuales, sino el objetivo común: la culminación de la obra de acuerdo a los requerimientos del cliente. Las obras exitosas lo son –entre otras razones- porque se da en ellas un alto nivel de cooperación, confianza y colaboración entre las múltiples empresas y sus miembros que conforman el equipo de obra.

#### 2.4.2.4.- Confianza y cooperación como circunstancias del éxito del proyecto.

En el presente apartado de este trabajo se están abordando las características intrínsecas o estructurales más relevantes del sistema de producción en construcción. Unas características que están presentes –en mayor o menor medida- en todas las obras, independientemente del entorno cultural en el que se lleven a cabo o del modelo de desarrollo, diseño y ejecución del proyecto elegido en cada caso.

En este punto concreto se va profundizar sobre dos circunstancias del ámbito socio-político de la obra, de carácter intrínseco, estrechamente relacionadas entre sí y que como ya se ha apuntado juegan un papel clave en el desarrollo y mantenimiento de un auténtico sentido de equipo y por ende en el éxito o fracaso de la obra.

#### CONFIANZA.

Existe un consenso bastante amplio en la literatura sobre la dificultad de definir en sentido estricto la confianza, ello puede ser debido a que es un fenómeno que se da esencialmente a nivel individual, lo que impide que se pueda cuestionar la definición que de la misma efectúe cualquier persona (Solomon y Flores 2001, Smith y Ribkowski 2012). No obstante, se recoge a continuación una definición que según Smith y Rybkowski (2012) (p. 5) cada vez está siendo más aceptada por la comunidad científica:

*“La confianza es un estado psicológico que comprende la aceptación de la propia vulnerabilidad basada en las expectativas positivas sobre las intenciones o comportamientos de los otros”.*

Aun reconociendo la importancia del individuo como ámbito primario de desarrollo de la confianza, Covey y Merrill (2006) describen los diferentes entornos en los que esta se manifiesta, o dicho con sus propias palabras, las cinco olas de la confianza: autoconfianza, confianza en las relaciones interpersonales, confianza dentro de las organizaciones, confianza del mercado y confianza a nivel social.

Covey y Merrill (2006) destacan la gran importancia de la confianza dentro de las organizaciones, hasta el punto de que su éxito se basa en ella (entre otros factores). La confianza dentro de las organizaciones se basa en el principio de alineamiento, un concepto que ayuda a los líderes de las organizaciones a crear estructuras, sistemas y símbolos de confianza dentro de las mismas que disminuyan o eliminen siete de los más insidiosos y costosos impuestos de la falta de confianza (redundancias, burocracia, política, desvinculación, rotación del personal, rotación de otros colaboradores, fraude), creando a su vez siete de los mayores dividendos de confianza organizacional (incremento de valor a clientes y accionistas, aceleración del crecimiento, incremento de la innovación, mejora de la cooperación, integración de suministradores, mejor puesta en práctica de las estrategias e incremento de la lealtad de clientes, personal propio, inversores...).

La confianza dentro de la organización de la obra es positiva, mejora la cooperación, permite la integración de las distintas empresas que conforman el equipo de obra e incluso puede permitir reducir las redundancias (reservas para contingencias), lo que unido a otros factores maximiza las posibilidades de éxito de la obra. Sin embargo el exceso de confianza o la confianza irracional también puede traer consecuencias negativas a la organización (a la obra). Efectivamente, Solomon y Flores (2001) se posicionan claramente sobre un exceso de confianza que puede ser estúpido, inocente y ciego. En los negocios, la confianza debe ser cuidadosamente cultivada y cautamente evaluada, y en ese mundo, una persona excesivamente confiada no durará mucho. Incluso donde existe confianza, los contratos son apropiados y con frecuencia necesarios, si no para recoger las obligaciones legales, sí al menos para especificar los compromisos y las expectativas. Adicionalmente a alertar sobre los riesgos del exceso de confianza dentro de las organizaciones, esta idea de Solomon y Flores (2001) pone de manifiesto la estrecha relación entre contratos y confianza, una relación sobre la que se profundizará más adelante.

Solomon y Flores (2001) también sugieren una visión dinámica de la confianza, la confianza se gestiona a lo largo del tiempo. De ahí su idea de que la confianza se construye, es decir, se crea, se mantiene y se debe restaurar cuando se ha perdido. Según ellos, la confianza crece al confiar.

Pero, ¿cómo se crea y se mantiene la confianza? Para Solomon y Flores (2001) la confianza no debe darse por sentada, sino que se debe cultivar de forma continua a través de compromisos y de veracidad. Covey y Merrill (2006) recogen la proposición anterior y la complementan, señalando que para ellos la confianza es un producto de dos factores:

- **Carácter.** Integridad, fiabilidad de los compromisos adquiridos por una persona o una organización.
- **Competencia.** Habilidades, capacidades, resultados, el bagaje de una persona o una organización.

Sin embargo Solomon y Flores (2001) puntualizan que incluso organizaciones o personas poco capaces pueden ser merecedoras de confianza en ciertas ocasiones. Más aún, algunas personas u organizaciones pueden conseguir mucho a través de otros, de modo que su propia competencia puede no estar en el eje de su promesa.

Como colofón a este punto, una idea para destacar lo paradójico que puede resultar el sector de la construcción en relación a la confianza. Como se ha argumentado anteriormente, la construcción es una actividad compleja, pues tanto sus productos como sus procesos y sus esquemas organizativos son complejos. Según Smith y Rybkowski (2012) la confianza es una forma de gestionar la complejidad en una sociedad crecientemente compleja, sin embargo, tal y como destaca Slauson (2005) es llamativa la reducida confianza presente habitualmente en las relaciones dentro de los equipos de obra. Esta paradoja, esta falta de confianza en un entorno –la obra- donde su presencia produciría grandes beneficios, no responde en absoluto a factores intrínsecos del sector, sino que –como se argumentará más adelante- tiene mucho que ver con el modelo de desarrollo, diseño y ejecución de la obra que se utilice en cada caso concreto.

## COOPERACIÓN.

En la misma línea que Covey y Merrill (2006), y en cuanto a la relación entre confianza y cooperación, Solomon y Flores (2001) apuntan que las organizaciones con altos niveles de confianza destacan por su potencial para crear amplios y exitosos esquemas de cooperación, por el contrario, las organizaciones con bajos niveles de confianza tienden con frecuencia a

convertirse en desastres a nivel económico. Bowles y Gintis (2011) van, si cabe, más allá para afirmar que en ausencia de confianza las oportunidades para beneficiarse conjuntamente de la cooperación se desvanecen. En el mismo sentido se manifiestan Smith y Rybkowski (2012) al afirmar que la cooperación exitosa requiere elevados niveles de confianza. El reto está en establecer el marco institucional –el contrato- que maximice las probabilidades de que las partes cooperen eficazmente, una cooperación basada en la generación de confianza entre las distintas empresas que conforman el equipo de proyecto (Slauson 2005). La relación bidireccional entre confianza dentro del equipo de obra y cooperación es clara.

La cooperación es un concepto ampliamente valorado por los profesionales del sector, quizá porque su relación causal con el posible éxito de la obra es más intuitiva que la necesidad de establecer un marco de confianza en el equipo. La confianza en construcción puede ser –tal y como expresan Smith y Ribkowski (2012)- como el final de un chiste: todo el mundo se ríe cuando lo escucha, pero nadie sabe realmente por qué –de hecho los citados autores también refieren como en el sector de la construcción hoy en día está muy presente la idea de que no se puede confiar en nadie-, sin embargo la cooperación es un concepto mucho más familiar, más intuitivamente relacionado con el éxito de las organizaciones.

En cuanto a la importancia de la cooperación de cara al éxito de la obra, autores como Oberlender (2000) defienden la necesidad de conseguir crear un auténtico equipo de trabajo, basado en una relación de cooperación, entre el propietario, el diseñador y la empresa constructora para conseguir concluir la obra de la forma más eficiente, aunque también reconoce que demasiado frecuentemente las relaciones se basan en la controversia, de modo que no contribuyen ni al objetivo común, ni al beneficio individual de cada una de las partes. Respecto a la importancia de la percepción que de los objetivos colectivos tengan cada una de las partes, Slauson (2005) plantea que en un sector intrínsecamente incierto como es la construcción, la cooperación es esencial y se debe basar en que cada parte sea consciente de los intereses colectivos, además de los propios. Lofton y Monteith (2004) apuntan que un entorno basado en la cooperación supone una ventaja competitiva de indudable valor, pues permite a las organizaciones responder de una manera mucho más eficaz a las urgencias y a los cambios del mercado.

Pero no porque la cooperación sea una idea muy tratada y generalmente valorada deja de tener aspectos poco conocidos, que por tal razón puede llevar a una mala interpretación de la misma. En este sentido, Bowles y Gintis (2011) plantean en su monografía “*Una especie cooperadora: reciprocidad humana y su evolución*” una tesis tremendamente sugerente: la especie humana está genéticamente predispuesta a la cooperación. A continuación se va a exponer un extracto de las principales ideas del citado texto en relación al objeto de este trabajo.

Por cooperar se entiende la implicación con otros en una actividad mutuamente beneficiosa. Los citados autores refieren así dos tipos de cooperación:

- Por una parte está ese tipo de cooperación que puede conferir beneficios netos al cooperador individual, estando motivada de ese modo por puro egoísmo. Los intercambios comerciales son un ejemplo. En este caso la cooperación es una forma de mutualismo, literalmente una actividad que aporta beneficios netos, tanto al actor como a los otros.
- Pero la cooperación puede también implicar costes netos sobre los individuos en el sentido de que no cooperar incrementaría su bienestar u otros beneficios materiales. En este caso el comportamiento cooperativo constituye una suerte de altruismo.



Bowles y Gintis (2011) abordan también la relación entre dos aspectos aparentemente contradictorios del ser humano: la competitividad y el espíritu de cooperación. La cooperación es un medio, no un fin y en ocasiones el medio más adecuado para conseguir ese mismo fin puede ser la competencia. La compatibilidad entre ambos conceptos aparentemente opuestos estriba precisamente en ese fin común: ambos pretenden la colusión (acuerdos en la sociedad).

No se va a profundizar aquí en la argumentación genético-antropológica que Bowles y Gintis (2011) desarrollan en su monografía acerca de las razones últimas del comportamiento cooperador en los humanos, pero sí es importante poner sobre la mesa que si bien la confianza es una opción individual, algo sobre lo que el individuo decide (aunque como ya se ha argumentado, se puede y se debe gestionar), la cooperación surge de las entrañas mismas de la esencia humana, y en el ámbito que nos ocupa, son los contratos, los métodos de desarrollo, diseño y ejecución de los proyectos de construcción los que pueden modificar el natural comportamiento humano –cooperador- hacia una actitud que provoca la confrontación y el litigio. En la misma línea, Smith y Ribkowski (2012) plantean como los modelos de gestión de la obra tradicionalmente utilizados desincentivan la cooperación entre las partes.

En este punto se ha expuesto cómo para diversos autores los contratos pueden contribuir a crear una situación de desconfianza dentro del equipo de obra y a desincentivar la cooperación. A lo largo de este trabajo se tratará con mayor profundidad el contrato, su capacidad para alinear -o desalinear- los objetivos individuales de las diferentes empresas que conforman el equipo de proyecto y su capacidad para reducir –o incrementar- la incertidumbre existente en la obra, incertidumbre que tanto factores intrínsecos del propio sector, como otros relacionados con el contexto particular de cada obra introducen en la misma.

## **2.5.- LA TOMA DE DECISIONES EN LA OBRA.**

### **2.5.1.- Importancia de los procesos de toma de decisiones en la gestión de la obra.**

Tomar una decisión supone elegir un curso de acción entre varias alternativas (Oberlander 2000). Senior (2012) destaca la asiduidad con la que todos los seres humanos, individualmente o en grupo, tienen que tomar decisiones; esta necesidad de tomar decisiones surge de que el conocimiento sobre los hechos relevantes es inadecuado y el futuro incierto. Por esta razón, cada decisión se basa en mayor o menor medida en asunciones que conducen a elegir una opción entre las distintas alternativas, asunciones que rellenan los inevitables vacíos derivados de la no completitud y de la imperfección de la información manejada por el decisor y de la incertidumbre que este decisor aprecia en el resultado de su decisión (Burger 2003).

Bajo estas premisas, la característica nuclear de un proceso de decisión –también en el contexto de la obra- es la existencia de distintas opciones cuya toma en consideración por parte del decisor se basa en los dos factores ya mencionados (el decisor no cuenta con toda la información ni tiene la certeza sobre la precisión de aquella de la que dispone y además aprecia incertidumbre en relación a las consecuencias de su decisión).

Focalizando la atención en la obra, Tang et al. (2010) apuntan cómo la toma de decisiones en la misma implica la gestión de múltiples e interrelacionados componentes, tales como la disposición del emplazamiento de la obra, maquinaria y equipamiento clave, productividad de la mano de obra, la ocurrencia de hechos inesperados, la asignación de

recursos y la reprogramación de actividades. La incertidumbre asociada a cada una de los citados componentes y la evolución de las relaciones entre ellos bajo sendas restricciones de espacio y tiempo, constituyen la raíz de la complejidad de la gestión de la obra.

En apartados anteriores se aportaron argumentos complementarios al anterior de Tang et al. (2010) sobre la complejidad inherente de la obra, tanto de su producto como de los procesos constructivos en sí; la obra es por tanto un sistema complejo de acuerdo a las características de tales sistemas definidas por Snowden y Boone (2007) y expuestas con anterioridad.

Información incompleta y en ocasiones imperfecta e incertidumbre en cuanto al resultado de las decisiones, estos son los factores que interactuando entre sí en un escenario complejo definen el entorno habitual de los procesos de toma de decisiones en la obra, procesos estos que desempeñan un papel central en la gestión de la misma.

Siendo las reservas para contingencias herramientas de gestión de la obra, en concreto de gestión de riesgos, es claro que su gestión conlleva diversos procesos de toma de decisiones. En el ámbito de este trabajo, resulta, por tanto, de interés investigar los mecanismos del proceso de toma de decisiones subyacentes a las acciones que es necesario desarrollar de cara a la gestión de las reservas para contingencias.

### **2.5.2.- Contextualización de la toma de decisiones.**

Efectivamente, tal y como se acaba de justificar, la construcción es compleja y se desarrolla en un contexto complejo; tomar este hecho en consideración es crítico de cara a desarrollar estrategias útiles para la toma de decisiones (Tang et al. 2010). Pero no todos los contextos en los que se toman decisiones tienen las mismas características, incluso en la obra se pueden dar diferentes escenarios, lo que induce a admitir -tal y como argumentan Snowden y Boone (2007)- que el proceso de toma de decisiones se debe contextualizar, desarrollándose de una forma adaptada a las características del entorno concreto.

Así, según Snowden y Boone (2007) se pueden distinguir cinco entornos o contextos-tipo definidos por la naturaleza de la relación causa-efecto que se da en cada uno. Cuatro de ellos –simple, complicado, complejo y caótico- requieren que los decisores diagnostiquen la situación y actúen de una forma adecuada a cada contexto; el quinto –desorden- se toma en consideración cuando no está claro cuál de los otros cuatro contextos-tipo predomina.

*Entornos simples: el dominio de las mejores prácticas.*

Los contextos simples se caracterizan por relaciones causa-efecto estables y claras, fácilmente discernibles para cualquiera. Con frecuencia la respuesta correcta es evidente e incontrovertible. En este contexto-tipo las decisiones no se suelen cuestionar porque todas las partes comparten su entendimiento. Los contextos simples, correctamente evaluados, requieren sistemas de gestión sencillos. En este entorno, los decisores perciben, categorizan y responden. Es decir, evalúan las características de la situación, las categorizan y finalmente fundamentan su respuesta en las prácticas establecidas.

*Entornos complicados: el dominio de los expertos.*

Los contextos complicados, a diferencia de los simples, pueden permitir múltiples respuestas correctas y aunque haya una clara relación causa-efecto, no todo el mundo la aprecia. Mientras los decisores en un entorno simple deben apreciar, categorizar y responder a la situación, aquéllos en un entorno complicado deben apreciar, analizar y responder. Este

enfoque no es sencillo y suele requerir experiencia. Dado que los contextos complicados requieren investigar diversas opciones –muchas de las cuales pueden ser excelentes- las buenas prácticas -y no las mejores prácticas- suelen ser las herramientas más apropiadas.

*Contextos complejos: el dominio de la urgencia.*

Este es el contexto habitual en construcción y en la mayor parte de los negocios hoy en día. La visión de Senior (2012), Burger (2003) y de Tang et al. (2010) que se ha presentado en el punto anterior, encajaría con la caracterización que sobre este contexto tipo se expone a continuación.

En cualquier entorno complejo, siempre hay al menos una respuesta correcta en cada toma de decisiones, sin embargo las respuestas correctas pueden no ser descubiertas. La mayoría de las situaciones y de las decisiones en las organizaciones son complejas porque cualquier cambio importante provoca incertidumbre. En este dominio, solo se puede entender por qué ocurren las cosas de forma retrospectiva. Sin embargo, también se puede producir el aprendizaje organizacional si se realizan “experimentos” (por ejemplo, un posible experimento sería reducir el nivel de una cierta reserva para contingencia). Por ello, en lugar de tratar de imponer un curso de acción, los decisores deben permitir pacientemente a que el camino se revele por sí mismo. Los decisores deben probar en primer lugar, después percibir y finalmente responder.

Sin duda, tal y como expresan ciertos autores (Castro-Lacouture et al. 2009, Burger 2003) el bagaje y la experiencia del decisor son, en entornos complicados y complejos, valores esenciales. En cuanto a las características del decisor en este contexto, Oberlender (2000) añade que debe evitar la procrastinación y la vacilación y debe ser –aunque parezca redundante- una persona decidida; estas cualidades, además de mejorar las expectativas del resultado de la decisión, permiten al decisor ganar el respeto del equipo.

*Contextos caóticos: el dominio de la respuesta rápida.*

En el contexto caótico, la búsqueda de respuestas válidas puede ser inútil. Las relaciones causa-efecto son imposibles de determinar porque cambian constantemente y existen patrones identificables –solo turbulencia. En un dominio caótico, la principal tarea del decisor no es descubrir patrones, sino detener la hemorragia. El decisor debe actuar primero para restablecer el orden, después percibir donde se aprecia estabilidad y donde no y finalmente tratar de convertir la situación de caótica a compleja, donde la identificación de patrones emergentes puede ayudar, tanto a prevenir futuras crisis como a discernir entre nuevas oportunidades.

Son numerosos los aspectos característicos concretos del contexto de la obra que coadyuvan con su complejidad, no se pretende exponer aquí de forma exhaustiva una casuística que sería muy amplia; solo un ejemplo muy habitual: Oberlender (2000) destaca el impacto que pueden tener en el desarrollo de la obra las decisiones tomadas por personas o entidades externas a la misma (p.ej. entidades gubernamentales que deben conceder autorizaciones y permisos diversos). En este sentido, pone el acento en la necesidad de identificar con prontitud la actividad en cuestión, quién es el decisor y gestionar activamente la cuestión para que no se convierta en un problema.

### **2.5.3.- Paradigmas y modelos sobre toma de decisiones.**

Hasta este momento se ha argumentado de dónde surge la necesidad de tomar decisiones en la obra, se ha justificado el porqué de la importancia de la toma de decisiones en

el contexto de gestión de la obra, se han expuestos las razones que determinan que los procesos de toma de decisiones se deban contextualizar y se ha caracterizado la construcción desde el punto de vista de la toma de decisiones como un sector esencialmente complejo (Snowden y Boone 2007).

En este punto se pretende aportar una breve descripción de los principales paradigmas y modelos que han sido creados para explicar y guiar el comportamiento humano ante la elección entre distintas alternativas.

El estudio de Senior (2012) agrupa los diferentes modelos y paradigmas en dos marcos diferentes:

- El paradigma de la maximización de valor comienza con la asunción de que las decisiones se basan en el deseo humano de maximizar el valor ofrecido por la alternativa elegida. Las teorías en esta categoría asumen que los seres humanos actúan de forma racional y ofrecen una cuasi-matemática explicación y optimización de los procesos de toma de decisiones.
- El paradigma del razonamiento intuitivo agrupa las teorías que basan su planteamiento en sólidas evidencias sugerentes de que los seres humanos se ven influenciados por factores más complejos a la hora de tomar decisiones que los considerados por el paradigma de la maximización del valor. Los factores racionales pueden ser en ocasiones básicamente irrelevantes de cara a la decisión por lo que esta concluye con una elección no racional aunque, no obstante, consistente y predecible. La asunción central del paradigma del razonamiento intuitivo es que el comportamiento humano en la toma de decisiones puede ser predeciblemente irracional.

La visión de la etnometodología en este aspecto encajaría dentro del paradigma del razonamiento intuitivo. Efectivamente, según Francis y Hester (2004) la etnometodología pone el acento en la "lectura entre líneas", en el bagaje de quien toma la decisión, en el análisis de los matices y en desentrañar tanto la complejidad operativa de cada asunto como los problemas organizacionales o efectos colaterales del caso en cuestión.

Dentro de cada uno de estos paradigmas existen numerosas herramientas y modelos de apoyo a la toma de decisiones, muchas de ellas comerciales. Solo a título de ejemplo se van a enunciar a continuación algunos modelos que se podrían encuadrar en cada uno de los dos paradigmas anteriores.

Por una parte Tang et al. (2010) defienden el valor que aporta a la toma de decisiones en entornos complejos y dinámicos la simulación de escenarios de cara a comprobar y comparar la sensibilidad de distintos ámbitos de la obra (por ejemplo, planes de obra y presupuestos) a diferentes alternativas sobre aspectos concretos. También centrado en la simulación, Zhao (2006) expone como las tres situaciones-tipo a la hora de tomar decisiones en obra: certidumbre, riesgo e incertidumbre, proponiendo en los dos últimos casos la utilización de reservas para contingencias estimadas mediante técnicas de simulación tipo Monte Carlo como forma de mejorar el nivel de confianza de los decisores y permitir así una toma de decisiones mejor y más ágil.

Con un enfoque claramente diferente, Snowden y Boone (2007) plantean el modelo CYNEFIN de apoyo a la toma de decisiones. CYNEFIN es un término galés cuyo significado viene a recoger todos aquellos factores de nuestro entorno y de nuestra experiencia que nos influyen de forma incompresible para nosotros mismos. CYNEFIN es un modelo esencialmente cualitativo, que a partir de los cinco entornos-tipos antes descritos, apuesta por contextualizar

la toma de decisiones y define una serie de buenas prácticas en torno a cuatro puntos básicos del proceso de la toma de decisiones:

- El contexto de decisión.
- La tarea del decisor.
- Señales de riesgo durante el proceso de toma de decisiones.
- Respuestas posibles a las señales anteriores.

No obstante, más allá de la existencia de modelos o herramientas específicas de apoyo a la toma de decisiones, todas las herramientas y modelos de gestión utilizados por las empresas en la obra (herramientas y modelos para gestión del coste, del plazo de ejecución, gestión de riesgos, gestión de reservas para contingencias, etc.) son también en sí mismas herramientas de apoyo a la toma de decisiones, aunque según Senior (2012) ninguna sustituye al elemento central de cualquier proceso decisor: el pensamiento humano.

## **2.6.- RIESGO E INCERTIDUMBRE.**

El objeto de este trabajo se centra en el riesgo y en la incertidumbre, en concreto en investigar cómo gestionan ambas realidades las empresas constructoras mediante reservas para contingencias. A lo largo de este documento, se han estado manejando estos conceptos asumiendo de forma tácita sus características y su significado. Pero dado el carácter nuclear que tienen en este trabajo las ideas de riesgo e incertidumbre, es relevante abordar con una cierta profundidad las visiones existentes en la literatura sobre ambos conceptos.

### **2.6.1.- El concepto de riesgo.**

En la literatura existen múltiples definiciones del concepto de riesgo, no obstante la mayor parte de ellas coinciden en tres características esenciales:

- El riesgo es un evento futuro.
- De ocurrencia incierta.
- Con un impacto negativo sobre la obra.

En relación a la tercera de las anteriores características, Dake (1992) analiza la evolución histórica del concepto de riesgo, exponiendo como durante el siglo XVII se definía el riesgo como la probabilidad de que ocurriera un evento cuyas consecuencias podían ser tanto negativas como positivas. Lo interesante de esta definición es que daba la misma importancia a las potenciales pérdidas que a los potenciales beneficios. Este matiz se ha perdido a lo largo de los siglos XX y XXI, de hecho en la actualidad el término riesgo tiene una connotación claramente negativa tal y como se expuso al inicio de este punto.

Aunque existen excepciones. (PMI 2013) (p. 381) define el riesgo de forma neutra en relación al carácter del impacto: “*un riesgo es un evento o condición incierta que, si sucede, tiene un efecto en por lo menos uno de los objetivos del proyecto*”, denominando de forma específica a un riesgo con un impacto negativo como *amenaza* y a un riesgo con un impacto positivo como *oportunidad*. La norma ISO 31000 –“Gestión del Riesgo. Principios y Directrices”

(ISO 31000 2010) define el riesgo como el efecto de la incertidumbre sobre la consecución de los objetivos, introduciendo así mismo ciertos matices:

- Un efecto es una desviación positiva y/o negativa sobre lo previsto.
- Con frecuencia el riesgo se refiere a efectos potenciales y a sus consecuencias o a una combinación de ambos.
- Con frecuencia el riesgo se expresa como una combinación del impacto de un suceso y de probabilidad de ocurrencia.

En la misma línea que las dos referencias anteriores, Hillson (2002) y Cabano (2004) apuntan que a pesar de que el término riesgo siempre sea visto como sinónimo de amenaza o sugiera connotaciones negativas, también puede implicar oportunidades.

Sin embargo la mayor parte de las definiciones actuales de riesgo y las herramientas para gestionarlo se focalizan en el carácter negativo del mismo (Hillson 2002). Godfrey (2004) lo define como la posibilidad de ocurrencia de un evento adverso. Jaafari (1990) ve el riesgo como la presencia de restricciones potenciales o reales que podrían interponerse en el camino de la correcta ejecución de un proyecto, provocando fallos totales o parciales durante la ejecución, la puesta en marcha o la vida de un edificio o infraestructura. Young (2007) describe el riesgo en el contexto de gestión de la obra como cualquier evento que pudiera evitar que la obra cumpliera con las expectativas depositadas sobre la misma por cualquier grupo de interés de acuerdo con lo estipulado por los contratos.

Lechler et al. (2012) diferencian –como se describirá más adelante- entre riesgo e incertidumbre, asignando a esta última un carácter precursor de las oportunidades: no puede haber oportunidades sin incertidumbre. De una forma similar y previamente a estos autores, Hillson (2002) (p. 235) define las oportunidades como *“incertidumbres que pueden tener un efecto beneficioso de cara a alcanzar los objetivos del proyecto”*.

### **2.6.2.- Incertidumbre. Relación entre riesgo e incertidumbre.**

ISO 31000 (2010) (p. 8) define la incertidumbre como *el estado, incluso parcial, de deficiencia en la información relativa a la comprensión o al conocimiento de un suceso, de sus consecuencias o de su probabilidad*.

Riesgo e incertidumbre son conceptos cercanos, relacionados, pero no equivalentes, ¿cuál es por tanto la relación entre ambos? Para PMI (2013) los riesgos son el efecto de la incertidumbre existente en las obras, una idea que es defendida por numerosos autores: Anderson et al. (2009), Idrus et al. (2010), Laryea y Hughes (2011) y Andi (2004). Por el contrario, Barraza (2011) plantea cómo son los riesgos los que producen incertidumbre. Existiría una “tercera vía”, en línea con las ideas de Chapman y Ward (1996) representada por autores como Cabano (2004) y Allan (2012), para quienes la incertidumbre sería en sí un tipo de riesgo, en concreto aquel cuya probabilidad de ocurrencia no fuera evaluable. En esta línea y tratando de delimitar ambos conceptos, Chapman y Ward (1996) argumentan cómo mientras los riesgos constituyen una incógnita cuya probabilidad de ocurrencia se puede evaluar por medios estadísticos, las incertidumbres son también una incógnita, pero de probabilidad de ocurrencia no evaluable, una idea similar a la de Lechler et al. (2012); no obstante, riesgos e incertidumbres evolucionan a lo largo del ciclo de vida del proyecto (Xie et al. 2012, Howell 2012, Molenaar et al. 2010, Noor y Tichacek 2009), tal es así que para del Cano y de la Cruz (2002) en la medida en la que el conocimiento y el nivel de detalle de los datos se incrementan, áreas de incertidumbre se convierten progresivamente en áreas de riesgo.

Nohria y Stewart (2006) diferencian la incertidumbre del riesgo a partir de una idea similar a la de Chapman y Ward (1996): el riesgo es calculable (puede expresarse en términos de probabilidades) mientras que la incertidumbre no es calculable. Un buen ejemplo está en el juego de la ruleta rusa: es arriesgado, pero no incierto, pues cada jugador conoce las probabilidades de ganar en cada tipo de apuesta.

Existen diferentes versiones en la literatura sobre la relación existente entre incertidumbre y riesgo, también es cierto que en muchas ocasiones es la pura ambigüedad del lenguaje utilizado la que provoca la distinción y no los conceptos en sí (Chapman y Ward 2003). De esta forma, al tratar el mismo fenómeno, algunos autores centran su discurso en el término “incertidumbre” (Chapman y Ward 2003, Howell 2012, Tommelein y Weisseberger 1999), mientras otros –de forma más restrictiva- se centran en el término “riesgo” (un evento incierto cuya ocurrencia impactará negativamente en la obra) (PMI 2013, Godfrey 2004).

De una forma “integradora” y abordando tanto el doble carácter del concepto “riesgo” como la relación entre “riesgo” e “incertidumbre”, Hillson (2002) plantea que parecen existir dos opciones:

1. “Riesgo” como término paraguas, con dos variantes:
  - a. “Oportunidad”, que es un riesgo con efectos positivos.
  - b. “Amenaza”, que es un riesgo con efectos negativos.
2. “Incertidumbre” como término genérico, también con dos variantes:
  - a. “Riesgo”, refiriéndose a amenaza, es decir una incertidumbre con efectos negativos.
  - b. “Oportunidad”, que sería una incertidumbre con efectos positivos.

#### *Categorización de la incertidumbre.*

Para Anderson et al. (2009), el estudio de la incertidumbre en construcción comporta la estimación de posibles sobrecostes, de posibles retrasos y de valores tentativos de las variables de partida para la simulación de procesos constructivos. En todas estas áreas la incertidumbre se caracteriza por distribuciones estadísticas que describen la variabilidad subyacente. Pero la incertidumbre en construcción también puede surgir como consecuencia del diseño del programa de construcción y de la organización del emplazamiento de la obra.

A partir de las anteriores consideraciones, Anderson et al. (2009) describen la existencia de dos tipos de incertidumbres. Algunas incertidumbres son imposibles de predecir, pero otras se pueden predecir aunque sea complejo anticiparlas. Al primer tipo de eventos se les conoce como eventos aleatorios y al segundo eventos epistémicos. La incertidumbre procedente de eventos aleatorios suele ser baja y se suele caracterizar estadísticamente a partir de datos históricos. Por otra parte, la incertidumbre que surge de eventos epistémicos es de naturaleza compleja y con frecuencia procede de la combinación de violaciones de las restricciones y de hechos externos predecibles. Para Allan (2012) la incertidumbre de origen epistémico procede de la ambigüedad y de la falta de conocimiento existente sobre ciertos factores.

### **2.6.3.- Variabilidad, variación e interdependencia.**

Peña (1986) recoge en su monografía “Estadística, modelos y métodos” las ideas de Shewhart sobre la variación de los procesos productivos, una variación presente de forma generalizada y que no puede atribuirse a una causa única, sino que es el efecto de los efectos combinados de muchas de ellas.

Shewhart clasifica las distintas causas que provocan la variación en los procesos en dos grupos. Por una parte habla de causas comunes, factores que inducen una variación aleatoria y por tanto predecible. Esta primera familia de causas tendría un carácter intrínseco desde el punto de vista del sistema productivo en construcción: siempre –en mayor o menor grado- va a existir. Este primer tipo de variación sería lo que Koskela (2000) denomina variabilidad: la variación aleatoria. Pero existe otro grupo de causas de la variación de carácter no intrínseco, sino relacionado con aspectos concretos, identificables, no predecibles; son las denominadas causas especiales de variabilidad.

En el punto anterior ya se apuntó cómo Anderson et al. (2009) relacionan incertidumbre y variabilidad del coste, del plazo y de los procesos constructivos. Wambeke et al. (2011) definen la variación de la duración de los procesos constructivos como la diferencia de tiempo entre lo que estaba planificado y lo que ocurrió realmente en cuanto al momento de comienzo de las tareas y su duración; una definición extrapolable a otros parámetros: coste, alcance, calidad.

En relación al efecto de la variación de los procesos constructivos y en línea con la idea de Chapman y Ward (2003) y Barraza (2011), Tommelein y Weissenberger (1999) y Anderson et al. (2009), plantean como la principal consecuencia de la misma es la incertidumbre. Una incertidumbre que se puede manifestar de diversas formas, en concreto Leach (2003) expresa cómo el hecho de que los procesos constructivos presenten variación en cuanto a su coste y a su duración induce incertidumbre en cuanto al coste y duración de la obra en su conjunto. Sin embargo -también en relación a la variación del coste de los procesos- Yeo (1990) sostiene que son los factores de riesgo los causantes de la misma; en la misma línea Russell et al. (2012) defienden que es la incertidumbre inherente en la construcción la responsable de la variabilidad de los procesos.

Wambeke et al. (2011) añaden otro parámetro característico de la construcción muy a tener en cuenta en este contexto: la interdependencia; efectivamente, la producción en construcción consiste en una gran cantidad de tareas interdependientes

### **2.6.4.- Introducción al concepto de reserva para contingencias.**

El riesgo, la incertidumbre y la variabilidad son conceptos inherentes a la construcción (Zhao 2006, Russell et al. 2012). Las reservas para contingencias son una herramienta de absorción de variabilidad e incertidumbre y de gestión de los riesgos remanentes de una obra (Howell 2012, Russell et al. 2012), también de aquellos relacionados fundamentalmente con las características intrínsecas de la producción en construcción que están siendo tratadas en este punto.

La literatura aporta numerosas definiciones de reservas para contingencias, en el capítulo tercero se expondrán algunas de ellas. No obstante, la mayor parte de esas definiciones se focalizan en aspectos distintos, poniendo así de manifiesto lo acertado de la idea de Patrascu (1988) ya expuesta en el apartado 1.1 de este documento: las reservas para contingencias pueden significar y de hecho significan cosas diferentes para diferentes



personas. Sin embargo y a pesar de la dificultad, Russell et al. (2012) resaltan la importancia de definir con claridad el concepto.

En el apartado introductorio de este trabajo ya se apuntó que la relación existente entre el concepto de riesgo y el concepto de reservas para contingencias se centra en que estas son una de las herramientas de gestión de riesgos más usuales; no obstante, el concepto presenta numerosos matices que conviene explorar. La Tabla 2.1 recoge -de forma no exhaustiva- ideas propias del concepto de reserva para contingencias aportadas por la literatura, ideas que permiten caracterizar el concepto a un nivel suficiente en este punto como para dejar patente la complejidad de su naturaleza.

IDEAS	REFERENCIAS
Colchones o amortiguadores que absorben la incertidumbre en la obra.	Howell (2012)
Las reservas para contingencias en ocasiones se utilizan incorrectamente: se ocultan, se usan para cubrir incrementos de alcance no contemplados inicialmente, etc.	Zhao (2006)
Desviaciones en las estimaciones (de coste, plazo y calidad), positivas o negativas.	Chapman y Ward (2003)
Los resultados de la obra son variables aleatorias y las reservas para contingencias tienen que ver con su distribución de probabilidad, es decir con su variabilidad.	Anderson et al. (2009)
Provisión económica para cubrir la incertidumbre y el riesgo existente sobre ciertos factores de la obra.	Andi (2004), Günham y Arditi (2007), Molenaar et al. (2010), Godfrey (2004)
Cantidad de fondos, dinero o tiempo por encima de las estimaciones para reducir el riesgo de incumplimiento de objetivos económicos.	PMI (2013)
Las reservas para contingencias valoran el riesgo de la obra, son una prima de riesgo.	Laryea y Hughes (2011)
Cantidad económica por encima del presupuesto para contemplar posibles trabajos no conocidos en el momento de realizar el presupuesto base.	Oberlender (2000), Hart (2007)
Tiempo añadido a la duración de las tareas para compensar la incertidumbre y proteger el proyecto de la variación.	Russell et al. (2012)
Colchones de recursos (tiempo, dinero, materiales, espacio, etc.) utilizados para proteger los procesos contra la variación de actividades predecesoras y la escasez de recursos.	Alves y Tommelein (2004)
Algo característico de la construcción (y hay varios tipos) utilizado para absorber la variación procedente de la incertidumbre que existe en las obras.	Ballard (2005), Russell et al. (2012)
Tolerancia en las especificaciones, holgura en el programa y dinero en el presupuesto.	Godfrey (2004)
Entender las causas-raíz de las reservas para contingencias puede ayudar a mejorar los procesos.	Russell et al. (2012)
Existen las reservas para contingencias de la propiedad, del diseñador, de la empresa constructora.	Hart (2007)
La literatura aporta numerosos métodos de gestión de reservas para contingencias.	Baccarini (2005)

**Tabla 2.1. Algunos aspectos característicos del concepto de reserva para contingencias.**

De la Tabla 2.1 se pueden extraer algunas ideas características del concepto de reserva para contingencias:

- Reciben diferentes denominaciones: colchones, holguras, desviaciones, reservas para contingencias.
- Se expresan en diferentes magnitudes: tiempo, dinero, recursos, requisitos.
- Todas las partes interesadas de la obra las utilizan: propiedad, proyectista, empresa constructora, subcontratistas.
- Tienen como objetivo finalista incrementar las probabilidades de alcanzar los objetivos de la obra: económicos, de plazo de ejecución, de alcance y de calidad.
- Tienen varios posibles objetivos instrumentales: gestionar riesgos, absorber incertidumbre, proteger los procesos de la variación.
- Pueden jugar un papel en la mejora de procesos (mejora continua).
- Existen diversos métodos de gestión de reservas para contingencias.

Se puede concluir que las reservas para contingencias presentan, efectivamente, una naturaleza compleja. En el capítulo tercero se describirá con detalle de qué forma trata la literatura este concepto, sus tipos, sus objetivos, su gestión en general, abordando así la parte nuclear de la revisión del estado del arte de este trabajo.

### **2.6.5.- Categorías de riesgo: la naturaleza del riesgo.**

Diversos autores han propuesto diferentes modelos de categorización de riesgos, pero desde la perspectiva de este trabajo el interés fundamental de cualquier propuesta al respecto no estriba tanto en su resultado concreto como en la caracterización implícita de la naturaleza del propio concepto de riesgo, algo fundamental de cara a definir la respuesta más adecuada a los mismos (PMI 2013). A continuación se recogen algunas de las propuestas más relevantes.

#### TIPOS DE RIESGOS EN FUNCIÓN DE LA FUENTE DE RIESGO.

Bajo este criterio de categorización, Smith y Bohn (1999) distinguen entre:

- *Riesgos de construcción.*

Climatología, condiciones del emplazamiento, disponibilidad de recursos.

- *Riesgos contractuales.*

Surgen de la documentación y del propio contrato de construcción.

#### TIPOS DE RIESGOS EN FUNCIÓN DE LA FASE DEL PROYECTO EN LA QUE SE MANIFIESTAN.

Rutgers y Haley (1997) destacan que los riesgos se pueden manifestar en tres etapas del ciclo de vida de un proyecto:

- *Riesgos de la fase de desarrollo.*
- *Riesgos de la construcción.*

- *Riesgos de operación.*

#### TIPOS DE RIESGO EN FUNCIÓN DE LA EMPRESA “PROPIETARIA” DEL MISMO.

Ya se expuso el concepto de *propiedad del riesgo* (Smith y Bohn (1999)). Se argumentó que su concreción se deriva únicamente del modelo de contrato utilizado en cada caso y de la estrategia de gestión de riesgos aplicada (transferencia de riesgos PMI (2013)). Pero en la práctica es plausible hablar de riesgos de la propiedad, riesgos del diseñador, riesgos de la empresa constructora y riesgos de los subcontratistas.

#### TIPOS DE RIESGO EN FUNCIÓN DEL ÁREA IMPACTADA.

Godfrey (2004) distingue tres tipos de riesgos en función del área impactada:

- *Riesgos para la actividad.*
- *Riesgos para la salud de las personas.*
- *Riesgos para el medio ambiente.*

En esta misma línea, PMI (2013) recomienda –dentro del proceso de planificación de la respuesta a los riesgos- realizar para cada obra una Estructura de Desglose de Riesgos, esto es, una descripción jerárquica de los riesgos del proyecto, identificados y organizados por categoría y sub-categoría de riesgo, que identifica las distintas áreas y causas de posibles riesgos. Así, un ejemplo, podría ser categorizar los riesgos (y sus causas) en cuatro categorías principales: técnicos, externos, organizativos y de gestión, cada una de las cuales a su vez incluiría distintas sub-categorías.

#### TIPOS DE RIESGO EN FUNCIÓN DE SU PERFIL.

PMI (2013) clasifica los riesgos desde este punto de vista como:

- *Amenazas.* Impacta negativamente en los objetivos del proyecto.
- *Oportunidades.* Su impacto en los objetivos de la obra es positivo.

#### TIPOS DE RIESGO EN FUNCIÓN DE LA INTENSIDAD DE SU IMPACTO.

No todos los riesgos tendrían el mismo impacto en los objetivos de la obra en caso de materializarse, a partir de ahí PMI (2013) propone como uno de los resultados del proceso de planificación de la respuesta a los riesgos la definición de distintos niveles impacto (por ejemplo: muy bajo, bajo, moderado, alto y muy alto).

#### TIPO DE RIESGO EN FUNCIÓN DE SU PROBABILIDAD DE OCURRENCIA.

No todos los riesgos tendrían la misma probabilidad de ocurrencia. PMI (2013) propone como otro de los resultados del proceso de planificación de la respuesta a los riesgos, la de distintos niveles de probabilidad de ocurrencia (p.ej. diferentes intervalos de probabilidad de ocurrencia).

#### TIPOS DE RIESGO EN FUNCIÓN DEL NIVEL DE INCERTIDUMBRE ASOCIADA (Cabano 2004).

Este autor distingue entre los siguientes tipos de riesgo:

- *Conocidos.*

Para el caso de una empresa constructora serían los riesgos que han sido identificados y tomados en consideración durante la fase de estudio de la obra.

- *Conocidos-desconocidos.*

Aquellos riesgos que podrían haber sido tenidos en cuenta durante la fase de estudio, pero que por falta de tiempo, capacitación del estimador u otras restricciones no han sido considerados. Su impacto en los objetivos de la obra no puede ser estimado hasta que estos riesgos no hayan sido identificados, evaluados y cuantificados.

- *Desconocidos-desconocidos.*

Son aquellos riesgos sobre los que en la fase de estudio no se controlan y no pueden ser previstos.

Los ya citados Lechler et al. (2012) denominan “riesgos” a los conocidos-desconocidos e “incertidumbres” a los desconocidos-desconocidos.

De forma similar Smith y Bohn (1999) distinguen entre riesgos predecibles y riesgos imprevisibles; ya se expuso anteriormente que Anderson et al. (2009) expresan esta misma idea como incertidumbre procedente de eventos epistémicos y aleatorios, respectivamente. *Riesgos predecibles* serían aquellos eventos o condiciones que la empresa constructora puede prever antes del comienzo de la construcción, se corresponderían con los “conocidos” y “conocidos desconocidos” de Cabano (2004), mientras que los imprevisibles se corresponderían con los “desconocidos desconocidos” de este último autor.

También dentro de esta categoría, Yeo (1990) introduce el concepto de *clase de riesgo*. Como ya ha sido tratado anteriormente, una de las causas-raíz de incertidumbre y riesgo es la variación asociada a los procesos constructivos, en el apartado de gestión de riesgos se profundizará sobre esta cuestión, no obstante, solo esbozar aquí una estrategia habitual de análisis cuantitativo de riesgos consistente en modelizar la citada variación mediante la representación de diversos indicadores (típicamente coste o duración) de un cierto proceso como una variable estadística cuya distribución de probabilidad es una función triangular o  $\beta$  (PMI 2013, Barraza 2011). En estas circunstancias, cuanto mayor sea la diferencia entre los parámetros característicos de esta función mayor será la variación, lo que conllevará más incertidumbre en relación al resultado del proceso en cuestión y por tanto más riesgo. Los parámetros característicos de la función  $\beta$  serían:

- $X_a$ . Límite inferior. Valor optimista.
- $X_b$ . Límite superior. Valor más probable.
- $X_m$ . Valor central. Valor pesimista.

Así, Yeo (1990) clasifica los riesgos en cuatro categorías:

- Categoría A. Los parámetros de la función BETA que modeliza el riesgo están razonablemente bien definidos. En relación al valor central del indicador el límite inferior es a lo sumo un 5% menor y el límite superior es como máximo un 20% mayor.
- Categoría B. Los parámetros de la función BETA que modeliza el riesgo están bastante definidos. En relación al valor central del indicador el límite inferior es a lo sumo un 10% menor y el límite superior es como máximo un 30% mayor.

- Categoría C. Los parámetros de la función BETA que modeliza el riesgo están pobremente definidos. En relación al valor central del indicador el límite inferior es a lo sumo un 15% menor y el límite superior es como máximo un 40% mayor.
- Categoría D. Los parámetros de la función BETA que modeliza el riesgo están indefinidos. En relación al valor central del indicador el límite inferior es a lo sumo un 20% menor y el límite superior es como máximo un 50% mayor.

A partir de los modelos expuestos se pueden deducir ciertos parámetros que permiten complementar la descripción de la naturaleza del riesgo:

- 1.- Existen diferentes fuentes, factores o causas del riesgo.
- 2.- Los riesgos no afectan por igual a todas las empresas implicadas en la obra.
- 3.- Los riesgos evolucionan a lo largo del tiempo.
- 4.- Los riesgos afectan a diferentes áreas u objetivos de la obra.
- 5.- Los riesgos impactan con distinta intensidad y con diferente probabilidad.
- 6.- Los riesgos no presentan el mismo nivel de incertidumbre.

#### **2.6.6.- Factores, causas y fuentes de riesgo.**

En coherencia con la ambigüedad que según Chapman y Ward (2003) rodea al concepto de riesgo, diferentes autores utilizan distintos términos que a lo largo de este trabajo se van a utilizar indistintamente para designar una misma idea: circunstancias generadoras de incertidumbre o hechos concretos que puedan inducir la materialización de un riesgo. Así, ciertos autores hablan de factores de riesgo (Murray y Ramsaur 1983, Yeo 1990, Tah et al. 1993, Smith y Bohn 1999, Chan y Au 2009, Idrus et al. 2011), otros analizan las fuentes de incertidumbre (Chapman y Ward 2003, Lhee et al. 2012), otros se centran en analizar las causas de variación (factores de una de las principales fuentes de incertidumbre: la variabilidad de los procesos) (Wambeke y Liu 2011) e incluso algunos –más volcados en los efectos de los riesgos- tratan las causas de desviación (Leach 2003, Harbuch 2004, Gehbauer et al. 2007, Thal et al. 2010, Khamooshi y Cioffi 2012).

La categorización de fuentes, causas o factores de riesgo forma parte de cualquier proceso de gestión de riesgos y de numerosos modelos de gestión de reservas para contingencias. Es por ello, por lo que el resultado de la revisión literaria efectuado en torno a las causas de riesgo se reflejará en el capítulo tercero de este trabajo (Caracterización de las reservas para contingencias en la literatura).

#### **2.6.7.- Aspectos económicos del riesgo.**

Según Godfrey (2004) el verdadero coste del riesgo puede ser muy superior al aparente, además, la mayor parte puede ser indirecto y no estar asegurado, tal y como muestra el Gráfico 2.2. El estudio del que Godfrey (2004) extrajo este gráfico fue realizado por la Autoridad Británica de Prevención de Riesgos Laborales en 1.993 y bajo el título “El coste de los accidentes laborales” asevera que el coste de los accidentes laborales ocultos (y no asegurados) puede ser once veces superior al coste visible (normalmente asegurado) que suponen para la obra.



**Gráfico 2.2. El coste del riesgo (a partir de Godfrey 2004).**

El estudio utilizado por Godfrey (2004) para ilustrar su idea (el potencialmente elevado coste oculto de los riesgos) se centra en los riesgos de accidentes laborales, pero el mismo argumento es válido para cualquier otro tipo de riesgos.

Godfrey (2004) continúa argumentando como desde un punto de vista financiero (que no contable), al contratar y ejecutar una obra la empresa constructora está realizando una inversión –sujeta a unos riesgos- con el fin de obtener un beneficio. Desde el primer momento, la incertidumbre en la predicción de costes y beneficios crea una diversidad de posibles resultados. Los riesgos pueden incrementar el coste, retrasar la ejecución de la obra y consecuentemente reducir el beneficio esperado. Cabano (2004) incorpora a la discusión el coste de la gestión de los riesgos, argumentando acerca de la necesidad de definir en cada obra un balance realista coste-beneficio entre el impacto económico de la materialización de los riesgos y el coste de su gestión.

La variable económica se ha introducido en este punto para ilustrar un hecho fundamental: los riesgos tienen un impacto económico en la obra, pero también para esbozar algo que se irá visualizando a lo largo de este trabajo: el coste es un parámetro instrumental en la gestión de riesgos y por tanto en la gestión de reservas para contingencias, en este sentido Leach (2003) expone que tanto el impacto de cualquier riesgo como cualquier tipo de reserva para contingencia son susceptibles de ser expresados en términos económicos.

### **2.6.8.- Conclusión: la gestión de riesgos.**

Variabilidad-variación, incertidumbre y riesgo son conceptos controvertidos, tanto en cuanto a su significado en sí como en cuanto a la relación existente entre ellos. En el presente

apartado se han expuesto diferentes visiones al respecto. Por lo que respecta a este trabajo, se asume que la incertidumbre puede ser tanto un tipo de riesgo (aquel que no se puede evaluar o incluso que no se relaciona con un evento concreto), como una causa o un efecto de un riesgo; efectivamente, de acuerdo con la visión dinámica expuesta anteriormente, la variabilidad de los procesos es una fuente de incertidumbre (no la única) en torno a un determinado aspecto, incertidumbre que puede acabar concretándose en un riesgo, uno de cuyos efectos en caso de materializarse puede ser inducir variabilidad en otro proceso y por tanto incertidumbre en torno a otro aspecto de la obra, incertidumbre que a su vez puede acabar concretándose en otro riesgo.

Cualquier obra presenta variabilidad, incertidumbre y riesgo de forma estructural, de forma inherente al propio concepto de construcción (Slauson 2005, Russell et al. 2012), aspectos estos que pueden llegar a comprometer la consecución de los objetivos de la obra (Tommelein y Weissenberger 1999, Ballard y Howell 1995, Andi 2004, Godfrey 2004, Seung y Hiung 2004, Ballard 2005, Idrus et al. 2010). Por ello, la adecuada conceptualización del riesgo es esencial para abordar con garantías cualquier proyecto de construcción, y de forma instrumental, es básica para gestionar el riesgo de una forma eficiente. En este sentido, Serpell et al. (2014) afirman que una de las principales funciones de los directores de proyecto es gestionar los riesgos de la obra.

ISO 31000 (2010) (p. 8) define la gestión de riesgos como el conjunto de *actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo al riesgo*. Zhao (2006) (p. 4) aporta una definición de gestión de riesgos menos tangible pero probablemente más cercana a la realidad de la obra: *gestión de riesgos es la capacidad de predecir lo que podría ocurrir en el futuro*.

En apartados posteriores se describirán algunos de los estándares más utilizados en gestión de riesgos.

## **2.7.- MODELOS DE DESARROLLO DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN. TIPOS DE CONTRATO.**

Smith y Ribkowski (2012) (p. 3) recogen la definición del concepto de “modelo de desarrollo de proyectos de construcción” que da la Asociación Americana de Contratistas Generales (AGC-“Associated General Contractors of America”):

*Es el proceso integral de asignación de responsabilidades contractuales en relación al diseño y la construcción de un proyecto de construcción.*

El modelo de desarrollo seleccionado para un proyecto concreto define el marco en torno al que se organizan los participantes en el proyecto. Según Pakkala (2002) los modelos de desarrollo de proyectos habitualmente utilizados en la actualidad proceden de la evolución histórica de la idea de especialización de funciones surgida en la Revolución Industrial, en la misma línea (Flyvbjerg et al. 2002) aportan que estos métodos se basan en una muy clara separación entre las distintas fases del proyecto (concepción-diseño, licitación y construcción). Esta visión implica que la gestión de la obra no es integrada, pues cada parte se ocupa de sus responsabilidades específicas.

Para Konchar y Sanvido (1998) los modelos más usualmente aplicados en la actualidad son los siguientes:

- 1.- Diseño, licitación y obra.



2.- Proyecto y obra.

3.- "Construction management" a riesgo y ventura.

A continuación se recoge la descripción de cada uno de estos modelos que efectúa Pakkala (2002).

#### DISEÑO, LICITACIÓN Y OBRA ("Design, Bid, Build").

Este sistema se originó en la época de la Revolución Industrial con la creación de organizaciones sectoriales de arquitectos, contratistas e ingenieros. Este enfoque ha sido y sigue siendo la opción estándar. En este modelo, un cliente-propiedad contrata los servicios de un consultor de diseño para definir el alcance del proyecto y desarrollar los documentos de diseño, considerados más adelante como base para seleccionar un contratista que construya de acuerdo a las especificaciones desarrolladas por el equipo de diseño. Habitualmente la licitación se basa en la competencia entre distintas empresas para ofertar el precio más bajo. El contratista que resulta adjudicatario es legalmente responsable de concluir el alcance definido de la obra en unas ciertas condiciones de coste, plazo y calidad. Generalmente, tras la finalización de la obra la propiedad se encarga de la operación del edificio o infraestructura y de su mantenimiento. La propiedad es también responsable de la financiación del proyecto.

#### PROYECTO Y OBRA ("Desig-Build").

El antecesor de este sistema data de la época de la construcción de las pirámides de Egipto, cuando se le conocía con el término Maestro Constructor. El modelo de proyecto y obra es esencialmente un método de desarrollo de proyectos en el que la propiedad-cliente selecciona una empresa que realizará bajo un único contrato tanto el diseño como la construcción del edificio o infraestructura. Generalmente, tras la finalización de la obra la propiedad se encarga de la operación del edificio o infraestructura y de su mantenimiento. La propiedad es también responsable de la financiación del proyecto.

#### "CONSTRUCTION MANAGEMENT" A RIESGO Y VENTURA ("Construction Management at Risk").

En este escenario la propiedad-cliente contrata los servicios de un "Construction Manager" que posteriormente se encarga de gestionar los contratos del equipo de diseño y del contratista general. El "Construction Manager" asume la mayor parte de los riesgos del proyecto. Al igual que en los anteriores modelos, generalmente, tras la finalización de la obra la propiedad se encarga de la operación del edificio o infraestructura y de su mantenimiento. La propiedad es también responsable de la financiación del proyecto.

Adicionalmente, Pakkala (2002) refiere otras dos modalidades de desarrollo de proyectos en función de la forma de pago elegida: precio fijo y precios unitarios.

#### PRECIO FIJO.

Propiedad y contratista acuerdan un precio fijo para un proyecto concreto. Cualquier cambio del contrato debe ser previamente acordado por ambas partes.

#### PRECIOS UNITARIOS.

Propiedad y contratista acuerdan los precios unitarios de las distintas unidades de obra en las que se expresa el alcance del proyecto. El importe final del contrato se obtendrá

a partir de las mediciones de obra realmente ejecutada y de los precios unitarios pactados.

Castro y Aja (2005) (p. 14) definen un contrato como *el acuerdo de dos o más voluntades dirigidas a crear una obligación de dar o hacer y documento en que se acredita*. Es esta una definición amplia, que no refleja más que la esencia de la cuestión: las partes se comprometen mutuamente. Sin embargo, tal y como se expondrá con más detalle en el apartado siguiente, la aplicación de los modelos tradicionales de desarrollo de proyectos antes descritos, se concreta en contratos que recogen la cultura de la disputa y una excesiva fragmentación provocada por la especialización de funciones, hechos estos que plantean no pocos problemas a posteriori (Creedy 2012).

Ante estos hechos, ciertas propiedades han introducido distintas modificaciones en sus sistemas de contratación, siempre basada en los métodos tradicionales:

- La contratación por partes de la obra.
- La asignación diferenciada de funciones de diseño, construcción, supervisión y gestión.
- La distribución contractual de riesgos (precio, valoración del riesgo y métodos de pago).
- La selección del equipo de proyecto por parte de la propiedad (o sub-equipos de proyecto).

En el siguiente apartado se describirá una visión alternativa sobre cómo actúan los contratistas en los procesos de licitación, particularmente cómo valoran e incluyen el riesgo en sus ofertas. No obstante, está contrastado que el tipo de contrato transaccional habitual en los modelos tradicionales de desarrollo de proyectos implica una asignación de riesgos entre las partes y por tanto la necesidad de gestionarlos, entre otras herramientas con reservas para contingencias.

En este punto se han descrito las principales modalidades contractuales propiedad-contratista en el entorno tradicional y ciertos intentos de mejorar los resultados de las obras mediante la utilización de tipos de contrato alternativos que induzcan esencialmente a una mejor gestión general del riesgo, pero el paso siguiente, es decir, la implantación de métodos integralmente alternativos de desarrollo de proyectos no surgió hasta hace algunos años, a pesar de que algunos de estos métodos ya llevaban tiempo utilizándose en el sector público en algunos países (Creedy 2012).

Estos modelos utilizados en el sector público se fundamentan en el concepto de colaboración público-privada, idea a su vez basada en la idea de “partnering”, definida por Pakkala (2002) como un compromiso de largo plazo entre dos o más organizaciones con el fin de alcanzar ciertos objetivos de negocio a partir de la maximización de la eficiencia de los recursos de cada partícipe. Smith y Ribkowski (2012) plantean cómo el “partnering” se apoya en la confianza entre las partes y surge por tanto como consecuencia de la visión de la confianza como un factor esencial de éxito del proyecto. Fischer (2004) argumenta que la distribución de riesgos entre las partes fomenta las relaciones basadas en la controversia y por tanto los litigios; el “partnering” no sería una alternativa al litigio, sino un proceso planificado para evitar y resolver los conflictos sin llegar al litigio. El “partnering” requiere confianza y respeto mutuo entre las partes, así como compartir los riesgos y sus consecuencias con el fin de lograr los objetivos comunes.

Algunos de estos modelos de colaboración público-privada basados en la idea de “partnering” son (Pakkala 2002):

- Diseño-Construcción-Operación y Mantenimiento. La propiedad financia el proyecto y contrata a una organización para diseñar, construir, operar y mantener durante una parte de su ciclo de vida el edificio o infraestructura.
- Diseño-Construcción-Financiación y Operación. La propiedad abona un canon durante un periodo de tiempo pactado, a la organización que contrata para diseñar, construir, financiar y operar el edificio o infraestructura durante una parte de su ciclo de vida.

Pero a pesar de todos los intentos hasta aquí relatados –incluyendo el “partnering”- sigue existiendo la percepción de que los resultados de los proyectos de construcción (para todas las partes implicadas) son claramente mejorables (Slauson 2005). Más adelante se profundizará en esta cuestión.

Sin duda, el “partnering” supone una modificación esencial de las relaciones entre las partes, pero el IPD va aún más allá. El Desarrollo Integrado de Proyectos (IPD - “Integrated Project Delivery”) es una de las más innovadoras propuestas para tratar de superar la percepción manifestada en el párrafo anterior y se formaliza no con un contrato transaccional sino relacional. Dada su especial relación con la iniciativa “Lean” de mejora continua aplicada al sector de la construcción, será abordado conjuntamente con ella en el apartado correspondiente.

## **2.8.- LA EMPRESA CONSTRUCTORA Y SU GESTIÓN DE LA OBRA EN UN ENTORNO TRADICIONAL.**

Hasta este punto se ha estado describiendo el contexto de la gestión de proyectos de construcción desde una perspectiva general. En el presente apartado se traslada el foco a la empresa constructora, procediendo a describir las prácticas de gestión habituales de las citadas empresas bajo el modelo tradicional de desarrollo de proyectos más usual: diseño-licitación-construcción.

### **2.8.1.- La economía de las empresas constructoras.**

Rooke et al. (2004) describen de una forma clara y precisa los fundamentos de la economía de las empresas constructoras (de las grandes empresas constructoras). Así, refieren como la economía de los contratistas puede resultar desconcertante para personas ajenas al sector; beneficios del tres o el cuatro por ciento sobre la facturación no parecen suficientes cuando la inversión se produce a un plazo relativamente largo. Sin embargo, la naturaleza de la construcción –intensiva en mano de obra- implica que la necesidad de inversión a largo plazo sea reducida. De este modo, con unas ventas elevadas -aun incluso con reducidos márgenes- se pueden conseguir un retorno sobre el capital sustancialmente mayor.

Adicionalmente, Hillebrandt y Cannon (1990) apuntan a la gestión del flujo de caja como otro de los impulsores del beneficio de las empresas constructoras. Así, la velocidad de circulación del capital, conseguida mediante la gestión eficaz de los créditos comerciales y el flujo de caja, contribuye a conseguir unos niveles aceptables de rentabilidad. El contratista consigue una situación favorable en cuanto a flujo de caja con dos herramientas fundamentales: por una parte es frecuente adelantar facturación y por consiguiente los pagos de los clientes y/o conseguir pagos a cuenta de ellos, por otra parte es habitual retrasar todo lo posible los pagos a subcontratistas y proveedores. Además, de esta forma los contratistas pueden generar capital para otros negocios, tal como la promoción de viviendas.

En conclusión, según los autores citados, para que el accionista de las empresas constructoras obtenga una rentabilidad adecuada sobre el capital invertido, además de gestionar operativamente de forma correcta las obras, las empresas constructoras deben:

- (i) Conseguir elevados volúmenes de facturación.
- (ii) Gestionar activamente los flujos de caja, lo que a su vez se basa en maximizar el crédito comercial de sus proveedores y minimizar el crédito comercial a sus clientes.

En los siguientes apartados se pondrá de manifiesto la importancia estratégica de esta realidad económica de las empresas constructoras a lo largo del ciclo de vida de sus contratos.

### **2.8.2.- Contratación de la obra: el proceso de licitación.**

En un entorno tradicional (modelo diseño-licitación-construcción), las empresas constructoras consiguen la adjudicación de nuevos contratos compitiendo con otras empresas en licitaciones convocadas por la propiedad una vez que el diseño y las especificaciones del edificio o infraestructura han sido concluidos (primera fase del modelo diseño-licitación-construcción (Pakkala (2002)). El criterio habitualmente seguido por las propiedades para la selección del contratista general es elegir la empresa que oferte el menor precio (Pakkala 2002, Reginato y Alves 2012). En ocasiones se valoran también otros factores de índole más técnica (capacidad, propuesta técnica, etc.) y/o se desarrolla un proceso previo de pre-cualificación con el fin de seleccionar un grupo limitado de empresas a invitar a la licitación (Ng et al. 1998), pero en general el precio suele ser el criterio al que se le otorga un mayor peso (Holt et al. 1994).

En esa misma línea, Laryea y Hughes (2011) aseguran que el precio que los clientes están dispuestos a pagar, depende no solo de su capacidad financiera o del presupuesto que hayan dotado, sino también de lo que otros contratistas estén dispuestos a ofertar por el mismo producto, idea por otra parte completamente coherente con la teoría microeconómica del comportamiento de los mercados competitivos (Lipsey et al. 1974).

El objeto de este punto es describir el proceso habitualmente seguido por las empresas constructoras para determinar el precio de licitación, qué factores condicionan y conforman el precio, las consecuencias más comunes que la licitación competitiva induce en el desarrollo de la obra y las implicaciones que tiene este sistema de contratación en la consideración de los riesgos (y por tanto de las reservas para contingencias) por parte de la empresa constructora durante la fase de licitación.

La importancia de la fase de licitación no estriba únicamente en que es ahí donde se gesta la cartera de contratos de la empresa, sino en que tal y como apuntan Reginato y Alves (2012) la empresa constructora comienza a gestionar la obra en la licitación, a pesar de que tal y como argumentan Castro-Lacouture et al. (2009), muchas de las asunciones efectuadas en la fase de planificación (la licitación de la obra forma parte de ella para la empresa constructora) se modifican durante la construcción.

Brook (2004) explica que las empresas constructoras desarrollan el proceso de licitación en dos fases:

1. Fase de estimación de costes. Es la fase en la que se evalúan los costes reales de la obra. El nivel de experiencia del departamento de estudios de la empresa es un factor muy relevante, aunque Reginato y Alves (2012) también destacan la importancia de los sub-contratistas para las empresas constructoras ya desde la fase de licitación.

Efectivamente, dado que la mayor parte del trabajo físico es realizado por sub-contratistas, son estas empresas la principal fuente de información utilizada por las empresas constructoras para estimar los costes de ejecución de las diferentes partidas del proyecto. Así, las probabilidades de conseguir la obra por parte de la empresa constructora y de concluir el proyecto con éxito, dependen en gran medida de sus sub-contratistas. Reginato y Alves (2012) destacan adicionalmente la importancia de efectuar una gestión activa con los sub-contratistas que proveen de información de costes en la fase de licitación con el fin de no duplicar la valoración del riesgo.

2. Fase de cierre de la oferta. Los directivos de la empresa constructora analizan la oferta y los costes estimados desde un punto de vista comercial, en el contexto de las circunstancias específicas de la empresa: cartera de obra contratada, potencial del cliente, condiciones del mercado y riesgo. Finalmente los directivos decidirán el precio ofertado a partir de un balance entre los costes estimados y la importancia de conseguir el contrato.

El riesgo (amenaza y oportunidad) es un factor que las empresas constructoras tienen en cuenta durante las licitaciones. Smith y Bohn (1999) aseguran que si una empresa está decidida a conseguir la obra no cotiza el riesgo (amenaza) en su oferta, algo similar a lo defendido por Leach (2003) al asegurar que con una reserva para contingencia del cien por cien (valoración del riesgo, en suma) las probabilidades de conseguir el contrato son mínimas. Yeo (1990), Harbuck (2004), Laryea y Hughes (2011) y Kim, Kim y Lee (2013) argumentan que las empresas tienden a no cotizar el coste del riesgo-amenaza (en forma de reservas para contingencias) con el fin de maximizar las probabilidades de conseguir la obra. Según Laryea y Hughes (2011) las empresas constructoras prefieren acotar el riesgo mediante el contrato, aunque los mismos autores exponen los mecanismos –en ocasiones no explícitos- utilizados por las empresas para cuantificar y valorar el riesgo en sus ofertas. Sin embargo Thal et al. (2010) no contemplan la incidencia en la decisión de precio por parte de una empresa constructora de la no cotización del riesgo debido a la importancia que pudiera tener la obra para ella; según estos autores, las propiedades interpretan los precios más bajos ofertados por una cierta compañía como un indicador del menor nivel de riesgo apreciado por la empresa que los oferta, de hecho, según estos autores, los proyectos que finalmente presentan una menor desviación en costes (para las propiedades) son proyectos en los que la licitación ha sido más competida debido al menor nivel de riesgo existente en el proyecto.

Otros autores se centran en el riesgo como oportunidad y en describir cómo las empresas constructoras lo tienen en cuenta en sus ofertas. Rooke et al. (2004) y Harbuck (2004) describen así de qué manera las empresas constructoras planifican las reclamaciones (una oportunidad) ya durante la licitación de las obras. Según estos autores, las empresas constructoras suelen ofertar menores precios en aquellas unidades de obra relacionadas con elementos del proyecto en los que han detectado fallos de diseño, fallos cuya subsanación requerirá soluciones no contempladas en el diseño inicial que deberán ser implantadas en obra en forma de modificados y sus correspondientes precios nuevos, unos precios que la empresa constructora propondrá en un entorno sin competencia. Risner (2010) asevera que los modificados son una fuente de beneficios esencial para los contratistas, mientras que Rooke et al. (2004) van más allá al asegurar que los precios ofertados en las licitaciones por las empresas constructoras suelen recoger las expectativas de que el precio final de la obra se verá inflado por las reclamaciones; a estos planteamientos las propiedades se enfrentarían con contratos como los argumentados por Slauson (2005) tal y como se ha detallado en el apartado anterior o quizá son las empresas constructoras las que responden con su táctica de reclamaciones a esos contratos y su sesgo pro-propiedad. La reducción de precios de licitación incluso por debajo de su coste teórico como consecuencia –entre otras razones- de la detección de un error que hace inviable la implantación de esa parte del diseño, podría

entenderse como una reserva para contingencia negativa (minora el coste estimado en el caso base) que pretende aprovechar una oportunidad (un error de diseño) y no cubrir una amenaza; en estas circunstancias el precio final que la empresa constructora espera cobrar por la obra es superior al precio ofertado en la licitación y la diferencia sería la reserva para contingencia negativa. Se volverá con más detalle sobre esta cuestión en el capítulo tercero.

No obstante, a la vista de los criterios de gestión económica de las empresas constructoras expuestos en el punto anterior, Rooke et al. (2004) otorgan a las reclamaciones planificadas desde la fase de licitación un papel no solo táctico –como es el descrito en el párrafo anterior, sino estratégico, pues tiene el efecto de crear barreras de entrada al mercado (Porter 2007). En un sector con un nivel de capitalización tan reducido como la construcción, la amenaza de entrada de nuevos competidores es acusada; sin embargo solo los grandes contratistas pueden afrontar el gran volumen de personal de estudios de obras y técnico en general que resulta imprescindible para gestionar con éxito las reclamaciones necesarias para convertir lo que podría ser una aparente pérdida en beneficio. Esto implica que los contratistas más pequeños que se presentan a los concursos pueden ser eliminados en la fase de licitación, pues al carecer de esa capacidad en recursos humanos no pueden ofertar con esas bajas tan acusadas.

### **2.8.3.- Objetivos de la empresa constructora en la obra.**

Una vez conseguida la adjudicación de la obra, la empresa constructora se plantea unos objetivos cuya consecución implique el éxito del contrato. Salapatas y Sawle (1986) describen que una empresa constructora considera una obra como un éxito si se alcanzan tres metas:

- Rentabilidad.
- Reputación.
- Satisfacción de cliente y usuario.

Sin embargo, la idea de Slauson (2005) no está alineada con esta visión, pues según él el marco contractual habitual entre propiedad y empresa constructora fomenta en esta última un comportamiento oportunista para conseguir sus objetivos en la obra, incluso aunque para la propiedad el proyecto no acabe exitosamente. Slauson (2005) percibe el oportunismo como la búsqueda del interés individual con argucias, un concepto coherente con la planificación temprana de las reclamaciones referida por Rooke et al. (2004), Risner (2010) y el propio Slauson (2005).

Adicionalmente, la incertidumbre existente en el proyecto de construcción tiene una gran influencia en la posibilidad de alcanzar los objetivos instrumentales en los que se basa la consecución de las citadas metas y por ende el éxito de la obra. Howell et al. (1993b) describen un estudio realizado sobre diversos profesionales del sector en el que la mayor parte de ellos reconocían que de forma habitual percibían incertidumbre en sus obras, tanto en cuanto a qué es lo que tenían que construir (fines) como en cómo hacerlo (medios). Las conclusiones del estudio son las siguientes:

1. Es difícil determinar los objetivos de una vez y para siempre. Es de esperar que la incertidumbre, tanto en las premisas como en los medios requeridos, persista hasta el final de la obra.

Podría pensarse que es deseable el establecimiento de unos objetivos iniciales claros y precisos, sin embargo los objetivos son mejor comprendidos en la medida en la que van emergiendo restricciones que condicionan la capacidad de decisión de los gestores.

2. Identificar premisas estables es un requisito previo para identificar objetivos estables. Cuando un proyecto está rodeado de altos niveles de incertidumbre es difícil encontrar premisas estables.

Es recomendable definir objetivos y restricciones más flexibles si las fuentes de incertidumbre no pueden ser controladas. Los objetivos deben definirse de forma lo suficientemente concreta como para que los resultados esperados estén claros, y de forma lo suficientemente flexible como para poder absorber la incertidumbre que no pueda ser eliminada en las fases iniciales de la obra.

3. Incluso cuando las premisas son estables, no puede existir certidumbre sobre los objetivos hasta que se hayan aclarado los medios para conseguirlos (este es el corazón de la planificación).
4. Cuando las obras comienzan en situaciones de alta incertidumbre, los objetivos pueden cambiar en cualquier momento: al principio o incluso durante la construcción.

Desafortunadamente, los objetivos de las obras son establecidos frecuentemente al comienzo, "de una vez y para siempre", por personas que creen que el éxito de la obra requiere objetivos completamente definidos desde el principio y que no son conscientes de la naturaleza de los mismos.

Estos autores concluyen su estudio argumentando que los responsables de la obra deben conocer con precisión qué aspectos de los objetivos son verdaderamente inamovibles y cuales son flexibles. Si las premisas en las que se basan las metas también son conocidas, los objetivos instrumentales resultantes aportarán información y guiarán de forma más eficaz a los gestores de la obra, de esta forma será más improbable que sean incumplidos. En estas circunstancias, estos objetivos funcionarán de forma más efectiva como apoyo en la toma de decisiones y aportarán un pronóstico más preciso del resultado de la obra y sus requisitos.

Howell et al. (1993b) reconocen la incertidumbre existente en torno a los objetivos de la obra, tanto finalistas (metas) como instrumentales, y por tanto en torno al éxito de la misma. Para gestionar con éxito una obra es necesario –entre otras recomendaciones- absorber esta incertidumbre mediante una definición flexible de los objetivos. En el capítulo tercero se profundizará en el estudio de estos autores y en la relación entre los objetivos de la obra y las reservas para contingencias.

#### **2.8.4.- Diseño del sistema de producción de la obra.**

Un sistema de producción –también en construcción- se puede conceptualizar desde tres perspectivas (Koskela 2000):

1. Por una parte implica que una cierta estructura organizativa (tecnología, RRHH, organización) desarrolla un conjunto de procesos para transformar materias primas en productos.

2. Por otra parte, en un sistema productivo la producción fluye, se llevan a cabo actividades que van transformando el producto, pero también otras que suponen esperas y movimientos en los que el producto no se transforma.
3. Finalmente, un sistema productivo debe crear productos que aporten al cliente el valor por él requerido, que satisfagan las necesidades del cliente en base a sus requerimientos.

No obstante, el mismo autor destaca las peculiaridades que las características intrínsecas de la construcción –ya tratadas- introducen en este modelo.

1. En relación a la transformación, la construcción presenta dos características diferenciales frente a otras industrias a las que ya se ha hecho mención anteriormente: la incertidumbre y la interdependencia mutua de las actividades de transformación, hecho que justifica por qué en construcción el sistema productivo no se debería diseñar en base a la descomposición del trabajo en tareas a optimizar individualmente (que es el enfoque tradicional).
2. El concepto de transformación debe ser tenido en cuenta a la hora de diseñar el sistema de producción, pero no aisladamente, sino en conjunción con la idea de flujo. Pero a la hora de integrar esta idea en el diseño del sistema productivo deben contemplarse ciertas características intrínsecas de la producción en construcción: variabilidad del flujo, vulnerabilidad de cada actividad ante variaciones de sus predecesoras, singularidad del edificio o infraestructura y realización del trabajo en condiciones sub-óptimas debido a que diversas empresas comparten espacio en el tajo.

Desde este punto de vista es clave que el diseño del sistema de producción se focalice en reducir la variabilidad y en evitar que se propague a lo largo del sistema.

3. De cara a diseñar un sistema productivo que aporte el valor requerido por el cliente, la construcción presenta ciertas peculiaridades que lo dificultan, entre las que destaca el hecho de que es frecuente que el cliente lo sea de forma excepcional por lo que su capacidad para definir sus propias necesidades es limitada.

La conclusión es que es esencial diseñar en cada obra (o adaptar) un sistema de producción en torno a los tres aspectos indicados que trate de superar o cuando menos mitigar la dificultad adicional introducida por las peculiaridades de la producción en construcción, un sistema de producción que absorba la variabilidad y la incertidumbre que de forma intrínseca caracterizan la producción en construcción. En estas circunstancias es relevante recoger la pregunta planteada por Howell (2012): ¿en qué medida son las reservas para contingencias un desperdicio y en qué medida un componente esencial del sistema de producción en construcción de cara a absorber variabilidad e incertidumbre? Se volverá sobre esta cuestión en el capítulo tercero.

Se podría pensar a partir de lo anterior que las empresas constructoras definen habitualmente de forma específica o al menos confirman la validez del sistema de producción en cada obra, es decir, diseñan el sistema de producción; de hecho existen numerosas referencias en la literatura a este respecto y en concreto acerca de la utilidad de la simulación de procesos para tal fin (Balbontín-Bravo 1999, Gehbauer et al. 2007, Abdhu et al. 2010).

Ballard (2005), por el contrario, reconoce que durante sus primeros años como profesional en el mundo de la construcción nunca pensó que una obra era algo que podía ser diseñado. Habitualmente los procesos constructivos se desarrollan “como siempre” han sido llevados a cabo, sin cuestionar su fiabilidad o rigor; los sistemas de producción en construcción



son raramente diseñados de forma consciente y sistemática. Sin embargo los sistemas de producción se pueden y se deben diseñar de forma particularizada teniendo en cuenta las características del entorno de cada obra concreta: un entorno dinámico, incierto y complejo.

No diseñar el sistema de producción de una forma sistemática y particularizada, es decir, teniendo en cuenta las peculiaridades del sector y de cada obra concreta, puede ser un factor de incertidumbre y por tanto de riesgo, causa de desviaciones e inductor de reservas para contingencias.

### **2.8.5.- Estructura organizativa de la obra. Sub-contratación.**

En apartados anteriores se expuso como la estructura organizativa del proyecto presenta dos características estructurales: la temporalidad y el hecho de que esté conformada por personas de diversas empresas. En este punto se va a profundizar y particularizar este análisis en relación a la sub-estructura organizativa de la empresa constructora, sub-estructura que presenta igualmente ambas características.

Slauson (2005) describe como en el pasado las empresas constructoras solían ser compañías integradas verticalmente, pero con el paso de los años y por una variedad de razones se impuso la especialización a través de la sub-contratación; tal es así que según Creedy (2012), hoy en día, la ejecución de las obras se basan a nivel de organización de la producción por parte de la empresa constructora en la utilización extensiva de la subcontratación.

No es objeto de este trabajo realizar un análisis pormenorizado de las ventajas y desventajas de la sub-contratación como base del modelo habitual de organización de la producción en construcción, solamente dar unas pinceladas que permitan comprender la realidad del sector en este sentido y los riesgos que conlleva. Según Creedy (2012) estos riesgos se derivan de la incertidumbre existente en torno a la capacidad técnica del sub-contratista en cuestión, su fiabilidad y su estabilidad financiera, por lo que una de las herramientas de gestión de riesgos para el contratista es la adecuada selección de sub-contratistas; sin embargo, este autor argumenta que el criterio esencial de selección es el precio (al igual que en el caso de la selección del contratista general por parte de la propiedad); este hecho provoca frecuentemente que los sub-contratistas más responsables acaben abandonando las licitaciones y las adjudicaciones recaigan en aquellos sub-contratistas menos capaces y que por tanto impliquen más riesgo para la obra.

Pero la causa-raíz de la incertidumbre que según Creedy (2012) existe en torno a la sub-contratación, podría estar en la gestión basada en las reclamaciones (Rooke et al. 2004). Este enfoque puede provocar ciertos problemas, pues ante una gran cantidad de reclamaciones, las propiedades frecuentemente rechazan los pagos o los retrasan durante años, y dado que los contratistas necesitan mantener un flujo de caja positivo para alcanzar la rentabilidad esperada, sufren una presión adicional para retrasar y minorar los pagos -o incluso no hacerlos- a sub-contratistas y proveedores.

Rooke et al. (2004) continúan exponiendo que de esta realidad emerge un tipo de comportamiento de la empresa contratista en relación a los sub-contratistas que está basado en el paradigma de los costes de transacción, es decir los costes de seleccionar cada sub-contratista concreto. Dietrich (1994) definen tres tipos de costes de transacción: costes de búsqueda e información (prospección de sub-contratistas, petición de ofertas, realización de comparativos, etc.), costes de negociación y de toma de decisiones (elección de los sub-contratistas: negociación y formalización de contratos) y costes de vigilancia (asegurar que el sub-contratista cumple el contrato en todos sus términos). Dada la generalización de la sub-

contratación, las empresas constructoras están más preocupadas con los costes de transacción que con los costes de organización, hecho este que dificulta la mejora de procesos o un diseño sistemático y específico del sistema de producción (Ballard 2005).

La incidencia de las reclamaciones en la relación entre la empresa constructora y sus sub-contratistas se puede así caracterizar a partir del paradigma del coste de transacción, de modo que en este entorno, de forma bastante frecuente, los contratistas generales no se preocupan de integrar a un colaborador en su equipo (el sub-contratista) y de cooperar con él para optimizar sus procesos, sino de exprimir al candidato que presenta una oferta más económica, formalizar con él una relación basada en un contrato planteado por el contratista – habitualmente no negociable- y supervisar el cumplimiento del mismo.

En apartados anteriores se argumentó –a partir, entre otros, de las ideas de Slauson (2005)- acerca de la importancia de la confianza entre las partes para que se desarrolle en la obra un trabajo en equipo eficaz basado en la cooperación. Una relación entre la empresa constructora y sus sub-contratistas, basada en el paradigma anterior no favorece la cooperación. Este tipo de relación junto con la focalización de la empresa constructora en la transacción, puede implicar riesgos (amenazas) para el contratista: elección de un sub-contratista incapaz, abandono de la obra por parte del sub-contratista, litigios, falta de calidad en la ejecución de los trabajos, dificultad para mejorar todo tipo de procesos, no abordar el diseño del sistema de producción, etc. Y también oportunidades: incrementar el flujo de caja positivo.

Pero la sub-contratación en general como herramienta de organización de la producción aporta oportunidades adicionales a las empresas constructoras, en concreto dos:

- Permite reducir costes.
- Permite flexibilizar los costes.

Cuando un trabajo se sub-contrata es porque la empresa sub-contratista tiene la posibilidad de realizar esos trabajos de una forma más económica que la empresa contratista y porque además para la empresa sub-contratista los costes en cada obra son flexibles, no son fijos, sino función de la cantidad de trabajo realizado.

Una empresa sub-contratista puede tener unos costes inferiores a los de la empresa contratista por dos posibles razones:

- La empresa sub-contratista puede tener reglas de juego diferentes. Sus trabajadores pueden cobrar salarios inferiores y al ser una empresa especialista puede comprar en mejores condiciones los productos que incorpora a la producción.
- Economías de escala. El sub-contratista puede tener varios pedidos similares en otras tantas obras, lo que motiva que sus costes medios se reduzcan, tanto por economías de escala como por efecto experiencia.

Una empresa sub-contratista puede tener una estructura de costes más flexible que la empresa contratista por dos posibles razones:

- La empresa sub-contratista puede tener reglas de juego diferentes. Podría contratar y despedir trabajadores de una forma más fácil y podría incorporar los suministros a la obra de una forma más ágil y flexible.
- Por la ley de los grandes números. La variabilidad de los recursos necesarios en una obra puede ser importante, pero en la medida que el sub-contratista trabaje

simultáneamente en diversas obras similares, esta variabilidad se reduce; la esperanza de recursos necesarios global del sub-contratista se aproxima a la media y por tanto la incertidumbre también se reduce. Para una empresa sub-contratista es posible predecir sus necesidades de recursos de una forma más fiable porque puede estabilizar su producción global moviendo recursos de una obra a otra.

Slauson (2005) añade una oportunidad adicional para optar por sub-contratar: la transferencia de riesgos. Efectivamente, las empresas constructoras suelen reproducir con sus sub-contratistas el esquema contractual sesgado que las propiedades les aplican, transfiriéndoles mediante contratos a precio cerrado los riesgos de producción.

Caracterizar cómo son gestionados estos riesgos (amenazas y oportunidades) por parte de la empresa constructora –particularmente con reservas para contingencias (positivas o negativas)- es uno de los objetivos de este trabajo.

### **2.8.6.- Gestión de las especificaciones (alcance y calidad).**

Desde el punto de vista de la empresa constructora el alcance de un proyecto de construcción es el conjunto de productos, servicios y resultados a conseguir mediante el desarrollo del mismo, distinguiendo entre alcance del proyecto (el trabajo que debe realizarse para entregar un producto, servicio o resultado con las características y funciones especificadas) y alcance del producto (las características y funciones que definen un producto, servicio o resultado). Por otra parte, calidad es el nivel en el que un conjunto de características inherentes satisface los requisitos (PMI 2013).

La expresión práctica, accionable, del alcance del proyecto así definido, es la estructura de desglose del trabajo (EDT), una descomposición jerárquica, basada en los entregables del trabajo que debe ejecutar la empresa constructora para lograr los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos, con cada nivel descendente de la EDT representando una definición cada vez más detallada del trabajo del proyecto. La EDT organiza y define el alcance total del proyecto y representa el trabajo especificado en la declaración del alcance del proyecto aprobada y vigente (es decir, en el contrato propiedad-empresa constructora). El trabajo planificado está contenido en el nivel más bajo de los componentes de la EDT, denominados paquetes de trabajo. Un paquete de trabajo puede ser programado, monitoreado, controlado, y su costo puede ser estimado (PMI 2013).

Bajo la expresión más habitual de los modelos tradicionales de desarrollo de proyectos (diseño-licitación-construcción), es la propiedad quien define el alcance y la calidad requeridos, no obstante, es el contratista quien traslada el alcance contractual al producto de la obra. En el capítulo tercero se expondrá en qué medida la empresa constructora puede alterar las especificaciones contractuales y su relación con las reservas para contingencias.

### **2.8.7.- Planificación y control de la producción.**

Si como es habitual la empresa constructora actúa como contratista general, la estructura organizativa expuesta en puntos anteriores lleva implícita una idea básica: bajo la supervisión de la propiedad (habitualmente con el apoyo de consultores externos), la empresa constructora es responsable de la planificación y el control de la producción, producción caracterizada por el alcance del proyecto, que tal y como se definió en el punto anterior es el trabajo que debe realizarse para entregar un producto, servicio o resultado con las características y funciones especificadas (PMI 2013).

Antes de exponer de forma básica cómo planifica y controla la producción la empresa constructora en el entorno tradicional, es interesante describir como se integran en un mismo sistema productivo las distintas empresas participantes en la obra. Tommelein et al. (1999) describen la lógica habitual de la producción en construcción a partir de una idea denominada “el desfile de las empresas”. La construcción –particularmente en edificación- involucra a un gran número de empresas especialistas (típicamente sub-contratistas) que generalmente trabajan en una secuencia continua que se repite según se van moviendo de una planta del edificio a otra. En una obra tipo se dan distintos “desfiles”: el estructural, el de trabajos en techos, el de acabados interiores, etc. En algunos de estos “desfiles” la secuencia de empresas es muy estricta, de modo que la primera empresa en entrar en el tajo es aquella cuyo trabajo bloquea el de las demás. La secuenciación estricta tiende a ser también más importante en áreas muy congestionadas y menos en áreas con fácil acceso. En otras ocasiones una empresa debe realizar una parte de su trabajo, abandonar el tajo para que otras empresas entren a realizar el suyo y volver para concluir una vez que las citadas empresas hayan acabado. Al asignar las tareas concretas a las distintas cuadrillas o equipos de trabajo, también es importante tener en cuenta que el nivel de concentración del trabajo de cada empresa varía a lo largo y ancho del edificio. Si una empresa predecesora entra a trabajar en una zona en la que debe desarrollar una carga muy importante de trabajo, puede llevarle más tiempo concluirlo que lo que el desfile pueda tolerar, por lo que las empresas sucesoras deben abandonar la línea y recolocar a su personal en otras zonas, algo que lleva su tiempo pero que evita que el personal esté ocioso. La existencia de diferentes desfiles de empresas en las obras es algo bien conocido, aunque quizá los profesionales no lo denominen así, de hecho los trabajos en la obra habitualmente se planifican de acuerdo con lo expuesto.

Como se apuntó al comienzo de este apartado, los resultados esenciales de la planificación de la producción (un proceso dinámico, por otra parte) son el programa de ejecución y el presupuesto; para su realización el jefe de obra parte de la EDT, de la estimación de las duraciones de las tareas y de los costes de las mismas, estimación para la que PMI (2013) propone las siguientes técnicas:

- Juicio de expertos.
- Estimación análoga: basada en obras anteriores similares.
- Estimación paramétrica: basada en la extrapolación de datos históricos a la obra a partir de sus parámetros característicos (superficie, altura, longitud, etc.).
- Estimación ascendente: se evalúan los costes o duraciones básicas y se van agrupando por tareas, partidas y capítulos.
- Estimación por tres valores: tiene en cuenta la existencia de riesgo e incertidumbre. Se basa en la técnica PERT, estimando tres valores: el más optimista, el más pesimista y el más probable. A partir de ahí el dato de duración y/o coste a considerar resulta de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\frac{(V_o + 4V_m + V_p)}{6}$$

Donde, Vo: valor optimista, Vm: valor más probable, Vp: valor pesimista.

- Análisis de reservas: las estimaciones de duración y de coste deben incluir reservas para contingencias para tener en cuenta la incertidumbre existente en cuanto a la duración y el coste de la obra.

A nivel operativo, una importante conclusión de lo anterior es que las reservas para contingencias forman parte del presupuesto y del programa de trabajos, siendo por tanto un elemento de la gestión del coste y del plazo de la obra.

En el capítulo siguiente se describirá con detalle -entre otras consideraciones- qué es lo que plantea la literatura en cuanto los diferentes formatos que pueden tomar las reservas para contingencias, sus métodos de estimación y su evolución a lo largo de la obra, un aspecto este último de gran relevancia, pues según Popescu y Jerz (2008) una de las principales utilidades de la planificación de la obra es que permite monitorizar los colchones totales (reservas para contingencias) con el fin de detectar a tiempo posibles desviaciones y cubrirlas.

Según Slauson (2005), el método de planificación de la producción más utilizado por los profesionales de la construcción es el método de la ruta crítica (CPM). PMI (2013) expone que CPM se basa en la descomposición del trabajo del proyecto en tareas básicas (es decir, en los paquetes de trabajo de la EDT mencionados en el punto anterior), tareas para las que se estiman las fechas de terminación y comienzo, tempranas y tardías, y su duración (con las técnicas expuestas), sin considerar limitaciones de recursos, realizando un análisis que recorre hacia delante y hacia atrás toda la red del programa de ejecución. Las tareas se ordenan en función de una secuencia lógica (el desfile de empresas) y de las relaciones de precedencia existentes entre ellas. Existen cuatro tipos básicos de relaciones de precedencia:

- Final a inicio: las tareas predecesoras deben haber terminado antes de comenzar las sucesoras.
- Inicio a final: las tareas predecesoras deben haber comenzado antes de finalizar las sucesoras.
- Inicio a Inicio: las tareas predecesoras deben haber comenzado antes de comenzar las sucesoras.
- Final a final: las tareas predecesoras deben haber finalizado antes de finalizar las sucesoras.

CPM introduce el concepto de holgura de cada actividad (la diferencia entre el intervalo de posible ejecución de cada actividad y su duración estimada). En cualquier camino de la red, la flexibilidad del cronograma se mide por la diferencia positiva entre las fechas tempranas y tardías, lo cual se conoce como “holgura total” (un precursor del concepto de reserva para contingencias de tiempo, de hecho tal y como se argumentará en el capítulo tercero, ciertos autores siguen utilizando esta denominación). Las rutas críticas tienen una holgura total igual a cero o negativa y las actividades del cronograma en una ruta crítica reciben el nombre de “actividades críticas”. Una ruta crítica se caracteriza por el hecho de que su holgura total es igual a cero. Las redes pueden tener varias rutas casi críticas. Puede ser necesario realizar ajustes a las duraciones de las actividades, a sus relaciones de precedencia, a los adelantos y a los retrasos, o a otras restricciones del cronograma para lograr caminos de red con una holgura total igual a cero o positiva. Una vez que se ha calculado la holgura total de un camino de red, entonces puede determinarse la holgura libre, que es la cantidad de tiempo que una actividad puede retrasarse dentro de un camino de red, sin demorar la fecha de inicio temprana de cualquier actividad sucesora inmediata dentro de dicho camino de red.

Según Tommelein et al. (1999), la relación de precedencia más habitual utilizada por los profesionales en CPM es del tipo “final a inicio”. Pero esta asunción no es coherente con lo que ocurre en realidad en el “desfile de las empresas”, donde habitualmente se producen solapes entre las empresas, de modo que una vez que el “desfile” ha comenzado, todas las empresas deben avanzar de forma sincronizada para que el “desfile” progrese a un ritmo

estable. El hecho de que habitualmente los programas de ejecución realizados en base a CPM representen de forma distorsionada la realidad es la razón por la que la mayoría de los jefes de obra lo usan únicamente como una guía genérica para hacer el trabajo y no como un programa de detalle. Muchas propiedades consideran CPM como una herramienta esencial de planificación y coordinación, aunque admiten que “el jefe de obra desarrollará el trabajo como él quiera”.

Adicionalmente, para acelerar la terminación de la obra, los contratistas generales pueden comprimir el programa de ejecución desarrollado según CPM y forzar a las empresas sucesoras para que vayan pisando los talones de sus predecesoras, lo que puede comprometer la capacidad de las empresas sucesoras para responder, especialmente cuando el desempeño de uno o más predecesores no es fiable, esto es, cuando el resultado varía considerablemente de un día a otro y cuando el resultado es un prerrequisito para el sucesor (Tommelein et al. 1999). Como se argumentará en el capítulo tercero, esta variabilidad debe ser absorbida con colchones, en este caso de obra en curso.

Aparece de nuevo un concepto ya tratado anteriormente: la variabilidad de los procesos, aspecto que unido a la interdependencia entre actividades genera incertidumbre, sin embargo el método de planificación de la producción más utilizado a nivel práctico es completamente determinista (CPM). Reconocer la ubicuidad de la interdependencia, la variabilidad y por ende de la incertidumbre existente en el “desfile de las empresas”, es esencial para gestionar el flujo de trabajo y la producción (Tommelein et al. 1999). En el capítulo dedicado a Construcción “Lean” se describirá el método de planificación y control de la producción ideado por Glenn Ballard y Greg Howell coherente con esta idea: Last Planner System® (LPS).

Otro método de planificación de la producción de relativamente reciente introducción es el conocido como “Método de la cadena crítica” (CCPM). Fue ideado por Goldratt (1997). A continuación se presenta una descripción breve del método realizada a partir de PMI (2013).

La aplicación del método de la cadena crítica (CCPM), requiere la estimación de una ruta crítica inicial según CPM, es decir, sin limitación de recursos, para a continuación introducir las restricciones relacionadas con el hecho de que los recursos son limitados; a menudo, el programa resultante presenta una ruta crítica modificada. La ruta crítica con restricciones de recursos se conoce como cadena crítica. El método de la cadena crítica agrega colchones de duración (reservas para contingencias), actividades “virtuales” que no requieren trabajo y que se utilizan para manejar la incertidumbre. Un colchón que se coloca al final de la cadena crítica se conoce como colchón del proyecto y protege la fecha de finalización objetivo contra cualquier retraso a lo largo de la cadena crítica. Se colocan colchones adicionales, conocidos como colchones de alimentación, en cada punto donde una cadena de tareas dependientes, que está fuera de la cadena crítica, la alimenta. De este modo, los colchones de alimentación protegen la cadena crítica contra retrasos a lo largo de las cadenas de alimentación. La dimensión de cada colchón debe tener en cuenta la incertidumbre en la duración de la cadena de tareas dependientes que conducen a ese colchón. Una vez que se han determinado las actividades del cronograma con colchón, las actividades previstas se planifican en base a sus fechas posibles de inicio y finalización programadas más tardías. Consecuentemente, en lugar de gestionar la holgura total de los caminos de red, el método de la cadena crítica se concentra en gestionar las duraciones restantes de los colchones en función de las duraciones restantes de las cadenas de tareas.

Existen dos diferencias esenciales entre CPM y CCPM, una ya se ha mencionado explícitamente: CCPM considera algo muy real: los recursos son limitados (Castro-Lacouture et al. 2009). La otra diferencia es más profunda: CPM es un método determinista que se aplica en

un entorno incierto, CCPM tiene en cuenta la incertidumbre existente en la obra y la gestiona con colchones.

La planificación de la producción tiene sin duda un gran valor: reducir la incertidumbre, pero también tiene un coste, por lo que resulta de todo punto de vista pertinente la búsqueda del equilibrio, es decir, planificar hasta el punto en el que el coste marginal de la planificación no supere al beneficio aportado en forma de reducción de la incertidumbre, el problema es que en un entorno de incertidumbre esto no es fácil de determinar. Howell y Liu (2012) presentan "Oops game", una herramienta para investigar el valor de la planificación y arrojar algo de luz sobre esta cuestión. Y si la planificación tiene un coste, las reservas para contingencias –tal y como se detallará en el capítulo tercero- también lo tienen, debiendo aplicar a la definición de su tamaño un criterio de equilibrio coste-beneficio similar al aportado por Howell y Liu (2012) para la planificación.

En cuanto al control de la producción, una de las herramientas más habitualmente utilizadas es la que se basa en el concepto del Valor Ganado (EV). Diversos ratios permiten evaluar la situación del proyecto tanto en cuanto a plazo de ejecución como en cuanto a costes, el SV ("Schedule variation" – Variación del cronograma) o el SPI ("Schedule Performance Index" – Índice de rendimiento del cronograma) son los ratios utilizados para la evaluación del plazo de ejecución del proyecto. Mientras que el CV ("Cost variation" – Variación del presupuesto) o el CPI ("Cost Performance Index" – Índice de rendimiento del presupuesto) son los ratios utilizados para la evaluación del seguimiento del presupuesto del proyecto (PMI 2013).

Yong-Woo y Ballard (2000) postulan que el hecho de que gran cantidad de proyectos de construcción concluyan con sobrecoste y fuera de plazo, puede ser debido entre otras razones a que las herramientas de control de la producción utilizadas no son las adecuadas. Su crítica al método del Valor Ganado se centra en:

- Asume que las tareas son independientes, cuando realmente su interdependencia debe ser considerada.
- Los jefes de obra pueden manipular la programación cercana de tareas, de modo que traten de que sean ejecutadas aquellas que más Valor Ganado-EV pueden aportar con el fin de hinchar el SV (tratando de aparentar adelanto), sin analizar su nivel de incertidumbre.
- Los jefes de obra pueden tratar de rebajar forzosamente el Coste Real-AC (trabajo realmente ejecutado valorado a precios reales) con el fin de elevar el CV (tratando de aparentar ejecución por debajo de coste).

Las evidencias anteriores pueden conducir a situaciones en las que el flujo de trabajo se ve comprometido por la presión que el método de control utilizado (el Valor Ganado) ejerce en los responsables de la planificación cercana, tanto por fomentar una asignación de tareas sin analizar la incertidumbre de las mismas, como por promover la infra-dotación de medios en una tarea concreta con el fin de reducir el coste de la misma, infra-dotación que puede impactar en otras actividades dependientes de ella.

En este mismo punto ya se identificó "Last Planner System ®" (LPS) como la herramienta de planificación y control de la producción típica de Construcción "Lean". Con LPS el control de la producción se realiza a partir de un parámetro denominado "Porcentaje del plan completado" (PPC), que representa el porcentaje que cada empresa ha completado de las actividades programadas para la semana objeto de análisis.

### 2.8.8.- Gestión de riesgos.

A lo largo del presente capítulo se ha descrito el contexto de gestión de la obra, su carácter social y la relevancia por tanto de la cooperación entre las partes como inductor de éxito, la influencia en la toma de decisiones en construcción de las características intrínsecas del producto y de los procesos constructivos: complejidad, variabilidad, incertidumbre inherente al concepto mismo de construcción. En un apartado específico, se introdujeron los conceptos básicos en torno a las ideas de riesgo (amenaza y oportunidad), incertidumbre y variabilidad; se describieron las distintas categorías de riesgo, su naturaleza, el concepto de fuente de riesgo y el impacto económico de los riesgos; también se esbozó el concepto de reserva para contingencias y su papel como medio para absorber variabilidad e incertidumbre, para proteger a la obra de las amenazas y para valorar las oportunidades. A continuación se expusieron las características esenciales de los distintos modelos de desarrollo de proyectos, la lógica de la economía de las empresas constructoras y su influencia en cómo la empresa constructora define sus objetivos en la obra y en cómo gestiona los aspectos más relevantes de la misma: licitación, sub-contratación, alcance, calidad, plazo y coste.

La conclusión fundamental de lo tratado hasta el momento en este trabajo es que la construcción es una actividad económica que presenta una gran incertidumbre, superior en términos relativos a la que presentan otras industrias (Ballard y Howell 1995, Andi 2004, Fisher 2004, Seung y Hyung 2004, Russell et al. 2012); incertidumbre inducida tanto por factores intrínsecos como por los propios modelos de desarrollo de proyectos, incertidumbre provocada por aspectos internos del proyecto y por su contexto. Incertidumbre que genera amenazas y oportunidades, que pueden comprometer o impulsar la consecución de los objetivos de la obra por parte de la empresa constructora, incertidumbre que puede afectar en suma al éxito de la obra y cuya gestión es por tanto esencial. PMI (2013) (p. 236) destaca que *para tener éxito, la organización debe comprometerse a tratar la gestión de riesgos de una manera proactiva y consistente a lo largo del proyecto. Debe hacerse una elección consciente a todos los niveles de la organización para identificar activamente y perseguir una gestión eficaz durante la vida del proyecto. Los riesgos existen desde el momento en que se concibe un proyecto. Avanzar en un proyecto sin adoptar un enfoque proactivo en materia de gestión de riesgos aumenta el impacto que puede tener la materialización de un riesgo sobre el proyecto y que, potencialmente, podría conducirlo al fracaso.*

A continuación se van a describir tres de los estándares que están a disposición de las empresas constructoras para gestionar los riesgos de la obra.

En el apartado introductorio se esbozó el enfoque del “Project Management Institute (PMI)” en relación a la gestión de riesgos (PMI 2013). El ámbito específico de aplicación de PMI (2013) es el proyecto, cualquier proyecto, no solo de construcción. En este punto se describe con mayor detalle.

Para PMI (2013) (p. 234) la gestión de los riesgos del proyecto es el conjunto de *procesos relacionados con llevar a cabo la planificación de la gestión, la identificación, el análisis, la planificación de respuesta a los riesgos, así como su monitoreo y control en un proyecto. Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto son aumentar la probabilidad y el impacto de eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de eventos negativos para el proyecto.*

PMI (2013) propone seis procesos a desarrollar dentro del ámbito de la gestión de riesgos. Estos seis procesos están relacionados entre sí y con otras áreas de conocimiento del proyecto:



1. Planificar la gestión de riesgos.
2. Identificar los riesgos.
3. Análisis cualitativo de riesgos.
4. Análisis cuantitativo de riesgos.
5. Planificar la respuesta a los riesgos.
6. Monitorización y control de riesgos.

Cada proceso debería desarrollarse al menos una vez en cada obra, en una o en varias de sus fases. El Gráfico 2.3 describe las relaciones de los seis procesos entre sí y con algunas de las áreas más relevantes de conocimiento del proyecto. Posteriormente se aportará una breve descripción de cada uno de estos seis procesos.

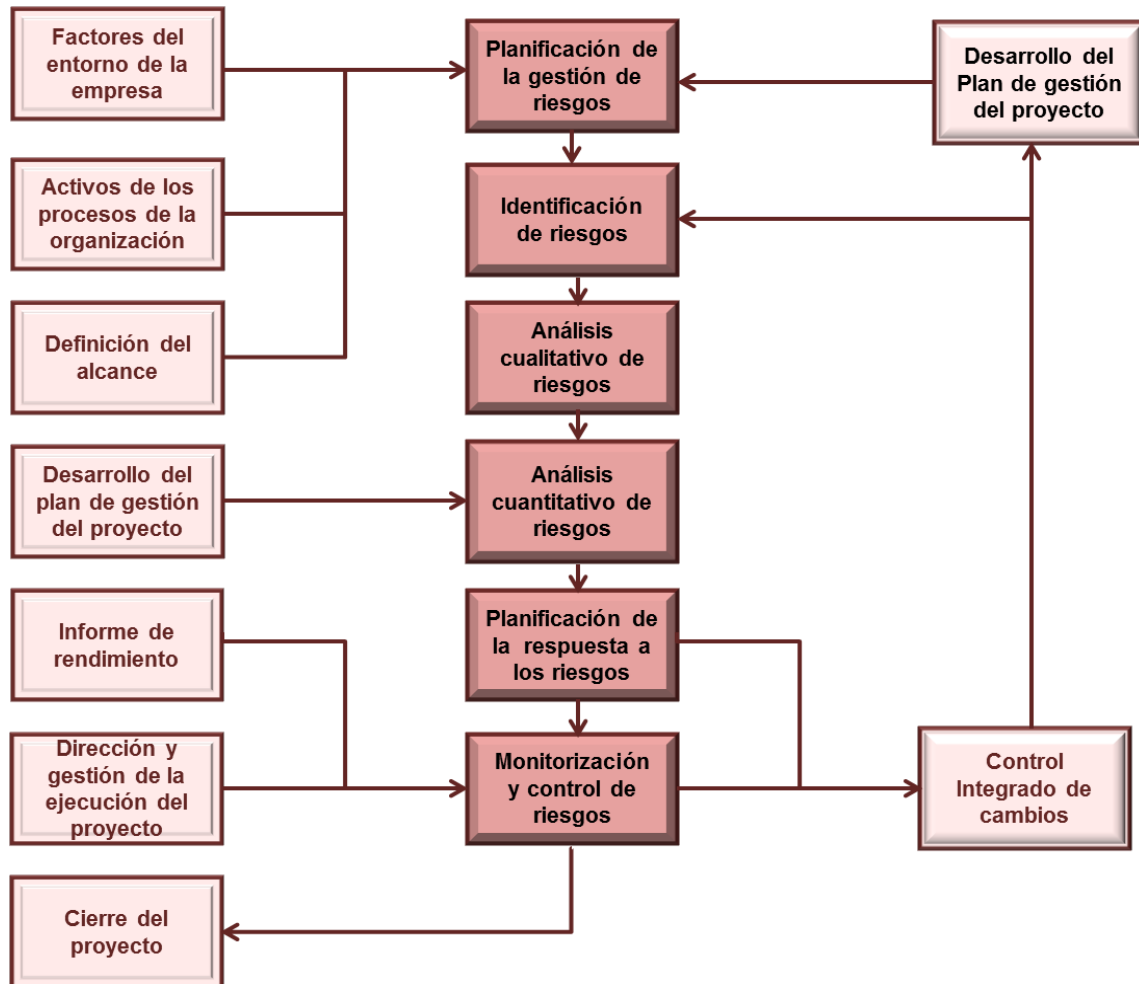


Gráfico 2.3. Procesos de gestión de riesgos en PMBoK (Van Niekerk 2012).

### *PLANIFICAR LA GESTIÓN DE RIESGOS.*

La herramienta fundamental para planificar la gestión de riesgos es el trabajo en equipo. El equipo de la empresa constructora celebra reuniones de planificación para desarrollar el plan de gestión de riesgos. En estas reuniones debe participar cualquier persona (de la empresa constructora, de sus sub-contratistas, proveedores, propiedad, diseñadores, etc.) con alguna responsabilidad sobre la ejecución de actividades relacionadas con los riesgos de la obra. En estas reuniones, se definen los planes a alto nivel para efectuar las actividades de gestión de riesgos. Se establecerán o se revisarán las metodologías para la aplicación de las reservas para contingencias en materia de riesgos. Se asignarán las responsabilidades de gestión de riesgos. Se adaptarán para su uso en el proyecto específico las plantillas generales de la organización para las categorías de riesgo y las definiciones de términos, tales como los niveles de riesgo, la probabilidad por tipo de riesgo, el impacto por tipo de objetivo y la matriz de probabilidad e impacto. Si no existen plantillas para otras etapas del proceso, podrán generarse durante estas reuniones. Los resultados de estas actividades se resumirán en el plan de gestión de riesgos.

El desarrollo del proceso de planificación de riesgos parte de los siguientes elementos:

- La definición de alcance.
- El presupuesto inicial de ejecución.
- El programa inicial de ejecución.
- El plan de gestión de las comunicaciones.
- Factores ambientales de la empresa (actitudes y tolerancias respecto al riesgo que describen el nivel de riesgo que una organización soportará).
- Activos de los procesos de la organización (las categorías de riesgo, las definiciones comunes de conceptos y términos, los formatos de declaración de riesgos, las plantillas estándar, los roles y las responsabilidades, los niveles de autoridad para la toma de decisiones, las lecciones aprendidas, los registros de los interesados, que son también activos críticos que deben revisarse como componentes para establecer planes eficaces de gestión de riesgos).

El resultado del proceso de planificación de riesgos es el Plan de Gestión de Riesgos, que entre otras cuestiones recogerá los siguientes aspectos:

- Metodología para llevar a cabo la gestión de riesgos del proyecto.
- Papeles y responsabilidades en gestión de riesgos de los miembros del equipo.
- Presupuesto. Determinación del coste de gestión de riesgos y del protocolo de definición y asignación de las reservas para contingencias.
- Calendario. Determina el programa de desarrollo de las actividades de gestión de riesgos y el protocolo de definición y asignación de reservas para contingencias, en este caso de tiempo.
- Categorías de riesgo. Estructura de desglose del riesgo. Es un listado categorías y sub-categorías dentro de las cuales el riesgo puede aparecer en la obra. Uno de sus principales beneficios de cara a la identificación de riesgos es recordar a los responsables de su gestión las muy diferentes fuentes de las que el riesgo puede

emanar, argumento apoyado por Zhao (2006) al sostener que la estructura de desglose de riesgo ayuda a comprender la distribución del mismo a lo largo de la obra.

- Definiciones de probabilidad e impacto de los riesgos. La calidad y credibilidad del proceso de Análisis Cualitativo de Riesgos requieren que se definan y se cuantifiquen distintos niveles de probabilidad e impacto de los riesgos sobre los objetivos instrumentales de la obra (coste, plazo, alcance y calidad).
- Matriz de probabilidad e impacto. A partir de lo anterior. Es una herramienta de análisis cualitativo de riesgos.
- Tolerancias revisadas de los interesados.
- Formatos de los informes.
- Seguimiento.

### *IDENTIFICAR LOS RIESGOS.*

El objetivo de este proceso es determinar los riesgos que pueden impactar en la obra y documentar sus características. Es relevante implicar a todo el personal de la obra en la identificación de riesgos. Este proceso tiene un carácter iterativo, pues los riesgos son dinámicos, pudiendo aparecer o evolucionar en cualquier momento. A la luz de este argumento, en el capítulo tercero se desarrollará la idea de que la gestión de reservas para contingencias también debe ser dinámica.

El desarrollo del proceso de identificación de riesgos parte de los siguientes elementos:

- El alcance del proyecto.
- El presupuesto de ejecución.
- El programa de ejecución.
- El Plan de Gestión de Riesgos.

Para la identificación de riesgos se pueden utilizar las siguientes herramientas:

- Revisiones de la documentación (proyecto de ejecución, contrato, oferta entregada, dosieres de obras anteriores similares, etc.).
- Técnicas de recopilación de la información (tormentas de ideas, técnica Delphi, entrevistas, análisis causal).
- Análisis de las asunciones realizadas (por ejemplo durante la fase de licitación). Noor y Tichacek (2009) destacan que las asunciones realizadas en la fase de estudio de una obra son una fuente relevante de riesgo, por lo que plantean como herramienta esencial de identificación de riesgos el análisis de las mismas. En el mismo sentido, Leach (2003) considera que los sesgos de la planificación son una fuente esencial de desviación. Se volverá sobre esta cuestión en el capítulo tercero.
- Técnicas de diagramación (diagramas de causa-efecto, diagramas de flujo, etc.).
- Análisis DAFO.
- Juicio de expertos.

El resultado de este proceso es la lista de riesgos identificados. Los riesgos identificados se describen con un nivel de detalle razonable. Puede aplicarse una estructura sencilla para los riesgos de la lista, tal como: un EVENTO puede ocurrir, causando un cierto IMPACTO, o si tal CAUSA se concreta, un EVENTO puede ocurrir, provocando un EFECTO. También se puede incluir una relación de posibles respuestas ante cada riesgo. La lista de riesgos identificados es el primer paso del Registro de Riesgos (resultado de la primera iteración de los cinco primeros procesos de gestión de riesgos).

En apartados anteriores se destacó la ambigüedad del lenguaje utilizado habitualmente en relación al término riesgo, denominando así de forma indistinta al evento de riesgo, su probabilidad de ocurrencia o sus causas (Chapman y Ward 2003). Por ello, el proceso de identificación de riesgos debe abordar todos los matices relacionados con este término, particularmente sus factores, fuentes o causas y el evento de riesgo en sí. Tal y como se argumentará a la largo del capítulo tercero, la identificación de factores o causas de riesgo es especialmente relevante de cara a la gestión de reservas para contingencias, pues los factores de riesgo son inductores de estas reservas. No obstante, es importante recordar en este sentido la posición de Godfrey (2004), quien destaca la imposibilidad de identificar en una obra todas las causas o fuentes de riesgo y todos los riesgos en sí, asegurando incluso que creer que ese hito se puede conseguir es contraproducente y peligroso, pues siempre hay que esperar lo inesperado.

#### *ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS.*

Es el proceso que consiste en priorizar los riesgos para realizar otros análisis o acciones posteriores, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia y el impacto de dichos riesgos. Se puede mejorar el resultado de la obra concentrándose en los riesgos de alta prioridad. El proceso de Análisis Cualitativo de Riesgos evalúa la prioridad de los riesgos identificados usando la probabilidad relativa de ocurrencia, el impacto correspondiente sobre los objetivos del proyecto si los riesgos se presentan, así como otros factores, tales como el plazo de respuesta y la tolerancia al riesgo por parte de la empresa asociados con las restricciones de la obra en cuanto a costos, programa de ejecución, alcance y calidad.

El resultado de este proceso es una actualización del Registro de Riesgos en base a los siguientes aspectos:

- Clasificación relativa o lista de prioridades de los riesgos del proyecto. La matriz de probabilidad e impacto puede utilizarse para clasificar los riesgos según su importancia individual. La utilización de combinaciones de probabilidad de ocurrencia de cada riesgo y su impacto sobre los objetivos en caso de que suceda otorgará a los riesgos un orden de prioridad y los clasificará en grupos según sean de “riesgo alto”, de “riesgo moderado” o de “riesgo bajo”. Los riesgos pueden enumerarse por prioridades en forma separada para el cronograma, el costo y el desempeño
- Riesgos agrupados por categorías.
- Causas de riesgo o áreas del proyecto que requieren particular atención.
- Lista de riesgos que requieren respuesta a corto plazo.
- Lista de riesgos que requieren análisis y respuesta adicionales.
- Listas de supervisión para riesgos de baja prioridad.
- Tendencias en los resultados del análisis cualitativo de riesgos.

## *ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS.*

Es el proceso que consiste en analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales de la obra. El proceso de Análisis Cuantitativo de Riesgos se aplica a los riesgos priorizados mediante el proceso de Análisis Cualitativo de Riesgos por tener un posible impacto significativo sobre los objetivos de la obra. El proceso de Análisis Cuantitativo de Riesgos analiza el efecto de esos eventos de riesgo. Puede utilizarse para asignar a esos riesgos una calificación numérica individual o para evaluar el efecto acumulativo de todos los riesgos que afectan el proyecto. También presenta un enfoque cuantitativo para tomar decisiones en caso de incertidumbre.

MONTE CARLO es una metodología de simulación de procesos que se puede utilizar para efectuar análisis cuantitativo de riesgos. Para simular la ejecución de la obra se caracteriza la duración y/o el coste de las tareas básicas de la misma como variables estadísticas, para ello se asignan a cada tarea tres duraciones (o tres costes) posibles (pesimista, optimista y valor más probable), esos tres valores permiten asignar a cada tarea una función de distribución (BETA o triangular). A partir de estas funciones de distribución, junto con el programa de ejecución de la obra y su presupuesto, se puede simular la ejecución de la obra un número suficiente de veces, obteniendo en cada iteración un valor de duración y/o coste de la misma; los datos de duración y coste de la obra obtenidos a partir de las iteraciones permitirán a su vez construir la función de distribución de la obra en su conjunto. Para efectuar cada una de las iteraciones anteriores se debe entrar con un número aleatorio entre cero y uno en el eje de ordenadas de la función de distribución de cada tarea. Una vez que se cuenta con la función de distribución de probabilidad de la obra en su conjunto se puede plantear cuestiones como: ¿cuál es la probabilidad de que el plazo de ejecución de la obra sea superior a “X” meses?, ¿cuál es la probabilidad de que el coste de la obra sea superior a “X” Eur?, para a partir de ahí poder dimensionar –entre otras cosas- el volumen de reservas para contingencias de tiempo y coste. De hecho MONTE CARLO es la base –tal y como se verá en el capítulo tercero- de diversos métodos de estimación de reservas para contingencias.

Otra posibilidad es efectuar el análisis del valor monetario esperado (EMV), un concepto estadístico que calcula el resultado promedio cuando el futuro incluye escenarios que pueden concretarse o no (es decir, es un análisis bajo incertidumbre). El valor monetario esperado de las oportunidades se expresa por lo general con valores positivos, mientras que el de los riesgos es negativo. El valor monetario esperado requiere una suposición de neutralidad ante el riesgo, que el decisor no presente ni aversión ni atracción por el riesgo. El valor monetario esperado para un proyecto se calcula multiplicando el valor de cada posible resultado por su probabilidad de ocurrencia, y sumando luego los resultados. Este tipo de análisis se concreta en un árbol de decisiones. En el capítulo tercero también se describirán métodos de estimación de reservas para contingencias basados en el concepto del EMV de los riesgos de una obra.

El resultado del análisis cuantitativo de riesgos es la actualización del Registro de Riesgos a partir de un análisis probabilístico de la obra. Se realizan estimaciones de los resultados potenciales a nivel de plazos de ejecución y coste de la obra, enumerando las fechas de conclusión y los costos posibles con sus niveles de confianza asociados, lo que puede utilizarse junto con la tolerancia al riesgo por parte de la empresa para cuantificar las reservas para contingencias de coste y tiempo. Dichas reservas para contingencias son necesarias para reducir el riesgo de desviación de los objetivos del proyecto establecidos a un nivel aceptable para la organización.

### PLANIFICAR LA RESPUESTA A LOS RIESGOS.

Es el proceso por el cual se desarrollan opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos de la obra. Se realiza después del Análisis Cualitativo de Riesgos y del Análisis Cuantitativo de Riesgos (en el caso de que este se aplique). Incluye la identificación y asignación de una persona (el “propietario de la respuesta a los riesgos”) para que asuma la responsabilidad de cada respuesta a los riesgos acordada y financiada. El proceso Planificar la Respuesta a los Riesgos aborda los riesgos en función de su prioridad, introduciendo recursos y actividades en el presupuesto, el programa de ejecución y el plan para la dirección de la obra, según se requiera. Las respuestas a los riesgos planificadas deben adaptarse a la importancia del riesgo, ser rentables con relación al desafío por cumplir y realistas dentro del contexto del proyecto. Esta última idea está en línea con la ya expuesta de Cabano (2004), que defiende la necesidad de definir en cada obra un balance realista coste-beneficio entre el impacto económico de la materialización de los riesgos y el coste de su gestión; en el capítulo tercero se desarrollará este argumento como uno de los determinantes de la gestión de las reservas para contingencias.

PMI (2013) describe cuatro estrategias genéricas de respuesta a los riesgos (amenazas):

- I. **Evitar.** Evitar el riesgo implica cambiar el plan de obra, a fin de eliminar por completo la amenaza. El jefe de obra también puede aislar los objetivos de la obra del impacto de los riesgos o cambiar el objetivo que se encuentra amenazado.
- II. **Transferir.** Transferir el riesgo requiere trasladar a un tercero (un sub-contratista) la totalidad o parte del impacto negativo de una amenaza, junto con la propiedad de la respuesta. La transferencia de un riesgo simplemente confiere a una tercera persona la responsabilidad de su gestión, pero no elimina el riesgo. Transferir el riesgo implica generalmente el pago de una prima de riesgo a la parte que lo asume. Las herramientas de transferencia de riesgos pueden ser bastante diversas e incluyen, entre otras, el uso de seguros, garantías de cumplimiento, fianzas, certificados de garantía, etc. Tal y como se argumentó en apartados anteriores (Slauson 2005) el contrato de sub-contratación es el vehículo para transferir al sub-contratista la responsabilidad sobre riesgos específicos, siendo relevante que el sub-contratista cuente con habilidades que le permitan mitigar el riesgo transferido con mayores garantías que el contratista principal. Los contratos de precio fijo transfieren el riesgo al sub-contratista.
- III. **Mitigar.** Mitigar el riesgo implica reducir a un umbral aceptable la probabilidad y/o el impacto de un evento adverso. Adoptar acciones tempranas para reducir la probabilidad de ocurrencia de un riesgo y/o su impacto sobre el proyecto, a menudo es más efectivo que tratar de reparar el daño después de ocurrido el riesgo.
- IV. **Aceptar.** Esta estrategia se adopta debido a que rara vez es posible eliminar todas las amenazas en una obra. Esta estrategia indica que el equipo de obra ha decidido no cambiar el plan de obra para hacer frente a un riesgo, o no ha podido identificar ninguna otra estrategia de respuesta adecuada. Esta estrategia puede ser pasiva o activa. La aceptación pasiva no requiere ninguna acción, excepto documentar la estrategia, dejando que el equipo de obra aborde los riesgos conforme se presentan. La estrategia de aceptación activa más común consiste en definir reservas para contingencias, que incluyan la cantidad de tiempo, medios financieros o recursos necesarios para afrontar los riesgos. Una conclusión relevante de esta última idea es que para PMI (2013) la utilización de reservas para contingencias se deriva de la aceptación del riesgo y por tanto es la “última” opción a utilizar. En esta misma línea,

Leach (2003), argumenta que la prioridad es mitigar los riesgos planificando y llevando a cabo acciones para reducir la probabilidad o el potencial impacto de los eventos de riesgo, pero el paso final en gestión de riesgos es estimar un colchón (reserva para contingencia) de tiempo y coste para absorber el impacto de la probabilidad total de los riesgos residuales que o bien no han sido identificados o bien han sido explícitamente excluidos.

De forma simétrica existen cuatro estrategias genéricas para gestionar riesgos positivos (oportunidades) (NOTA: Salvo para la cuarta estrategia, Hillson (2002) plantea esta cuestión de forma mimética a PMI (2013)):

- I. **Explotar.** Esta estrategia puede seleccionarse para los riesgos con impactos positivos, cuando la organización desea asegurarse de que la oportunidad se haga realidad. Esta estrategia busca eliminar la incertidumbre asociada con un riesgo positivo particular, asegurando que la oportunidad se concrete definitivamente.
- II. **Compartir.** Compartir un riesgo positivo implica asignar la totalidad o parte de la propiedad de la oportunidad a un tercero mejor capacitado para hacer que esta se materialice en beneficio de la obra (por ejemplo la constitución de uniones temporales de empresas).
- III. **Mejorar.** Esta estrategia se utiliza para aumentar la probabilidad y/o los impactos positivos de una oportunidad.
- IV. **Aceptar.** Aceptar una oportunidad consiste en tener la voluntad de tomar ventaja de ella si se presenta, pero sin buscarla de manera activa. Hillson (2002) denomina a esta cuarta estrategia como “Ignorar”, aunque el contenido de su propuesta es similar al de PMI (2013). A partir de la visión de Rooke et al. (2004), se argumentó en apartados anteriores cómo en ocasiones las empresas constructoras planifican las reclamaciones desde la fase de licitación, caracterizando los errores de diseño detectados como oportunidades para la introducción de modificaciones. Así, una posible conclusión de las ideas de estos autores, sería que mientras las reservas para contingencias positivas (una cantidad de dinero, tiempo o recursos adicional) cuantifican el riesgo (amenazas) que la empresa no está dispuesta a asumir, la valoración de las oportunidades se expresa como una reducción del coste o del plazo de ejecución por debajo de los valores “teóricos” (es decir, suponiendo que la solución de diseño que presenta deficiencias sí fuera viable), lo que se puede visualizar por tanto como una reserva para contingencia negativa. En el capítulo tercero se desarrollará esta idea.

Más allá de la diferenciación cuasi semántica que Lechler et al. (2012) establecen entre riesgos (amenazas) e incertidumbres (amenazas y oportunidades), el interés fundamental de su enfoque estriba en la idea de que tanto las amenazas como las oportunidades deben gestionarse, y además, de forma diferenciada. Sin embargo, Hillson (2002) defiende que dado que amenazas y oportunidades son dos caras de una misma moneda, deben gestionarse conjuntamente.

Se han descrito dos visiones opuestas, pero parece claro que la literatura postula que tanto las amenazas como las oportunidades -conjuntamente o no- deben gestionarse de forma proactiva (Hillson 2002).

#### **MONITORIZAR Y CONTROLAR LOS RIESGOS.**

Es el proceso por el cual se implementan planes de respuesta a los riesgos, se efectúa el seguimiento de los riesgos identificados, se monitorizan los riesgos residuales, se identifican

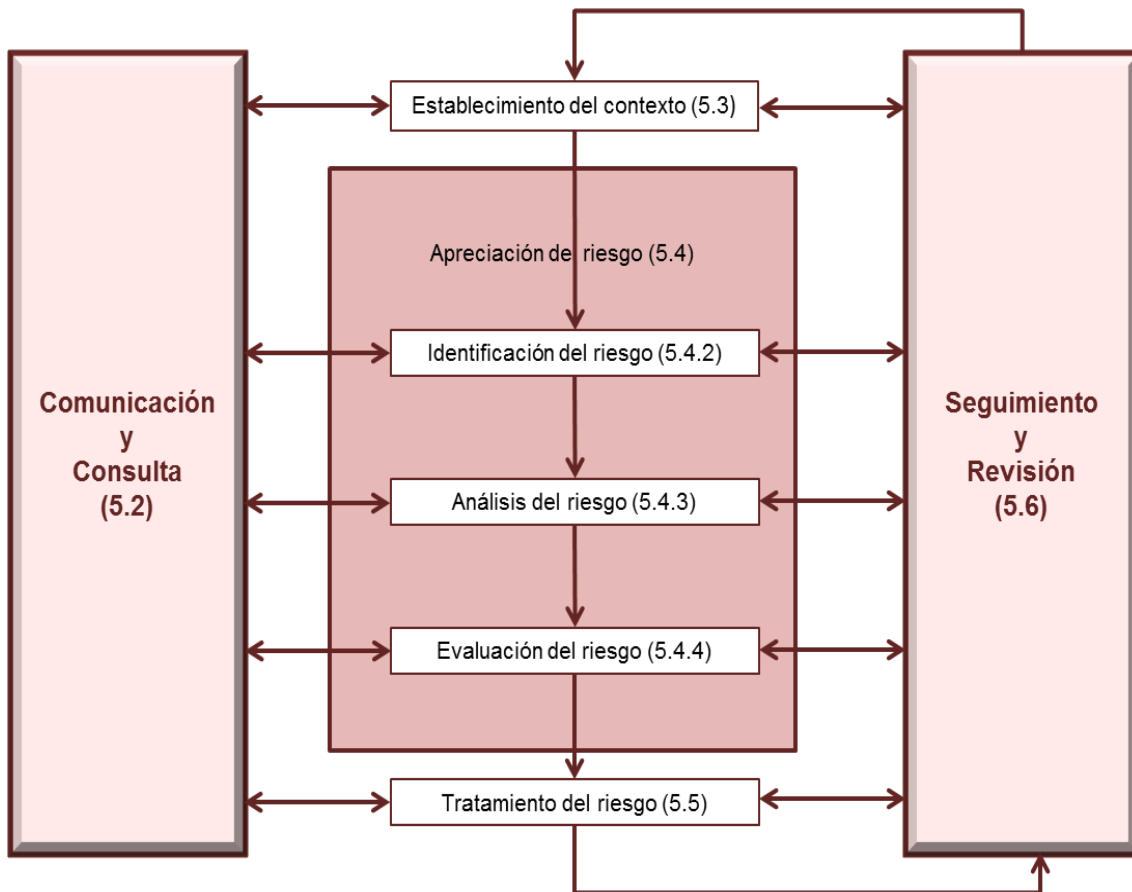
nuevos riesgos y se evalúa la efectividad del proceso contra los riesgos a lo largo de la obra. Las respuestas a los riesgos planificadas que se incluyen en el plan de obra se ejecutan durante el ciclo de vida de la misma, pero el trabajo de la obra debe monitorizarse continuamente para detectar riesgos nuevos, riesgos que cambian o que se vuelven obsoletos. El proceso de monitorizar y controlar los riesgos aplica técnicas, tales como el análisis de variación y de tendencias, que requieren el uso de información del desempeño generada durante la ejecución de la obra. Otras finalidades del proceso son determinar si:

- los supuestos de la licitación o de fases anteriores de la obra siguen siendo válidos
- los análisis muestran que un riesgo evaluado ha cambiado o puede descartarse
- se respetan las políticas y los procedimientos de gestión de riesgos
- las reservas para contingencias de coste o tiempo de ejecución deben modificarse para alinearlas con la evaluación actual de los riesgos

El proceso de monitorizar y controlar los riesgos puede implicar la selección de estrategias alternativas, la ejecución de un plan de contingencia o de reserva, la implementación de acciones correctivas y la modificación del plan de obra.

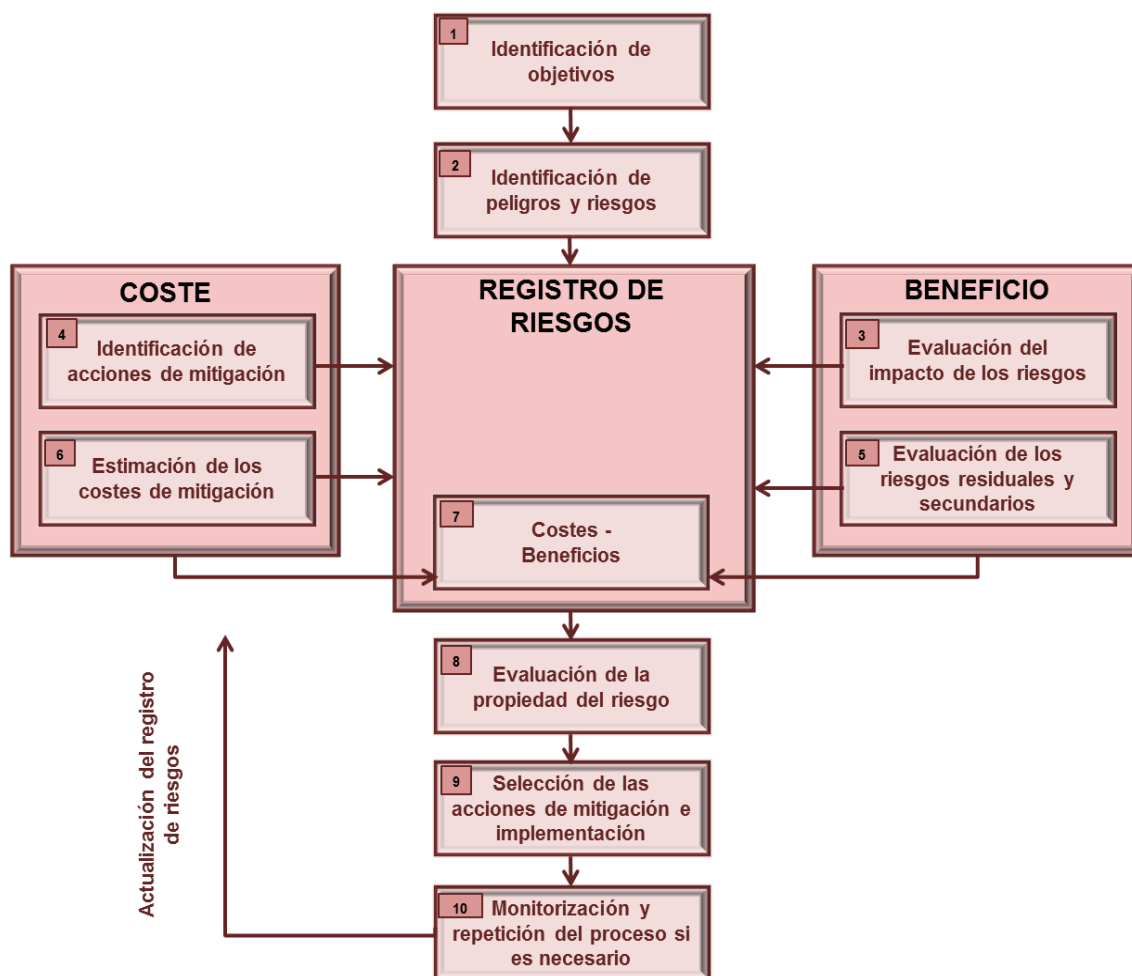
La “International Organization for Standardization” edita la ya mencionada norma ISO 31000 (2010) sobre gestión de riesgos. Este estándar no se circunscribe al ámbito de la construcción, ni siquiera al del proyecto en general, sino que es de aplicación general a cualquier tipo de empresa; no obstante, su enfoque es esencialmente coherente con el ya expuesto del “Project Management Institute” (PMI 2013). El Gráfico 2.4 describe el proceso de gestión de riesgos según esta norma.





**Gráfico 2.4. Procesos de Gestión de Riesgos en ISO 31000 (2010).**

Otro estándar es el que describe el “Special Report 125 – SP125” (Godfrey 2004) de CIRIA (“Construction Industry Research and Information Association”); este documento es una guía para la gestión sistemática del riesgo en la construcción, más específicamente creado para este sector que los dos anteriores por lo tanto, sin embargo, tal y como se puede apreciar en el Gráfico 2.5, su planteamiento es esencialmente el mismo.



**Gráfico 2.5. Procesos de Gestión de Riesgos en el SP125 de CIRIA (Godfrey 2004).**

Lo expuesto acerca de estos tres modelos de gestión de riesgos, confirma la visión de Kutsch y Hall (2010), quienes aseguran que en general todos los estándares sobre gestión de riesgos se basan en desarrollar un plan de acción para reducir la exposición al riesgo que se concreta en cuatro etapas: planificación, identificación de riesgos, análisis de los riesgos identificados y respuesta a los mismos. El consenso también es generalizado en cuanto a que las reservas para contingencias son una herramienta fundamental para gestionar los riesgos y la incertidumbre de la obra. Así, la mayor parte de los estudios publicados sobre gestión de riesgos y específicamente gestión de reservas para contingencias, proponen o analizan un cierto modelo de gestión que es coherente con la visión de los conceptos básicos (riesgo, incertidumbre, etc.) que previamente han expuesto en el propio estudio; es por ello por lo que se seguirá profundizando en el objeto de este apartado a lo largo del capítulo tercero, centrado en la caracterización del concepto de reservas para contingencias y su gestión, aspecto nuclear de este trabajo y “paso final” en el proceso de gestión de riesgos según Leach (2003).

## **2.9.- MEJORA CONTINUA EN CONSTRUCCIÓN: CONSTRUCCIÓN “LEAN”.**

### **2.9.1.- Introducción: las carencias de los modelos tradicionales.**

CMAA (Construction Management Association of America) es una organización estadounidense que cuenta con más de 6.300 miembros: Project managers, propietarios, contratistas. Según su propio “web-site” su misión es: “*promover y mejorar el liderazgo, la profesionalidad y la excelencia en la gestión del desarrollo y construcción de proyectos y programas*”.

Anualmente la CMAA organiza una reunión de propietarios (*Owners Forum*). Durante la reunión del año 2005 se realizó una encuesta entre los asistentes que reveló que (Thomsen et al. 2010):

- Entre el 40 y el 50% de todos los proyectos de construcción incumplen el programa de ejecución.
- El principal coste que soportan hoy en día los proyectos de construcción corresponde a las ineficiencias que se dan en las obras.
- Más de un tercio de los propietarios dijeron que sienten que los controles aplicados a los proyectos no eran adecuados, citando la gestión del proyecto y el control de costes como las áreas más necesitadas de mejora.
- Confianza e integridad son ingredientes indispensables para mejorar la comunicación y la colaboración.
- La misma encuesta reveló que las principales preocupaciones de los propietarios eran:
- Cada parte en el proyecto se ocupa de sus propios intereses.
- Hay poco aprendizaje y los fallos son repetitivos.
- Se ignora la creación y entrega de valor.
- Confianza e integridad en el proceso de construcción.
- Coordinación / colaboración entre los miembros del equipo.
- Mejorar las relaciones entre contratistas, arquitectos / ingenieros, “project managers” y cliente.
- Concienciación por parte de arquitectos e ingenieros del coste de construir sus diseños.
- Incorporar a contratistas, subcontratistas y suministradores a la fase de diseño.
- Control del alcance / comunicación clara del alcance del trabajo.
- Proveer a los contratistas de planos y documentación técnica más completos para construir el proyecto.
- Responsabilidad del propietario en el proceso.
- Conseguir una buena definición del proyecto.

A la hora de reflexionar sobre estos datos, Thomsen et al. (2010) se preguntan cómo es posible que año tras año la encuesta revele básicamente lo mismo a pesar de la mejora de la capacitación profesional en el sector y de la introducción de herramientas tendientes a mejorar la situación, herramientas como:

- Ingeniería de valor.
- “Partnering” (ya tratado anteriormente).
- TQM/QFD (Total Quality Management / Quality Function Deployment).
- Revisiones de constructividad.
- TI’s / CAD (Tecnologías de la información / CAD).
- Mejoras de la productividad.
- BIM / Simulación (Building Information Modelling / Simulación).

Estos autores estiman que el escaso éxito obtenido con la introducción de estas herramientas y la mejora de la capacitación profesional se debe a que estos esfuerzos se centran en aliviar los síntomas y no se enfrentan a los problemas de base.

Pero, ¿cuáles son los problemas de base?, o lo que es lo mismo, ¿cuáles son las causas raíz de los problemas que los clientes aprecian? ¿Por qué existe una importante proporción de proyectos de construcción que no cumplen con las expectativas de los clientes? ¿Por qué la mejora continua parece ser una idea ajena al sector de la construcción?

La respuesta a estas cuestiones está para ciertos autores en el propio modelo teórico subyacente a los métodos tradicionales de gestión de la construcción. Koskela y Vrijhoef (2000) postulan que la actual teoría de gestión de la construcción es, en sí misma, un obstáculo para la mejora. Las razones que exponen son las siguientes:

1. Las teorías de producción en construcción son implícitas, por lo que no es posible trasladar las herramientas innovadoras de gestión de producción generadas en otros sectores de actividad directamente al sector constructor.
2. La teoría subyacente al modelo actual de producción en construcción se basa en la transformación, con dos principios:
  - La transformación total se puede conseguir dividiendo el conjunto en partes y gestionando las partes individualmente.
  - Reduciendo el coste de cada parte se puede reducir el coste del conjunto.
3. La consideración del conjunto como una suma estricta de las partes era un error de concepto que ignora la profunda interdependencia de todas las áreas del proyecto. Los principios anteriores en definitiva, llevan a la asunción de la variabilidad en el proyecto y obstaculiza la innovación de arriba a abajo.

Hay evidencias empíricas que demuestran que la innovación de abajo a arriba también está obstaculizada por la teoría tradicional. Muchos problemas no se ven o se ignoran, muchos problemas son causados por otras etapas o partes del proceso constructivo, muchos problemas son provocados por un control miope de la cadena de suministros y por fin, la difusión de soluciones se complica debido a problemas organizacionales.

Construcción “Lean” nace esencialmente como consecuencia de la constatación de que los problemas que presentan los modelos tradicionales de gestión de proyectos de construcción se derivan de la teoría que subyace bajo ellos.

Pero la idea “Lean” no surgió en el mundo de la construcción, sino en la industria manufacturera.

“Lean” es un término inglés que, como adjetivo, puede traducirse al castellano por “delgado”, “magro”, “sin grasa”. Una empresa “Lean” sería una empresa a la que no le sobra nada, una empresa sin desperdicios, una empresa sin derroches..., una empresa eficiente en suma.

Howell (1999) apunta que en construcción, tanto los métodos de gestión tradicionales como aquellos inspirados en el enfoque “Lean” suscriben la idea anterior, el matiz diferencial de “Lean” está en el concepto y el papel del valor. Así, la empresa “Lean” es aquella que se focaliza en la aportación a sus productos o servicios del valor requerido por sus clientes, todo el valor requerido por ellos, pero solo ese valor. La consecuencia de la aplicación eficaz, sistemática y sostenida en el tiempo de esta idea en la ejecución de todas las actividades de la compañía, es una organización en la que la ineficiencia, el consumo innecesario de recursos, los “desperdicios”, los derroches en definitiva, se van eliminando, lo que induce a la reducción de costes, al acortamiento de los tiempos de ejecución y a la mejora de la calidad. “Lean” es una estrategia de gestión basada en la mejora continua que persigue un ideal: la búsqueda de la perfección (Womack y Jones 2004).

En este punto se expondrán los principales aspectos de esta innovadora filosofía de gestión desde la perspectiva de sus orígenes históricos, sus principios y sus herramientas metodológicas originales, exposición que precede necesariamente a la caracterización de su aplicación particularizada al sector constructor, objetivo central de este apartado.

### **2.9.2.- “Lean thinking”: antecedentes históricos. Origen y desarrollo.**

Ya en los años 20 Henry Ford (1923) describió en su libro *“My life and work”* un sistema de producción basado en el no almacenamiento de materias primas y producto terminado, sistema que requería una gestión activa de la demanda y que conceptualmente puede considerarse el antecedente de “Just in Time”. La metodología no fue implantada en esa época en las factorías “Ford”, probablemente una de las razones fue el hecho de que la demanda en esa época no tuviera el nivel de exigencia que comenzó a tener años más tarde.

A principios de los años 50 del siglo XX la productividad de las plantas de producción de automóviles japonesas era notablemente inferior a la de las estadounidenses, por otra parte la disponibilidad en Japón de espacio físico para almacenamiento de materias primas, producto en curso y producto terminado, era claramente reducida. Estos hechos motivaron que el jefe de ingeniería de la compañía Toyota, el ingeniero Taiichi Ohno, (probablemente inspirado en las ideas de Ford) comenzara a analizar la posibilidad de reducir el tamaño de los lotes de transferencia entre estaciones de trabajo como forma de reducir la necesidad de espacio de almacenamiento. Pero con el fin de no incrementar el volumen global de tiempos muertos debido al necesario incremento del número de cambios de configuración de la maquinaria, reducir el tamaño de los lotes (el nivel de inventario entre estaciones de trabajo) requería a su vez una reducción de los tiempos de cambio de “set-up” (tiempo de reconfiguración de la maquinaria para producir otro tipo de producto) (Ohno 1991).

Durante años los ingenieros de Toyota rediseñaron los distintos modelos de coches con el fin de posibilitar la reducción de tiempos de “set-up”, introduciendo por primera vez la

robotización de ciertas actividades como soldadura y pintura. Rediseñaron también el proceso productivo, recogiendo, entre otras modificaciones, la sustitución rápida de matrices de estampación para las distintas piezas de los vehículos.

Estas iniciativas se concretaron en lo que más tarde se llamó “Single Minute Exchange of Die” (SMED), metodología que se describirá más adelante para el cambio “en menos de diez minutos” del “set-up” de una estación de trabajo. No hay que olvidar que originalmente los cambios de “set-up” podían demorarse varias horas

La reducción de los tiempos de “set-up” permitió la reducción del tamaño económico del lote de transferencia hasta niveles muy bajos, llegando en último extremo a posibilitar que el flujo entre estaciones fuera de un solo vehículo. Con el fin de que este tamaño no se superase, se estableció un sistema de control de la producción basado en una señal visual (“Kanban”) que desencadenaba en la estación situada inmediatamente aguas arriba la producción de otra unidad en sustitución de la consumida por la estación aguas abajo.

El siguiente paso fue llevar esta idea a los insumos de la factoría: si el inventario entre estaciones de trabajo (WIP – “Work in Progress”) es la unidad y si la producción de una unidad es desencadenada por el pedido de un cliente, el nivel de inventario de materias primas debía ser coherente con este sistema de flujo. Los proveedores de la factoría se integran así en la sistemática de producción garantizando un reaprovisionamiento continuo que asegure la operación normal de la planta en esas condiciones. Esta herramienta se conoce con el nombre de “Just in Time” (JIT) (Ohno 1991).

En los años posteriores Toyota perfeccionó su nueva metodología, sumando a JIT numerosas herramientas de gestión de la producción y lo que es más importante, creando un auténtico sistema de mejora continua basado en la definición y superación de retos constantes (Rother 2010), dando lugar a lo que se conoció como “Toyota Production System” (TPS) (Ohno 1991).

TPS es la base de Producción “Lean”, aunque autores como Galgano (2004) afirman que la auténtica producción “Lean” es sin más el Sistema de Producción de Toyota; la matización de Galgano (2004) es relevante –como se verá más adelante- de cara a ubicar directamente el origen de construcción “Lean” en TPS y no tanto en la adaptación de los principios y herramientas de “Lean Thinking”.

A continuación se describirán los principios y las herramientas más relevantes de “Lean Thinking” (o TPS), la estrategia de gestión basada en la mejora continua que durante los últimos años ha venido demostrando su eficacia para optimizar organizaciones en todo el mundo a unos niveles nunca vistos.

### **2.9.3.- “Lean thinking”: principios fundamentales y conceptos básicos.**

#### **2.9.3.1.- Los 7 “mudas”.**

El concepto de derroche, evitar los derroches, (“waste” en inglés, “muda” en japonés) es un concepto fundamental en la idea “Lean”. La Tabla 2.2 presenta los siete derroches o desperdicios (“muda” en japonés) típicos en un ambiente manufacturero que fueron caracterizados por Taiichi Ohno.

<b>TIPO DE DESPERDICIO</b>	<b>DEFINICION</b>	<b>EFECTO</b>
<b>Sobreproducción</b>	Fabricación de productos antes de que sean requeridos, no necesarios o en cantidades superiores a las requeridas.	Complica el flujo de materiales y genera inventarios.
<b>Pérdidas de tiempo</b>	Recursos ociosos (máquinas o personas) esperando para realizar su trabajo.	Repercute en un mayor "lead time" y con frecuencias en menor productividad.
<b>Transporte</b>	Tiempo invertido en transportar y almacenar materiales.	Repercute en un mayor coste y "lead time".
<b>Procesos</b>	Procesos ineficientes que obligan la realización de tareas sin valor añadido.	Repercute en menor productividad, más errores y desechos.
<b>Inventarios</b>	Acumulación de materia prima, producto en curso o producto terminado.	Provoca mayor coste, defectos y peor servicio al cliente.
<b>Movimientos</b>	Cualquier movimiento de personas o materiales que no aporta valor al producto.	Menor productividad.
<b>Productos defectuosos</b>	Producir productos que incumplen las especificaciones.	Mayor coste, retrasos, mala calidad y mayor "lead time".

**Tabla 2.2. Los siete derroches o "muda" de Ohno (Galgano 2004).**

2.9.3.2.- "Lean thinking": principios básicos.

Womack y Jones (2004) definieron los siguientes principios básicos de la empresa "Lean":

1. Especificar el valor del producto en función de lo requerido por el cliente.

El valor lo define el cliente. El cliente demanda productos específicos con características específicas. Deben utilizarse métodos para relacionarse con el cliente, para estar más cerca de él. El objetivo de coste del producto se determinará una vez especificado el valor.

2. Identificar la corriente de valor del producto.

Un producto o una compañía en general, se puede modelar como tres corrientes de valor: de materiales, de información y de transformación. Se deben analizar las tareas básicas de cada proceso con el fin de eliminar o minorar las que no aporten valor, tal y como lo definió el cliente.

3. Hacer que el valor fluya.

La estrategia "Lean" requiere la transformación de la producción tradicional por lotes en un proceso de flujo continuo. El ideal es que el flujo sea unitario, que no haya producto en curso, que el trabajo se desarrolle con fiabilidad.

4. Permitir que sea el cliente quien tire ("Pull") del valor.

La producción desencadena el pedido de un cliente, no una programación basada en estimaciones de demanda. En el proceso, una estación desarrollará su actividad cuando reciba una señal emitida por la estación situada aguas abajo. El sistema debe tender al flujo unitario.

5. Búsqueda de la perfección.

"Lean" es un esfuerzo de Mejora Continua. La perfección se consigue trabajando conjuntamente con el cliente y con los proveedores para encontrar formas de especificar mejor el valor, mejorar el flujo y conseguir un sistema "Pull".

La descripción efectuada hasta el momento en este punto pretende introducir la esencia, los conceptos básicos, la idea nuclear de la estrategia "Lean". Una idea que como se argumentará más adelante es aplicable a cualquier sector de actividad, una idea que debe inspirar el cambio de mentalidad que la estrategia "Lean" requiere, pero también una idea cuya concreción práctica requiere de instrumentos, de herramientas, de metodologías.

A continuación se van a describir las principales herramientas y metodologías de Producción "Lean", la mayor parte de ellas fueron desarrolladas por el sector manufacturero, por lo que, como se expondrá más adelante, en algunos casos será necesaria reformularlas para permitir su aplicación eficaz a otros sectores, en concreto a construcción; en otros casos, la concreción en construcción de algunos de los principios fundamentales ya expuestos requerirá la generación de herramientas y métodos adicionales.

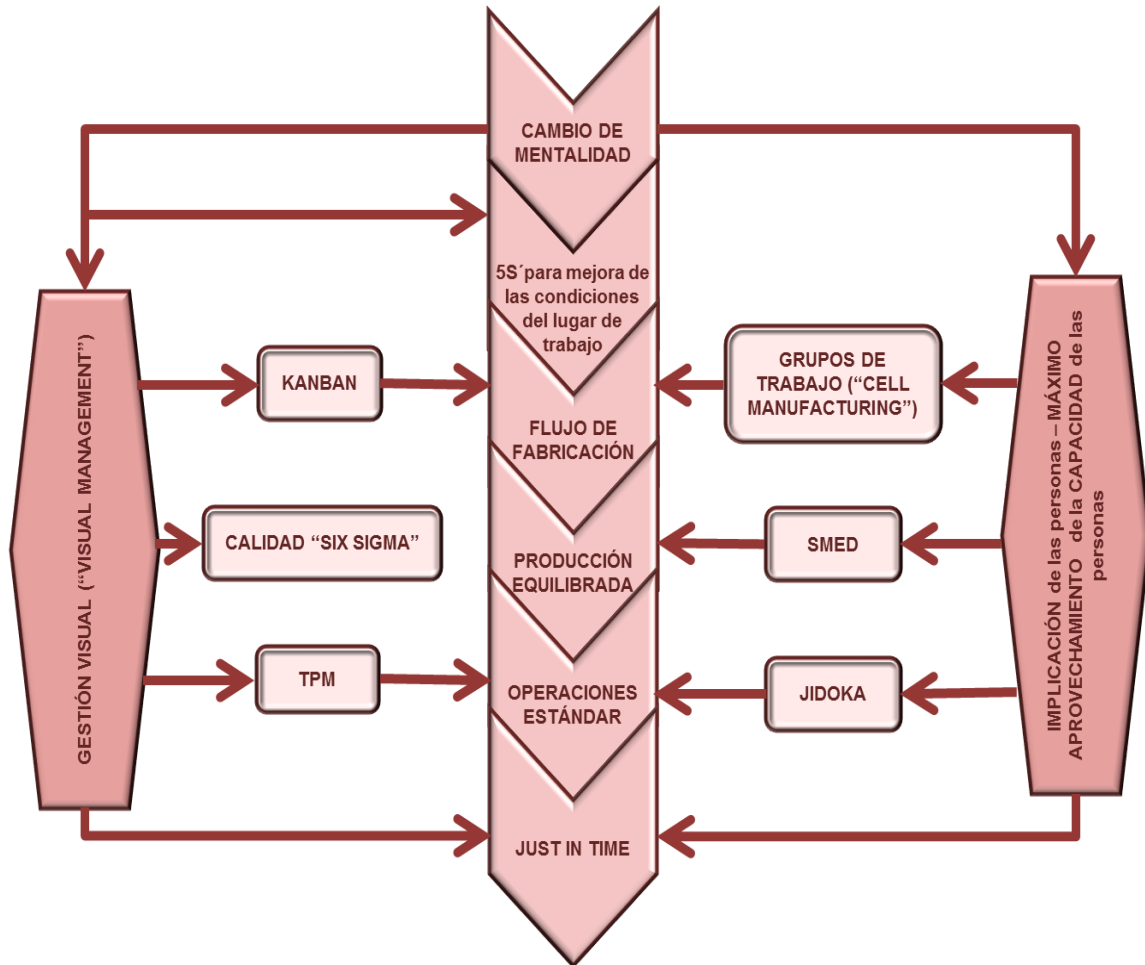
#### **2.9.4.- La empresa "Lean": enfoques, herramientas y metodologías.**

Alberto Galgano (2004) describe en su monografía "*Las tres revoluciones*" los orígenes, principios, estrategias, herramientas y métodos que conforman "Lean Thinking".

##### 2.9.4.1.- Marco general.

El siguiente gráfico representa el conjunto de enfoques, herramientas y metodologías más usuales de producción "Lean", herramientas cuya descripción es el objeto del presente apartado.





**Gráfico 2.6. Enfoques en la empresa "Lean". Fuente: Profesor Tomás Velasco. Organización de la Producción. MIOLog. UC3M.**

2.9.4.2.- Herramientas de la empresa "Lean".

*Mapeo de procesos.*

El mapeo de procesos es una metodología cuyo objetivo es básicamente conocer un proceso productivo, efectuar una foto que defina sus tareas básicas, entradas, recursos, resultados y restricciones. En este sentido no es estrictamente una herramienta o metodología "Lean", aunque desde luego cualquier sistemática de mejora continua, y "Lean" lo es, requiere este conocimiento detallado de los procesos. Existen distintas herramientas concretas para efectuar mapeo de procesos. SIPOC (Suppliers-Inputs-Process-Output-Customers – Proveedores-Entradas-Proceso-Salidas-Clientes), usualmente utilizada en las fases iniciales de caracterización de un proceso. VSM (Value Stream Mapping) describe un proceso mediante la representación gráfica, con una serie de iconos característicos y estándar, de los tres flujos principales que se pueden distinguir en cualquier actividad productiva: flujo de materiales, flujo información y flujo de acciones. La esencia de VSM consiste en representar diferenciadamente

las actividades de valor añadido de las que no aportan valor, siempre desde la perspectiva del cliente.

#### *5s´. Lugar de trabajo en orden y limpieza.*

Las 5s´ es una metodología cuyo objetivo es poner en orden el puesto de trabajo (en planta y en oficinas). Son el punto de partida para cualquier empresa que pretenda implantar producción "Lean". Su nombre procede de las iniciales de cinco palabras japonesas: *seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke*. Estos términos son indicativos de las cinco fases de aplicación del método. El objetivo es definir y estandarizar las condiciones óptimas de los puestos de trabajo de tal manera que se puedan detectar y evidenciar todas las anomalías respecto a los estándares definidos.

#### *Gestión Visual.*

La gestión visual se apoya en medios y dispositivos visuales para gestionar los procesos y conseguir los siguientes objetivos:

- Hacer los problemas, las anomalías o las desviaciones de los estándares visibles a todo el mundo y así poder tomar acciones correctoras de forma inmediata.
- Reflejar la situación del proceso de una manera fácil de interpretar.
- Instruir al equipo humano.
- Informar.
- Aportar retroalimentación a todo el equipo humano.

#### *"Kanban".*

El término "Kanban" procede de una palabra japonesa cuyo significado aproximado es señal visual. En producción "Lean", "Kanban" es el método de control de la producción que asegura un flujo suave y continuo, así como la reducción del inventario de producto en curso.

Una señal "Kanban" desencadena una acción (transporte o producción). Las señales "Kanban" pueden ser carteles, semáforos, bolas de golf, un contenedor vacío, un espacio destinado para acopios sin ninguna pieza..., cualquier tipo de señal visual que de forma inequívoca aporte la información precisa.

El sistema "Kanban" cumple dos funciones en una compañía: control de producción y mejora de procesos.

- Como herramienta de control de producción "Kanban" liga diferentes procesos, diferentes estaciones de trabajo, asegurando que las cantidades necesarias de material o de piezas estarán disponibles en el lugar adecuado y en el momento adecuado. Esto garantiza que solo las cantidades requeridas serán procesadas de modo que no habrá excesos de inventario de producto en curso.
- Como apoyo a la mejora de procesos, "Kanban" mejora las operaciones que se llevan a cabo en producción, enfatizando la reducción de los costes de inventarios.

Al implantar "Kanban", una compañía adquiere la capacidad de reducir sus niveles de inventarios a solo lo requerido por cada proceso; esto ayuda a reducir los costes de inventarios de forma muy importante.

Las señales “Kanban” también generan una programación visual de la producción, pues evidencian cuantas piezas deberían ser producidas en un momento dado.

Aunque no es una herramienta que se haya trasladado de forma generalizada a la construcción, Burgos y Costa (2012) describen la utilización de “Kanban” en ciertos proyectos de construcción.

#### *Push vs Pull.*

El método tradicional de producción se basa en la calidad de la predicción de la demanda. La compañía produce empujada (“Push”) por un programa de producción derivado de una predicción de demanda. Cada estación procesa tantas piezas como establece su programación, independientemente de cuál sea la situación en la estación sucesora.

“Kanban”, por el contrario, es parte de un sistema “Pull” que define el suministro o la producción de acuerdo con la demanda real de los clientes (internos y externos); es la demanda real de los clientes la que arrastra (“Pull”) la producción a lo largo de la planta.

#### *Grupos de trabajo.*

Un grupo de trabajo o célula de producción está formado por un conjunto de operarios y medios técnicos que se dedican a la producción completa de una familia de productos o productos similares. La organización de la producción en base a grupos de trabajo aporta las siguientes ventajas:

- Mejora la comunicación y el trabajo en equipo: los miembros del equipo están lo suficientemente cerca unos de los otros como para poder hablar y ayudarse entre sí, si fuese necesario.
- Permite a los miembros del equipo adquirir una comprensión del proceso completo, desde la materia prima al producto terminado.
- Aporta un entorno donde los miembros del equipo tienen sensación de control sobre la marcha de su trabajo.
- Mayores cotas de satisfacción en el trabajo a través de un incremento de la responsabilidad y de la sensación de propiedad del proceso.

#### *“Single Minute Exchange of Die” (SMED).*

Al inicio de este apartado se trató el origen histórico de producción “Lean” y se abordó la necesidad percibida por Taiichi Ohno sobre la importancia de reducción del tiempo de “set-up”, es decir del tiempo para efectuar los cambios necesarios para que una determinada estación de trabajo pueda pasar de producir un determinado tipo de pieza a producir otro.

Estos esfuerzos desembocaron en SMED, también conocido como QCO (“Quick Changeover”). Los tiempos de cambio de “set-up” reducidos son clave para disminuir el tamaño de los lotes de fabricación y así mejorar el flujo, uno de los principios “Lean”. La expresión “single minute” (minutos expresados con una cifra) hace referencia a que el objetivo es que los cambios de “set-up” se realicen en menos de diez minutos.

Se basa fundamentalmente en la realización de tantas actividades de cambio de “set-up” como sea posible cuando la estación está funcionando y en la optimización de las mismas a través de la eliminación de tareas sin valor añadido como parte de un proceso de mejora continua.

*“Heijunka”. Producción equilibrada.*

Probablemente es de las herramientas menos intuitivas de producción “Lean”. Básicamente consiste en planificar la producción en el periodo de referencia elegido, por ejemplo semanal, de modo que cada día se produzcan un número similar de unidades de cada producto.

El sistema “Heijunka”, aun aparentemente contra natura, aporta grandes ventajas en cuanto a reducción de plazos de entrega, reducción de inventarios y capacidad de respuesta ante imprevistos (falta de materias primas, picos de demanda).

*“Total Productive Maintenance” (TPM).*

Este enfoque persigue integrar las actividades de mantenimiento con la producción. Las actividades de mantenimiento se programan conjuntamente con la producción con el objetivo de minimizar las paradas no programadas para mantenimiento correctivo.

Requiere un cambio de mentalidad y de roles, los operarios de producción como “dueños” de su proceso adquieren responsabilidades también en mantenimiento, en concreto en limpieza, revisión de la maquinaria y pequeñas reparaciones. Los supervisores de producción diseñan y planifican los procesos teniendo en cuenta como factor adicional aspectos relativos al mantenimiento. Los operarios y técnicos de mantenimiento focalizan su esfuerzo en la prevención de problemas.

*Operaciones Estándar.*

Las operaciones estandarizadas utilizan los mejores métodos disponibles para desarrollar una determinada tarea, persiguiendo la consecución de los niveles adecuados de calidad, coste, plazo de entrega y seguridad. Se documentan transformándose en Procedimiento Operativos. Los trabajadores utilizan los procedimientos como guía a aplicar en el desempeño de sus tareas.

Los Procedimientos Operativos sirven como base de formación para la organización, permiten monitorizar el rendimiento de los procesos y al ser generados requieren que los procesos se descompongan en tareas básicas, lo que permite identificar derroches.

*“Jidoka”.*

“Jidoka” es un término japonés que se podría traducir como automatización con un toque humano. Desde una perspectiva de producción, “Jidoka” significa no permitir que las piezas defectuosas pasen de una estación de trabajo a la siguiente. Desde la perspectiva de los operarios de producción “Jidoka” expresa su responsabilidad de cara incluso a parar la producción si no pueden evitar que la pieza defectuosa continúe avanzando hacia otras estaciones.

Una vez detectado un defecto y parada la producción se debe resolver el problema inicial, retomar la producción y analizar su causa raíz con el fin de incorporar el conocimiento generado al proceso de mejora continua de la compañía.

“Jidoka” permite la detección temprana de un problema, aprovechar la capacidad de las personas, reducir el plazo de entrega de los productos, reducir la tasa de fallos de la maquinaria, mejorar el nivel de satisfacción del cliente e incrementar la calidad del producto final.

*Flujo continuo.*

El método tradicional de producción en manufactura se basa en la producción por lotes. Cada estación completa un lote de producción en función de su programa y lo traslada a la siguiente estación. La producción por lotes presenta diversos problemas:

- Los defectos no son detectados hasta que la pieza se inspecciona.
- Puede pasar bastante tiempo hasta que una pieza atraviesa todo el sistema de producción.
- Los inventarios de materia prima, producto terminado, producto a reprocesar y áreas de almacenamiento pueden ocupar hasta un 25% de la superficie útil de la planta.

Estos problemas operativos pueden provocar serios problemas sistémicos:

- La identificación de la causa raíz de los defectos se complica debido a la cantidad de tiempo pasado entre la creación de un defecto y su descubrimiento, así como la cantidad de gente que ha manipulado la pieza.
- La programación se convierte en una misión imposible en ocasiones. La expedición de las piezas necesarias para satisfacer un pedido inesperado de un cliente importante colapsa cualquier sistema.
- La pérdida de clientes como consecuencia de los elevados plazos de entrega.
- El pobre rendimiento de la producción.

Por contraposición, el flujo continuo (“one piece flow”) se refiere al concepto de movimiento de una sola pieza a lo largo del proceso.

Con grandes volúmenes, la demanda se puede considerar una variable continua, su cadencia (conocida “takt time”) debe marcar el ritmo de producción y si la planta está correctamente equilibrada la producción se realizará de forma continua, moviendo una única unidad a la vez.

Este ideal aporta múltiples beneficios:

- Mantiene el inventario de producto en curso en el nivel más bajo posible (la unidad).
- Promueve el equilibrado de la planta.
- Mejora la calidad y es una fuente de mejoras potenciales.

No obstante, en determinadas situaciones este ideal no es posible:

- Cuando el tiempo de transferencia entre estaciones se aproxima al tiempo de proceso.
- Puede ser contraproducente cuando un grupo de trabajo debe hacer frente a una amplia variedad de productos con diversas rutas, tiempos de proceso y tiempos de cambio de “set-up”.

En estas circunstancias el método más factible es el basado en un lote de transferencia de tamaño “reducido”, aproximadamente el 10% del lote “externo”, es decir del pedido del cliente.

“Six-Sigma”.

“Six-Sigma” y producción “Lean” son estrategias de mejora continua diferentes cuyo nacimiento se produjo en momentos y entornos distintos, no obstante su integración es un hecho, hasta el punto de que se habla de “Lean Sigma”. “Lean” se focaliza en la maximización del valor a través de la reducción de los desperdicios (“waste”). “Six-Sigma” es una estrategia de mejora de la calidad de los productos basada en la disminución de la variabilidad de los procesos.

Existen diversas definiciones de “Six-Sigma”. Frecuentemente se define como un sofisticado método utilizado por estadísticos e ingenieros para conseguir productos y servicios con una dispersión de características muy reducida. En otras ocasiones se define como un intento de conseguir la cuasi perfección al alcanzar 3,4 ppm (partes por millón) de defectos. Cualquier cualidad de un determinado producto (una longitud, peso, espesor, etc.), representativa de un requerimiento del cliente, se distribuye según una normal,  $N(\mu, \sigma)$ . USL y LSL son los límites superior e inferior de las especificaciones del cliente para esta variable y definen el intervalo de aceptación. El objetivo de “Six-Sigma” ( $6\sigma$ ) es conseguir un proceso tal que la amplitud del intervalo de aceptación sea de  $12\sigma$ , siendo  $\sigma$  la desviación típica de la variable del producto representativa de ese requerimiento del cliente.

“Six-Sigma” se apoya, entre otros, en los conceptos de Control Estadístico de Procesos (CEP). CEP permite monitorizar un proceso en relación a las especificaciones definidas, a partir de ahí “Six-Sigma” se introduce como estrategia de mejora continua, tratando de disminuir la desviación típica del proceso hasta que  $USL-LSL \geq 12\sigma$ ; un proceso en esas condiciones de control producirá 3,4 piezas defectuosas por millón de unidades producidas.

#### 2.9.4.3.- “Just in Time” (JIT).

Al comienzo del presente apartado de este trabajo se esbozó la historia de Producción “Lean” y en concreto de “Just in Time” (JIT), herramienta nuclear del “Toyota Production System” (TPS) y de Producción “Lean”.

La idea básica de JIT es simple: los inventarios son un derroche (“waste”). Los inventarios suponen un coste, no añaden valor, en contra de la visión “legal-contable”.

JIT se centra en tener el material requerido, en el momento necesario, en el lugar indicado y en la cantidad exacta, eliminando la “red de seguridad” que suponen los inventarios.

JIT es el elemento central de TPS porque es la culminación de los esfuerzos que suponen las herramientas y metodologías expuestas hasta el momento, así los requerimientos de JIT son:

- Estabilizar y equilibrar la producción. (“Heijunka”).
- Reducir los tiempos de “set-up”. (SMED).
- Reducir el tamaño de los lotes. (Flujo Continuo).
- Mantenimiento preventivo. (TPM).
- Mano de obra flexible. (Grupos de Trabajo).
- Los proveedores deben asegurar la calidad de sus suministros e implantar programas de “cero defectos”.

- Producción “Pull”. Lotes de transferencia pequeños o unitarios. (“Kanban”).

“Just in Time” es un sistema de gestión de la producción con alcance inter empresarial, es un sistema que requiere una gestión integrada de la cadena de suministros de la compañía, de esta forma su implantación se debe producir en tres niveles:

- a. Suministros. El requerimiento por parte del sistema de manufactura de materias primas desencadena su proceso de suministro (“Pull”), que se realizará en pequeñas cantidades y con envíos frecuentes.

Los suministros JIT requieren una base de proveedores reducida, manejable y fiable.

Los sistemas de comunicación con los proveedores deben ser eficaces, de hecho la tendencia es a que se produzca una integración entre los sistemas de información de la compañía y los de sus proveedores. En esta línea la solución más avanzada pasa por la adopción de sistemas del tipo “Supply Chain Management” (SCM) que a través de EDI (“Electronic Data Interchange”) o una extranet permita a los proveedores integrar la parte del sistema de la compañía cliente que les informa de las necesidades de suministro de forma recurrente, lo que lleva a los proveedores a asumir la responsabilidad de garantizar un reaprovisionamiento continuo y automático.

Los proveedores pasan a tener la consideración de socios estratégicos de la compañía.

- b. Fabricación. Como ya se apuntó es uno de los componentes esenciales de “Lean”.

JIT se utiliza para asegurar un flujo continuo de valor sin stock de producto en curso (“one piece flow”), espina dorsal de la producción “Lean”.

Cada estación de trabajo se liga a las otras bajo un esquema de relación “cliente-proveedor”. Cada estación de trabajo es el cliente de su antecesora y el proveedor de su sucesora.

JIT consigue mejorar la calidad, reducir los costes y los plazos de entrega de los productos.

- c. Distribución. Es inútil producir “Just in Time” si el cliente no va a recibir los productos “Just in Time”.

Los procesos logísticos deben organizarse para realizar pequeñas y más frecuentes entregas.

Los sistemas SCM (“Supply Chain Management”) también integran los proveedores de servicios logísticos de la compañía, de modo que reciben información puntual e inmediata de las necesidades de las entregas a los clientes.

Anteriormente se reconoció el carácter nuclear de JIT dentro de la estrategia “Lean”; desde una perspectiva instrumental este carácter se deriva del hecho de que su implementación requiere la adopción previa de numerosas herramientas “Lean”, erigiéndose así en la culminación del proceso de transformación.

No obstante, la relevancia estratégica de JIT y del conjunto de “Lean thinking” a la industria manufacturera está relacionada con la configuración del nivel de “stock” (de materias primas, producto en curso o producto terminado) como el indicador básico de mejora continua de la compañía (Galvano 2004). Efectivamente, la reducción progresiva de los niveles de “stock” como consecuencia de la implantación de JIT y el resto de las herramientas “Lean” no es el objetivo finalista, sino un inductor de mejora continua, pues solo con procesos

optimizados las plantas pueden producir de forma eficaz con un sistema de control de la producción como JIT que induce unos niveles de “stock” reducidos; así, tal y como se apuntó en la introducción de este trabajo, los niveles de “stocks” se erigen en una fuente esencial de condiciones objetivo o retos cuya culminación solo es posible con la mejora en sentido amplio de la compañía, el auténtico objetivo (Rother 2010).

Los “stocks” de materias primas, producto en curso o producto terminado son –tal y como se detallará en el capítulo tercero- tipos de reservas para contingencias (Ballard y Howell 1995, Alves y Tommelein 2004), lo que induce a pensar que al igual que en manufactura, las reservas podrían tener un gran potencial como parámetro tractor de mejora de procesos, como variable de definición de condiciones objetivo (Rother 2010), como elemento dinamizador en suma de la implantación de sistemas de mejora continua en las empresas constructoras y en concreto de “Lean Construction”. En el capítulo tercero se ampliará esta importante cuestión.

### **2.9.5.- “Lean thinking” en otros sectores de actividad.**

“Lean thinking” es una estrategia de gestión que desde el punto de vista de su ideas centrales es aplicable a cualquier tipo de actividad productiva, pues cualquier actividad productiva aporta valor a sus clientes o usuarios y cualquier actividad productiva debe pretender incrementar su capacidad para aportar ese valor, para mejorar en suma.

No obstante, no se debe olvidar que “Lean thinking” surgió como estrategia de gestión de la producción en el sector manufacturero, un sector que presenta notables peculiaridades en relación con otras actividades económicas. Esta evidencia justifica la necesidad de revisión de las herramientas y metodologías en las que se concreta la aplicación práctica de la estrategia para su aplicación a otros sectores. Esta revisión podrá dar lugar a una adaptación de estas herramientas, a la definición de metodologías particulares para sectores de actividad diversos e incluso a la reformulación de las bases teóricas de la producción, tal y como se verá más adelante que ocurrió en el caso de Construcción “Lean”.

En este sentido se vienen desarrollando algunas iniciativas durante los últimos años. Locher (2011) analiza las peculiaridades del trabajo del conocimiento y postula un modelo como adaptación de algunas herramientas “Lean” a ese entorno de trabajo partiendo del objetivo de hacer visibles en él los principios básicos. Este entorno no solamente se concreta en ciertos sectores productivos centrados específicamente en ese tipo de actividad (despachos profesionales, compañías de seguros, consultoras...), sino en las actividades con resultados no materiales de cualquier compañía manufacturera o constructora, por lo que la relevancia de la adopción de la estrategia “Lean” también en estas actividades es evidente.

Leach (2005), bajo las mismas premisas, plantea ocho principios en torno a los que describir la aplicación de la estrategia “Lean” en el entorno del proyecto. El enfoque de este autor se dirige en este caso no a un sector de actividad, sino a un tipo de producción, los proyectos, que por contraposición a la manufactura se concreta tal y como ya se expresó anteriormente en un resultado único (producto, capacidad de prestar un servicio, capacidad de producir...) (PMI 2013).

Todas estas iniciativas coinciden en que la propia idea nuclear de la estrategia “Lean” (maximizar el valor para el cliente) es compatible con las peculiaridades que presentan los distintos sectores de actividad. Puede resultar necesario revisar, modificar o incluso generar nuevas herramientas y metodologías, pero la idea central es perfectamente aplicable a cualquier actividad productiva, también a construcción.



## 2.9.6.- Construcción “Lean”.

### 2.9.6.1.- Desarrollo histórico del enfoque “Lean” en el sector de la construcción.

Tal y como se argumentó en el punto introductorio, el origen de Construcción “Lean” se ubica fundamentalmente en la necesidad de generar una teoría de la producción en construcción en respuesta a las carencias de los modelos tradicionales de gestión de proyectos, sin embargo, también fue necesario adaptar los principios y herramientas de una estrategia de gestión que como “Lean thinking” había demostrado su éxito en otros sectores, a un sector como el de la construcción que es claramente diferente y que presenta un nivel de incertidumbre intrínsecamente superior a la producción manufacturera u otros tipos de producción (Andi 2004, Seung y Hiung 2004, Ballard 2005, Russell et al. 2012).

Uno de los primeros y principales hitos de Construcción “Lean” tuvo lugar cuando Koskela (1992) planteó que sí es posible optimizar coste, plazo y calidad simultáneamente, desafiando el paradigma tradicional.

A partir de ahí, Koskela (2000) propone una nueva y profunda teoría de la producción en construcción basada en tres principios:

- Transformación de materias primas en resultados.
- Flujo suave y predecible de la producción entre las distintas empresas implicadas.
- Valor. Aquello por lo que el cliente paga.

Una teoría que para ciertos autores como Howell (1999) (p. 9) era extraordinariamente pertinente, tal y como se desprende de su siguiente idea: “*No creemos que haya nada más práctico que una buena teoría, ya que explica lo que ocurre y por qué*”.

Otro hito fundamental de construcción “Lean” se produjo también en los años noventa del siglo pasado. Ballard y Howell (1998) argumentaron acerca de la anormalidad que suponía el hecho de que en construcción, de forma generalizada, alrededor del cincuenta por ciento de las tareas programadas semanalmente no se ejecutaran. Este hecho puso en tela de juicio la validez del paradigma tradicionalmente aceptado sobre la eficacia de programaciones de trabajos realizadas de forma centralizada y cuyo cumplimiento se basaba en la fuerza de los contratos.

Desde su gestación, el nivel de actividad investigadora y de aplicación práctica de la estrategia “Lean” en el sector de la construcción está creciendo de una forma muy relevante, principalmente en USA, Brasil y UK, por lo que debido al *efecto red* es previsible que su penetración sea cada vez mayor.

No obstante, desde un punto de vista eminentemente teórico, autores como Jorgensenn y Emmitt (2008), consideran que la literatura acerca de construcción “Lean” es mucho menos abundante y madura, en términos de debate crítico en publicaciones especializadas, que en el sector manufacturero. Las razones que justifican el aserto anterior son tanto la juventud del enfoque “Lean” aplicado al sector constructor como que debido a las especiales características de la producción en construcción, la generación de nuevas herramientas y metodologías resulta especialmente complicada.

Los mismos autores van aún más allá, pues refieren dos importantes carencias de la construcción “Lean” procedentes por una parte de la escasez de evidencias empíricas publicadas (realidad que tal y cómo expuso en el capítulo primero es también una motivación esencial de esta investigación) y por otra de la reluctancia a aceptar las propias debilidades del

enfoque “Lean” en el sector manufacturero, aprender de estas debilidades y afrontarlas sería más una ayuda que una desventaja para el desarrollo de la construcción “Lean”.

La visión de estos autores pone de manifiesto que el enfoque “Lean” en construcción está en una fase de desarrollo, no solo a nivel de cuerpo teórico, sino aún más en cuanto a la aplicación práctica del mismo, lo que no solo no constituye un problema sino un acicate de cara a profundizar en su estudio teórico y en su aplicación práctica.

#### 2.9.6.2.- Otros pilares de Construcción “Lean”.

*Las TRES OPORTUNIDADES creadas por la construcción “Lean”.*

Ballard (2008), postula que la aplicación sistemática de la filosofía “Lean” al desarrollo de proyectos de construcción, aporta tres oportunidades que permiten alcanzar un nivel de eficiencia en el diseño y ejecución de proyectos de construcción imposible de lograr con los métodos tradicionales.

1. Coordinación Impecable. Crea un flujo de trabajo continuo y predecible dentro y a través de distintas empresas y disciplinas....Tomar acciones para crear flujo de trabajo predecible permitirá estabilizar el ambiente del proyecto, reducir coste y plazo sin comprometer la calidad y liberar capacidad humana para focalizarse en la innovación y en la mejora continua.
2. Los proyectos como sistemas productivos. Abre la posibilidad de modificar la estructura de trabajo, tanto en el diseño como en la ejecución del proyecto; en definitiva, definir quién hace qué, cuándo y cómo. Este cambio estructural para optimizar el desempeño del proyecto incluye emplazar el coste y otros valores del cliente como directrices del diseño. También se modifica el papel de los subcontratistas especialistas en ese esfuerzo. Durante la construcción, el diseño del sistema de producción junto con la coordinación impecable hace posible la modularización, la producción deslocalizada y la ejecución conjunta del trabajo por varias empresas, con la meta de mejorar el desempeño a lo largo y ancho de todo el sistema.
3. El proyecto como una empresa colectiva. Alinea los incentivos financieros y da al equipo la capacidad para mover el dinero a través de los límites comerciales, con la metas de la optimización del proyecto conjunto, más que a nivel de empresa o aisladamente. El control retrospectivo es reemplazado por la capacidad y la voluntad de invertir aquí y ahora para obtener el retorno allí y después. El objetivo es crear una mentalidad de “todos para uno y uno para todos”.

*Las CINCO GRANDES IDEAS de Sutter Health.*

Lichtig (2005), describe el proceso histórico del programa de construcción de hospitales de la compañía de salud estadounidense Sutter Health. Cuando en los años 90 del siglo pasado, esta empresa decidió incorporar la estrategia “Lean” a su programa de construcción de hospitales en California, constató que la estrategia “Lean” en construcción vigente en esos momentos se centraba en aspectos operativos, no existiendo en esos momentos una teoría integral de la construcción “Lean”.

La pregunta que se hicieron en Sutter Health en estos momentos fue: ¿hasta qué punto los aspectos organizacionales son una barrera o una oportunidad para el desarrollo de proyectos bajo la estrategia “Lean”?

En respuesta a esa pregunta, Sutter Health, con la asistencia de Lean Project Consulting Inc., definió un enfoque que persigue atacar integralmente cada ámbito de desarrollo de un proyecto de construcción. Este enfoque ha llegado a ser conocido como las *Cinco Grandes Ideas*.

1. Colaborar; colaborar realmente. A lo largo del diseño, la planificación y la ejecución.

Un diseño construible, mantenible y asumible económicamente requiere el concurso de un amplio rango de participantes del proyecto. Desde que se abandonó el concepto de maestro constructor y se separó el diseño de la construcción, llevamos parcheando una práctica de diseño pobremente concebida. La ingeniería de valor, el diseño asistido y las revisiones de constructibilidad enmascaran una asunción subyacente –que el diseño puede ser exitoso cuando está separado de la ingeniería y la construcción. El diseño es una conversación iterativa; la selección de los fines afecta a los medios, y la disponibilidad de medios afecta a los fines. El diseño y la planificación colaborativos maximizan las iteraciones positivas y reduce las iteraciones negativas.

2. Incrementar la relación entre todos los participantes en el proyecto.

La gente llega a los proyectos de Arquitectura, Ingeniería y Construcción como extraños. Demasiado frecuentemente salen como enemigos. Los proyectos de infraestructuras sanitarias son complejos y su ciclo de vida es largo, requieren aprendizaje continuo, innovación y colaboración para resultar exitosos. El principal impedimento para transformar el diseño y el desarrollo de proyectos importantes es una insuficiente relación entre los partícipes del proyecto. Si van a compartir sus errores como oportunidades para el aprendizaje en su proyecto y en todos los otros proyectos, los participantes necesitan desarrollar relaciones basadas en la confianza. Esto no ocurre por sí mismo. Sin embargo, nosotros estamos aprendiendo que las relaciones pueden ser desarrolladas intencionadamente.

3. Los proyectos son redes de compromisos.

Los proyectos no son procesos. No son corrientes de valor. La gestión en entornos de proyecto significa la activación y articulación continua de redes de compromisos únicos. La labor de los líderes es introducir coherencia a la red de compromisos en la base de un futuro incierto y crear conjuntamente el futuro con los partícipes del proyecto. Esto contrasta con la visión del sentido común que reduce el significado de planificar como predecir, de gestionar como controlar, y de liderar como definir una dirección.

4. Optimizar el proyecto no las partes.

El trabajo en un proyecto es desordenado. Los proyectos se vuelven más desordenados y escapan de control cuando los contratos y las prácticas del proyecto fuerzan al responsable de cada actividad a perseguir la rapidez de ejecución y el coste más bajo. Empujar (“push”) para incrementar la productividad a nivel de tareas básicas puede optimizar el desempeño a nivel local pero reduce la predictibilidad de la liberación de trabajo terminado aguas abajo, incrementa la duración del proyecto, complica la coordinación y reduce la confianza. En el diseño, incurrimos en reprocesos y retrasos. En obra, es más peligroso. Tenemos la responsabilidad y una oportunidad significativa de reducir la exposición de los trabajadores a los riesgos de un proyecto de construcción. Actuando de esta forma se puede conseguir optimizar en más de un 50% la seguridad en la obra. Como sistema de salud pública líder en el norte de California, estamos comprometidos a hacer todo lo posible para que la gente que construye estos proyectos pueda volver a casa todas las noches de la misma forma que fueron a trabajar. La forma en la que entendamos el trabajo y gestionemos la planificación puede incrementar el desorden o reducirlo.

5. Estrecha conjunción entre acción y aprendizaje.

La mejora continua de costes, plazos, y valor general del proyecto es posible cuando quienes desarrollan el proyecto

aprenden con la acción. El trabajo se puede desarrollar de modo que el ejecutor del mismo obtenga información inmediata acerca de la medida en que el resultado consiguió alcanzar las condiciones pretendidas de satisfacción. Desarrollando el trabajo como flujo unitario evita la producción de lotes que por alguna razón no cubran las expectativas del cliente. La separación actual de planificación, ejecución y control contribuye al pobre desempeño del proyecto y a un declive de las expectativas sobre lo que es posible.

Las CINCO GRANDES IDEAS de Sutter Health son plenamente coherentes con los principios "Lean" de Womack y Jones (2004) expuestos anteriormente (valor desde el cliente, identificar el valor, flujo continuo, producción "pull" y búsqueda de la perfección) y además afrontan los aspectos diferenciales de la producción en construcción, aspectos centrados en el ámbito organizativo del proyecto y que ya han sido tratados con anterioridad (relación entre las partes y aspectos contractuales).

El verdadero interés del caso Sutter Health radica en que ha sido una de las primeras aportaciones no solo de implantación integral de la estrategia "Lean" en la construcción, en este caso de infraestructuras sanitarias, sino que incluso ha desarrollado una parte importante del actual cuerpo teórico que sustenta la construcción "Lean", especialmente en el campo del desarrollo integrado del proyecto.

Por otra parte, Sutter Health representa la vía de introducción natural del enfoque integral de la construcción "Lean", vía que pasa por el imprescindible liderazgo del cliente a lo largo del proceso. Un proyecto de construcción involucra a distintas compañías, pero el único que tiene capacidad para promover la aplicación integral de la estrategia "Lean" es el propietario, el cliente. Este fue el camino seguido por Sutter Health a partir de 1994.

*Los siete desperdicios en el sector de la construcción.*

"Lean" es un esfuerzo continuo (es una estrategia de mejora continua) para eliminar los desperdicios existentes en un sistema productivo con el fin de aportar al cliente cada vez más valor. Identificar los desperdicios, esto es, la utilización de recursos que no se transforman en valor para el cliente, y analizar su razón de ser, son por lo tanto aspectos clave.

En el apartado segundo se detallaron los siete tipos de desperdicios ("waste") definidos originalmente para el sector manufacturero, esencialmente válidos para la construcción

En cualquier caso, la eliminación de desperdicios, es decir evitar el consumo innecesario de recursos, es la parte visible, atractiva de la filosofía "Lean", pues es la antesala de un incremento de productividad, de un incremento de beneficios..., pero focalizar las acciones en la reducción de desperdicios es un desperdicio en sí mismo, pues esta reducción deberá ser consecuencia de la verdadera meta de la estrategia "Lean": la creación de valor y solo de valor. Así, los desperdicios ("waste") se definen en función del valor y por tanto solo se los podrá reconocer previo reconocimiento del valor (Mossman 2009).

*"Linguistic Action".*

Para Macomber y Howell (2003) la *teoría de acción por el lenguaje* describe los procesos desarrollados por el ser humano, las diferentes formas utilizadas por el hombre para comunicarse entre sí y cómo a partir de esos procesos los proyectos de construcción se conciben y ejecutan. Para estos autores, esta teoría constituye una parte esencial de las teorías de gestión de proyectos de construcción, así, estos autores destacan la definición de gestión de proyecto presentada por Fernando Flores (1982) como la más acorde con esta teoría (y con la visión de construcción "Lean"):

*La gestión debe efectuarse de forma abierta; gestionar consiste en escuchar y obtener compromisos, lo que incluye la preocupación por la articulación y activación de una red de compromisos creados a través de promesas fiables. (p. 2).*

Macomber y Howell (2003) defienden el papel esencial que juega la teoría de acción por el lenguaje como soporte de construcción “Lean”; la importancia de esta teoría se deriva del hecho de que aporta una explicación básica sobre la naturaleza conversacional del desarrollo de los proyectos de construcción.

Así, la perspectiva de la acción por el lenguaje permite interpretar y actuar en cinco dominios de la obra:

- coordinación diaria,
- análisis y evaluación de resultados de forma descentralizada,
- dialogo entre los miembros del equipo como base para crear una visión colectiva de la obra,
- confianza entre los miembros del equipo de obra,
- ambiente de trabajo en la obra.

Para ello es necesario utilizar lo que denominan la gramática de la acción, cinco ideas con las que es posible modelar las conversaciones que se mantienen en cada dominio (declaración, petición, promesa, análisis y evaluación y confirmación de resultados).

El cumplimiento de los acuerdos contractuales de una determinada obra requiere la creación de una red de compromisos entre las personas que desarrollarán el proyecto, personas que pueden no tener experiencias comunes anteriores y que pueden tener como equipo un futuro limitado en el tiempo a la ejecución de esa obra. Estas personas, conversando, aplicando la gramática de acción pueden hacer frente a la incertidumbre existente en la obra, creando valor para todos los participantes. Juntos, consiguen mejores respuestas a los retos de la obra. A través de sus compromisos, el diseño del proyecto y cómo desarrollarlo emergen.

#### 2.9.6.3.- Construcción “Lean” y diseño del edificio o infraestructura.

*El valor como elemento central del diseño.*

La creación de valor es el auténtico motor de la construcción “Lean”, siendo la reducción de desperdicios una consecuencia de esta. El siguiente gráfico pone de manifiesto los problemas que puede implicar focalizar la atención en la eliminación de desperdicios y no en la creación de valor.



**Gráfico 2.7. El ciclo del desperdicio (Mossman 2009).**

El Gráfico 2.7 ilustra por qué cuando la atención se focaliza en la eliminación de desperdicios y no en la creación de valor se puede incurrir en un círculo vicioso en el que la generación de “desperdicio” se incrementa y se reduce cíclicamente. Este patrón de comportamiento se puede ver habitualmente en las obras; un subcontratista se retrasa, recibe la presión correspondiente y recupera el retraso, pero entonces la atención (y la presión) se desvía hacia otro subcontratista que va más retrasado, por lo que el primer subcontratista permite que las cosas se relajen y se vuelve a producir otro retraso (Mossman 2009).

La exposición anterior pretende poner el acento en la relevancia que el concepto de valor tiene en la construcción “Lean”. La creación de valor se produce en todos los ámbitos del proyecto, pero sin duda alguna, es en el diseño, tanto del producto como del proceso, donde se deben poner los cimientos para que el proyecto se concrete como la fuente de valor esperada por clientes y usuarios finales.

Otro aspecto del valor a tener en consideración es que no se puede expresar en términos absolutos; lo que para un cliente puede ser imprescindible y por tanto pleno de valor, para otro puede no tener la más mínima relevancia. Esta idea no es ni más ni menos que el primer principio de Womack y Jones (2004), lo que se considera valor lo define el cliente.

En la misma línea, poner de manifiesto la importancia del concepto de valor, Ballard et al. (2001) (p. 2) expresan lo siguiente:

*Los productos tienen valor solo en la medida en la que puede ser utilizados para cumplir con sus propósitos. Se puede decir que un producto tiene más valor si permite cumplir con sus propósitos en mayor grado o con menor coste. Un producto que no cumpla su propósito no tiene valor, independientemente de su coste. El coste de los productos es el peaje a pagar a cambio de su uso y puede dividirse en coste de adquisición y coste de uso.*

Las ideas anteriores implican a nivel operativo que la verdadera creación de valor comienza con la adecuada comprensión por parte de arquitectos e ingenieros de diseño, del propósito del producto, del proceso que el cliente pretende desarrollar en el edificio o con la infraestructura en cuestión y a su vez con el adecuado entendimiento por parte del cliente de en qué medida las características constructivas del edificio o infraestructura pueden condicionar el desarrollo y el resultado de su proceso.

De una forma más intuitiva, lo anterior se puede traducir en que el proceso del cliente y el edificio en el que se llevará a cabo o la infraestructura que lo posibilitará, deben ser diseñados si no simultáneamente, sí de forma coherente y desde luego con una perspectiva de coste total o de ciclo de vida. En el análisis de coste total se debe considerar el valor de negocio que puede suponer el edificio o infraestructura para el cliente, es decir, se deben considerar no solo costes de ciclo de vida sino los ingresos diferenciales que un cliente puede llegar a obtener con el desarrollo de su negocio como consecuencia del diseño concreto del edificio o infraestructura.

#### *Target Value Design.*

Se acaba de exponer la primera idea clave de lo que se conoce como “Target Value Design” (TVD-Diseño Orientado al Valor), una estrategia de diseño que persigue que cliente, diseñadores, contratista general y subcontratistas principales trabajen de forma conjunta y responsable en el diseño del edificio o infraestructura con la meta de que el resultado aporte todo el valor requerido por el cliente, pero solo ese valor. Cualquier otra característica del edificio o infraestructura, por muy relevante que pueda parecer a ojos de los diseñadores o por muy eficientemente que se construya, es únicamente desperdicio si el cliente no lo aprecia como valor.

Otro aspecto definitorio de TVD parte de una metodología de fijación de precios utilizada en el sector manufacturero: “target costing”.

“*Target costing*” es una herramienta de gestión utilizada para determinar el coste máximo total de un producto manufacturado en función de su precio de venta al público (determinado por el mercado) y del margen de beneficio esperado, definido por el plan de negocio del fabricante.

Esta idea precursora trasladada al sector de la construcción (a TVD) implica que el diseño del edificio o infraestructura debe partir del coste máximo de ciclo de vida del edificio o infraestructura resultante del plan de negocio del cliente, en oposición a la visión más tradicional según la cual el coste es el resultado del diseño. Se diseña partiendo del hecho de que el edificio o infraestructura es un medio para que el cliente desarrolle su modelo de negocio, no un fin en sí mismo, y que por tanto su coste de ciclo de vida debe ser coherente con el plan de negocio.

En conclusión, valor del cliente traducido en requisitos y clase de calidad, coste máximo en ciclo de vida y plazo de ejecución son parámetros de partida del diseño y no conclusiones del mismo.

Las definiciones y principios anteriores requieren una traducción práctica en el ámbito operativo que se va a abordar a continuación, pero también requiere de acciones en el ámbito organizativo que aunque se enunciarán en este punto serán tratadas con más detalle en apartados posteriores.

La aplicación práctica de TVD puede regirse por una serie de consideraciones que se expondrán agrupadas bajo dos perspectivas: el papel de los miembros del equipo de proyecto y consideraciones de tipo metodológico.

#### EL PAPEL DE LOS MIEMBROS DEL EQUIPO DE PROYECTO.

El papel del cliente. El cliente es un actor fundamental durante el diseño del edificio o infraestructura. Debe expresar sus necesidades, evaluar desde su perspectiva de valor las posibles alternativas y elegir entre ellas. Si el cliente no se implica activamente desde esta perspectiva, sin ninguna duda el proyecto acabará incorporando “waste”.

En este punto es importante destacar que los requerimientos del cliente, como se apuntó al principio de este trabajo, son cambiantes y que constreñir su definición a un determinado intervalo inicial de tiempo reduce la capacidad del proyecto para aportar valor al cliente.

Sin duda, este enfoque requiere más dedicación, más esfuerzo y más gasto al cliente durante la fase de definición que el enfoque tradicional, pero es una inversión tremendamente rentable, pues en la medida en que los requisitos, el valor, sean conocidos por los responsables de diseño con más precisión, las probabilidades de que el producto final aporte al cliente lo que verdaderamente requiere son mayores.

El papel del contratista general y los subcontratistas principales. Su misión pasa por aportar criterio constructivo y de costes a lo largo del diseño. Únicamente se debe diseñar de forma detallada lo que es constructiva y económicamente viable, en este último caso en función del coste máximo de partida.

Lo anterior implica que la elección del contratista general y de los subcontratistas debe realizarse al principio del diseño y no una vez que este está concluido y por tanto la elección no se llevará a cabo por criterios de precio sino por criterios de capacidad. Más adelante se profundizará en este esquema comercial, incluyendo el hecho de que los incentivos de los miembros del equipo de proyecto deben provocar un comportamiento adecuado, es decir estar alineados con los objetivos del proyecto.

El papel del proyectista (arquitecto y/o ingeniero). Desde luego bajo el enfoque TVD sigue siendo el protagonista principal de la fase de diseño, pero no el exclusivo. Su papel pasa por coordinar el equipo de proyecto durante esta fase, incorporando y gestionando las aportaciones del cliente y de los contratistas con el objetivo de diseñar el edificio o infraestructura potencialmente más económica, en términos de ciclo de vida, que cumpla con todos los requisitos del cliente. En torno a esta última idea (los requisitos del cliente) el papel del diseñador adquiere una relevancia fundamental, pues es el principal responsable de “extraer” el valor del cliente, para lo que su involucración estrecha y temprana con el mismo resulta fundamental.

El diseñador debe establecer con el cliente / usuario y los contratistas relaciones de auténtica colaboración, analizando conjuntamente las alternativas y desarrollando conjuntamente las soluciones.

#### CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS.

Diseño por lotes. Ballard (2009) aporta una característica metodológica interesante: los diseñadores deben modificar su forma de trabajar tradicional, los documentos de diseño deben ser entregados, liberando trabajo de ejecución, no de forma única y global (proyecto completo) sino en pequeños paquetes.

La idea anterior permite que el trabajo comience antes y por tanto incrementa las probabilidades de optimizar el plazo de ejecución global, pero también introduce riesgos adicionales, pues eventos imprevistos subsiguientes como un cambio de requisitos, una modificación legal, condiciones del entorno imprevistas etc., puede implicar la necesidad de reprocesos con el consiguiente sobrecoste.

Aspectos conductuales del diseño. Macomber et al. (2009), destacan nueve prácticas para crear las condiciones necesarias que permitan que el proceso de diseño concluya alcanzando el objetivo de valor:

- 1.- Una relación profunda con el cliente para establecer el objetivo de valor.



- 2.- Dirigir el esfuerzo de diseño hacia el aprendizaje y la innovación.
- 3.- Diseñar a partir de un presupuesto detallado.
- 4.- Planificar y re-planificar el proyecto en un ambiente de colaboración.
- 5.- Diseñar simultáneamente en bloques producto y proceso.
- 6.- Diseñar y detallar en la secuencia en la que el cliente lo usará.
- 7.- Trabajar en grupos pequeños y diversos.
- 8.- Trabajar en una amplia sala todo el equipo.
- 9.- Realizar análisis retrospectivo a lo largo de todo el proceso.

Es interesante destacar el significado último de las prácticas número siete y ocho. De acuerdo con estos autores todo el equipo de diseño debe estar ubicado en una sala única y diáfana, justificándolo por el hecho de que el aprendizaje y la innovación surgen socialmente. Diseñar es una actividad naturalmente desordenada y la necesidad de reuniones informales y urgentes de grupos reducidos surge constantemente.

No obstante, esta escenificación del carácter de *equipo* a través de la utilización de un lugar común de trabajo, utilizada en otros ámbitos de la construcción “Lean” que se tratarán más adelante, no deja de ser una utilización psicológica de “*visual management*”. En este caso con la *sala única*, más allá de las cuestiones operativas indicadas por los citados autores, lo que se pretende es escenificar de forma visual el derribo de dos barreras:

- La primera se crea de forma natural por el hecho de que los distintos miembros del equipo de proyecto pertenecen a diferentes empresas.
- La segunda deriva del hecho de que los distintos actores, tal y como ya se ha expresado, deben desempeñar papeles notablemente diferentes a los que desempeñan bajo la metodología tradicional de gestión de proyectos.

#### 2.9.6.4.- “Work Structuring” y “Last Planner System (LPS)” ®.

##### *Work Structuring.*

En el apartado anterior se ha abordado TVD (Target Value Design) como la metodología “Lean” aplicable al diseño del edificio o infraestructura objeto de un proyecto de construcción.

“*Work structuring*” es el nombre que recibió inicialmente la metodología “Lean” aplicable al diseño del proceso de construcción (Ballard 1999), aunque el concepto se amplió posteriormente a diseño del sistema de producción, lo que incluye el diseño del producto y del propio proceso de construcción del mismo (Ballard et al. 2001). En la misma línea que la anterior definición, Tsao et al. (2004) lo caracterizan como el esfuerzo de integración del diseño del producto y del proceso a lo largo del desarrollo del proyecto.

Esta metodología se apoya en una idea básica de construcción “Lean”: el conjunto no se puede optimizar mediante la mejora independiente de sus partes sino considerando la interacción que se produce entre las mismas. Esta idea se manifiesta en tres evidencias inmediatas en relación con el proceso de construcción:

- El diseño del producto condiciona el diseño del proceso, que en ocasiones resulta completamente determinado por las propias características de diseño del edificio o infraestructura.
- El diseño del proceso de las distintas partes del proyecto condiciona, cuando no determina, el proceso de otras partes del mismo.
- La ejecución de cada parte condiciona, cuando no determina, la forma en la que otras partes podrán ejecutarse.

Para otra de las premisas esenciales de la construcción “Lean” (reducir los desperdicios a través de la maximización del valor para el cliente), la gestión de las tres evidencias anteriores es una oportunidad, aunque también un riesgo. Este es el objetivo finalista de “*Work Structuring*”: maximizar el valor para el cliente a través de la correcta gestión de la interacción de las partes de un proyecto.

Lo expuesto hasta el momento conduce de forma natural a concluir que la organización del proyecto es clave de cara conseguir los objetivos citados en relación con el diseño del sistema productivo.

Efectivamente, si el conjunto solo se puede optimizar contemplando la interacción entre sus partes, si la capacidad para aportar valor al cliente de un determinado subproceso depende del diseño del producto, de cómo pretenda ejecutar el trabajo otro subproceso y de cómo lo haga finalmente, parece claro que la organización del proyecto deberá permitir que el flujo de trabajo conjunto, que el diseño del producto y del proceso constructivo global del proyecto sean tratados como un todo y abordados conjuntamente por todos los actores implicados: cliente, diseñadores y contratistas (general y subcontratistas principales). Esto es lo que se conoce como gestión integrada de proyectos, aspecto sobre el que se volverá en apartados posteriores.

Otro aspecto que también puede suponer una barrera para la gestión enfocada al valor de las tres evidencias anteriores es el tipo de contrato entre las partes. El contrato típico en construcción es hoy en día transaccional, regulando, como ya se apuntó al principio de este trabajo, un intercambio entre las partes que suscriben el contrato, sus responsabilidades, garantías, penalizaciones. En el capítulo tercero se describirá el efecto del contrato en un entorno tradicional (diseño-licitación-construcción) en la percepción del riesgo por parte de las empresas constructoras y por tanto en la definición de reservas para contingencias.

“*Work Structuring*” pretende traspasar las barreras legales que imponen los contratos típicos transaccionales en cuanto a la determinación de quién efectuará qué tareas, basándose, no en un concepto de valor, sino en un concepto de responsabilidad contractual. Bajo la perspectiva “Lean” quien debe ejecutar una tarea, un trabajo concreto, debe ser quien esté en mejores condiciones para maximizar el valor para el cliente con su ejecución, independientemente de otras consideraciones. Esto se puede abordar desde una perspectiva legal con la formalización de contratos relacionales, algo que igualmente se abordará en apartados posteriores.

En este punto se pueden caracterizar los siguientes principios de diseño del sistema productivo de un proyecto de construcción:

#### ÁMBITO ORGANIZATIVO.

1. Equipo de proyecto integrado y conformado de forma temprana. Auténtica colaboración: “Uno para todos y todos para uno”.

2. Contratos relacionales.

ÁMBITO OPERATIVO.

3. Definición de requisitos del cliente consistente con aspectos constructivos. Visualización del impacto que aspectos constructivos pueden tener en los requisitos y a la inversa.
4. Diseño de producto y diseño de proceso simultánea, conjunta e iterativa. El objetivo es que el diseño del producto maximice el valor para el cliente, lo que significa que hay que diseñar el producto potencialmente más barato en términos de ciclo de vida que cubra los requerimientos del cliente o bien diseñar el producto que en términos de ciclo de vida maximice el valor para el cliente. Minimizar el coste de construcción pasa por diseñar un edificio o infraestructura que cubriendo las necesidades del cliente conlleve la construcción más económica (por materiales y proceso), lo que implica la necesidad de que contratistas, diseñadores y cliente interactúen y trabajen juntos en el diseño del producto y del proceso.
5. Diseño del proceso de construcción desde una visión de conjunto (diseño y ejecución) con el objetivo de optimizar el flujo de trabajo (flujo suave, continuo y predecible). Ballard (1999) subdivide este aspecto en:
  - Definición y asignación de los paquetes de trabajo. Los paquetes de trabajo se definen y asignan para maximizar el valor para el cliente. Cada paquete de trabajo es ejecutado por quién más capacidad tiene de aportar valor.
  - Secuenciación de los mismos. La idea central es que solo se debe hacer un trabajo que permita a otro hacer su trabajo.
  - Definición de la forma de entrega de los paquetes de trabajo. PULL. Siempre que sea posible el trabajo se entrega cuando la actividad sucesora lo requiere.
  - Definición de los colchones entre paquetes de trabajo (NOTA.- reservas para contingencias de obra en curso). Definición del volumen mínimo de trabajo, inventarios o información entre actividades que permita un flujo de trabajo suave.
  - Programación. En tres niveles, definiendo lo que DEBE ser hecho, lo que PUEDE ser hecho y lo que SERÁ hecho. En definitiva, Last Planner System ® (LPS), metodología que será tratada a continuación.

Como colofón se va a presentar una de las conclusiones de un estudio llevado a cabo en una obra real por Tsao et al. (2004). Tras analizar un proyecto ejecutado bajo la modalidad de diseño y obra, los autores encuentran que no consigue los resultados esperados en cuanto a ausencia de problemas derivados de la falta de integración de diseño de producto y diseño de proceso, algo sorprendente en un principio, pues en virtud del tipo de contrato el contratista general era responsable tanto del diseño como de la construcción.

La causa raíz es que los diversos subcontratistas especialistas eran ajenos al diseño del producto y que a pesar de encontrar en él claras deficiencias no las pusieron de manifiesto por las siguientes razones:

- El diseño para ellos es algo contractualmente dado y el trabajo debe ser ejecutado como figura en el contrato.

- En el momento de la instalación es demasiado tarde para efectuar cambios en el diseño.
- Si aportan una solución alternativa, temen que esto sea interpretado como que pretenden encarecer el presupuesto de contrato.
- Temen no merecer credibilidad al referir fallos en el diseño.
- Temen perder una oportunidad de poder efectuar posteriormente lucrativas modificaciones.
- Tiene otros retos más importantes para ellos, como concluir su tarea a tiempo.
- Su cliente puede pensar que su obligación es resolver los problemas que surgen en la obra y por tanto puede interpretar esa queja sobre el diseño como demostrativa de falta de capacidad profesional.

Este caso ejemplifica un tipo de actitud no poco habitual en el sector, presente potencialmente en todos los actores de un proyecto de construcción, que evidencia la principal dificultad para la integración de diseño de producto y diseño de proceso.

Ya se expuso en apartados anteriores que de forma frecuente los contratistas visualizan los errores de diseño como una oportunidad (Rooke et al. 2004), más que como un problema; y también de forma frecuente los diseñadores (como juez y parte en muchas ocasiones) no asumen las consecuencias de sus errores como propias.

El diseño integrado de producto y proceso se basa no solo en la creación de un marco contractual adecuado, que evite que malfuncionamientos de una parte del proceso puedan ser vistos como una oportunidad por alguno de los actores del mismo o que errores de una parte sean soportados por otra, sino también y fundamentalmente en la creación de un auténtico ambiente de colaboración entre los miembros del equipo de proyecto, factor ya abordado en apartados anteriores de este capítulo.

Una vez más se pone de manifiesto la importancia que el cambio de mentalidad entraña de cara a la adopción eficaz de la estrategia “Lean” en construcción, en este caso de cara al diseño orientado al valor del sistema productivo.

#### *Last Planner System* ®.

Last Planner System ® (LPS) es la metodología por excelencia de planificación y control de la producción en el entorno de Construcción “Lean”. Fue desarrollada por Glenn Ballard y Gregory Howell y es una marca registrada del Lean Construction Institute. Según Macomber y Howell (2003), LPS es un sistema de programación y control distribuido de la producción que incrementa la fiabilidad del flujo de trabajo, en cierto modo consistente con la visión de “Jidoka” de no permitir que pasen aguas abajo unidades (en este caso no programar tareas a ejecutar) con defectos (en este caso tareas cuya ejecución no sea posible).

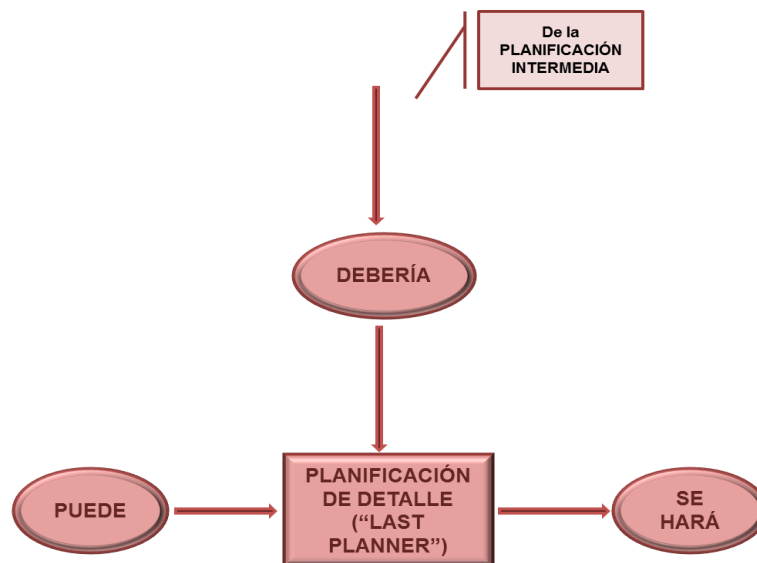
LPS tiene uno de sus pilares fundamentales en la “teoría de acción por el lenguaje” ya tratada; con LPS (Last Planner System®), los diferentes responsables de cada empresa involucrada en la obra articulan y activan una rutina de conversaciones que convierten a los compromisos alcanzados por las partes en el elemento tractor del cumplimiento del programa de ejecución pactado con el cliente final, coordinando así mismo mediante la rutina de conversaciones los recursos de la obra de para hacer posible el cumplimiento del contrato (Macomber y Howell 2003).

Ballard (2009) plantea que una de las principales fuentes de mejora de la productividad en los proyectos de construcción es la mejora de la planificación, algo con lo que pocos no estarán de acuerdo, aunque tal y como Howell y Liu (2012) demostraron con “Oops game” –ya mencionado- el esfuerzo en planificación se debe concretar bajo una óptica coste-beneficio.

La planificación de cualquier proyecto suele seguir un esquema basado en tres niveles de detalle:

1. Plan maestro. Es una planificación de alto nivel donde básicamente se establecen una serie de hitos. Define lo que se DEBERIA hacer.
2. Plan intermedio. Es el desarrollo del plan maestro, asignando recursos y un nivel más detallado de actividades. Define de forma más precisa lo que se DEBERIA hacer.
3. Programación detallada. Es la asignación de tareas concretas a los distintos equipos de operarios para la ejecución de las actividades programadas. Lo realiza el encargado o jefe de obra de la empresa subcontratista responsable de cada actividad. Define lo que se HARÁ. Su vigencia es breve en relación a los anteriores. La persona que asigna tareas concretas a los operarios es el último planificador, de ahí toma su nombre la metodología (“Last Planner System” – Sistema del Último Planificador).

Los distintos niveles de planificación están interrelacionados en un entorno definido por una serie de restricciones, restricciones que condicionan la traslación directa de lo que se DEBERIA hacer a lo que se HARÁ. Estas restricciones condicionan en definitiva lo que se PUEDE hacer.



**Gráfico 2.8. Planificación detallada. Last Planner (Ballard 2000).**

El objetivo de la planificación de cualquier proyecto es que lo que se DEBERIA hacer y lo que se HARÁ estén alineados, es decir que se HAGA lo planificado.

La experiencia demuestra que en numerosas ocasiones la planificación falla y los proyectos se retrasan. Las razones de estos fallos recurrentes de la planificación son las siguientes:

1. No se da a la planificación la importancia que tiene. En muchas ocasiones se queda en hacer un cronograma voluntarista, que no se analiza y por tanto se incumple.
2. En ocasiones la planificación no se concibe realmente como un sistema que se desarrolla a diferentes niveles, en diferentes momentos y por diferentes personas de forma integrada y coherente. Suele ser el resultado del trabajo de una persona u organización cuya responsabilidad es planificar y no de un trabajo en equipo.
3. Bajo las anteriores premisas la planificación de detalle se desatiende, se convierte en una pura traslación a la obra de un requerimiento del programa, en ocasiones sin reflexión sobre su viabilidad y sin auténtico compromiso por parte del responsable directo de la ejecución de los trabajos (el "Last Planner").
4. En este escenario la planificación suele fallar, pero no se analizan las causas raíz de los incumplimientos de la planificación, por tanto no se resuelven y el problema se vuelve a manifestar en el mismo proyecto y en otros (no se genera aprendizaje). Es habitual que la causa que se contempla sea siempre el mal desempeño del ejecutor directo, del "último planificador", sin analizar las restricciones derivadas de la dependencia de otras actividades del proyecto sobre las que además él no tiene influencia. Es decir se presume que "el PUEDE" depende en exclusiva de cada "último planificador", cuando la interdependencia de actividades es un hecho que demuestra que ese juicio es incorrecto.

En estas circunstancias se acentúa la desconfianza entre las partes, los colchones (reservas de contingencia) de todo tipo se multiplican y el proyecto no alcanza los objetivos definidos.

"Last Planner System" aborda el problema desde el final. Los "últimos planificadores" (de empresas distintas) de las diferentes actividades deben definir a través de conversaciones un PLAN MAESTRO que refleje el compromiso firme de cada uno de ellos con el resto de la organización. En este entorno, los "Last Planner" solo se comprometerán a hacer lo que PUEDAN hacer y si no se gestionan adecuadamente las restricciones que condicionan la capacidad de hacer de cada último planificador, lo que HARÁ se alejará de lo que DEBERÍA haber hecho.

Una vez generada la red de compromisos en torno a un PLAN MAESTRO y en ocasiones su concreción en PLANES DE DETALLE, es necesario desarrollar la PLANIFICACIÓN SEMANAL bajo las siguientes premisas:

- Seleccionar la secuencia de tareas correcta: coherente con los plazos y con criterios de constructibilidad.
- Seleccionar la cantidad de trabajo correcta: la cantidad de trabajo que los ejecutores directos pueden llevar a cabo.
- Seleccionar el trabajo a realizar de forma que sea factible: de modo que los trabajos previos estén realizados y todos los recursos necesarios disponibles.

Como paso previo, teniendo en cuenta que no todas las restricciones pueden ser gestionadas por el "último planificador", el equipo de la obra deberá centrarse en resolver todos los problemas que pueden minimizar el compromiso de este, restricciones que van a hacer en

definitiva que no se comprometa a HACER un trabajo que no PUEDE hacer y que por tanto su compromiso no cubra lo que se DEBERIA hacer.

A partir de lo anterior, el seguimiento de la planificación semanal se realiza con un parámetro llamado "Percent Plan Complete" (PPC – Porcentaje Planificado Completado), que no es otra cosa que la relación en tanto por ciento entre el número de tareas terminadas en el periodo y las tareas cuya realización se había comprometido por parte de cada "last planner".

El análisis de las causas raíz explicativas del valor inferior a 100 del PPC, puede llevar a descubrirlas en cualquier punto de la organización, no solo a nivel de la ejecución directa, por lo que PPC es una herramienta de mejora continua localizada pero con efectos generales. Al encontrar y solucionar fallos a través de este proceso en toda la organización un incremento del PPC implica mejoras de productividad, de calidad, de costes, de plazo, de seguridad, en definitiva de desempeño general del proyecto.

Desde el punto de vista del significado profundo de la Programación Detallada (el Plan Semanal), el PPC muestra en qué medida cada "Last Planner" ha cumplido sus compromisos.

El cumplimiento de compromisos genera un clima de confianza entre las partes, algo esencial en Construcción "Lean". El contratista general confía en que el subcontratista en cuestión HARÁ todo lo que PUEDA hacer, que a su vez coincidirá con lo que se DEBERÍA hacer. Por su parte el subcontratista ve que si ha hecho todo lo que debía hacer es gracias a que el equipo de proyecto ha resuelto las restricciones que podían afectar a su trabajo.

Hasta el momento se ha presentado un análisis eminentemente práctico de LPS. Es importante llegar a la realidad y ventajas de LPS desde esta perspectiva, pues LPS tiene un valor táctico esencial como metodología iniciática en Construcción "Lean". Pero LPS también es analizable desde el punto de vista de los fundamentos más profundos que se expusieron en la introducción a Construcción "Lean" ya efectuada.

La gestión adecuada de la variabilidad y dependencia entre actividades, generar confianza entre las partes y contar con un sistema de producción "Pull", conducen a un flujo de trabajo suave, predecible y más continuo, lo que a su vez implica una mejora generalizada del desempeño general del proyecto.

El análisis de las causas raíz de los fallos en la planificación semanal, es decir el análisis de las causas raíz justificativas de la no terminación de ciertas tareas, es el motor que permite reducir la variabilidad de las actividades y gestionar su interdependencia.

La mejora del PPC incrementa la confianza entre las partes.

El carácter de compromiso colectivo que tiene el Plan Semanal induce a una relación horizontal entre las partes, entre los distintos subcontratistas que tienen tareas dependientes unas de otras, con relaciones tipo cliente-proveedor, que se "demandan" entre sí el cumplimiento de sus distintos compromisos, "tirando" así de la producción ("Pull").

#### *LPS vs Cadena Crítica.*

Koskela et al. (2010), realizaron una interesante presentación en la reunión del IGLC ("International Group for Lean Construction") celebrada en Haifa (Israel) en julio de 2010, sobre un análisis comparativo entre los métodos de LPS y Cadena Crítica (Goldratt 1997).

Sus conclusiones fundamentales es que dado que ambos métodos de planificación abordan diferentes aspectos del flujo de trabajo (Cadena Crítica protege con colchones –es decir, reservas para contingencias- su variación, mientras que LPS trata de reducirla), son

susceptibles de ser utilizados conjuntamente, incluso como alternativa al método tradicional (ruta crítica).

#### *LPS vs Valor Ganado*

Como se expuso anteriormente en este trabajo, LPS es también una herramienta de control de producción, basada en el PPC (Porcentaje de Plan Completado – porcentaje que suponen las actividades realmente concluidas respecto a las comprometidas en la programación semanal).

La herramienta tradicional de control de producción se basa en el concepto del Valor Ganado (EV). La conclusión del estudio que sobre esta cuestión hicieron Yong-Woo y Ballard (2000) es que el método del Valor Ganado es un “enemigo” del flujo de trabajo, del flujo de trabajo suave y predecible, una de las fuentes de valor de la Construcción “Lean”.

En un estudio posterior, los mismos autores Yong-Woo y Ballard (2010), comparan ambos métodos bajo la perspectiva de sus teorías de gestión implícitas, introduciendo dos conceptos de gestión alternativos: MBM (“Management by Means” – Gestión por medios) y MBR (“Management by Results” – Gestión por resultados).

Su tesis es que la teoría subyacente al Método del Valor Ganado es la Gestión por Resultados y que este enfoque no resulta adecuado a la hora de gestionar el trabajo a nivel operativo, siendo mucho más apropiado en ese ámbito el enfoque de Gestión por Medios que es el subyacente a LPS.

#### 2.9.6.5.- “Lean Assembly”.

“Lean Assembly” (ensamblaje “Lean”) es el término utilizado para definir la fase de construcción in situ, la fase que comienza con la incorporación a la obra de equipos y recursos y concluye con la entrega del edificio o infraestructura (Ballard 2000). El origen del término está en la extrapolación al sector constructor del concepto ya mencionado de “Lean Manufacturing” (fabricación “Lean”).

En apartados anteriores se mencionaron algunas de las herramientas fundamentales de “Lean Manufacturing”: “Heijunka”, “Jidoka”, “JIT” (“Just in Time”), etc. Algunas de estas herramientas presentan carencias de cara a su aplicación en un proyecto de construcción por lo que para cubrir los objetivos que cada una de ellas persigue es necesario generar alternativas aplicables al sector de la construcción. La razón estriba en las diferencias entre manufactura y construcción.

Como se argumentó al comienzo del presente capítulo, el proceso de producción en construcción es intrínsecamente complejo. Es complejo porque está conformado por subprocesos complejos y con un cierto grado de singularidad, pues si bien se puede (y se debe) tender a la estandarización, el carácter único de cada edificio o infraestructura introduce singularidad en su proceso constructivo. Adicionalmente, los procesos interactúan entre sí de forma variable (dependencia y variación). Todo ello convierte a la construcción en una actividad productiva que por razones intrínsecas presenta mayor variabilidad de procesos y mayor incertidumbre a la hora de conseguir un flujo de trabajo suave, continuo y predecible que el sector manufacturero.

Salem et al. (2004) exploran la aplicación de herramientas alternativas a las provenientes del sector manufacturero en la fase de construcción in situ.



#### *Variabilidad de flujo de trabajo.*

“Heijunka” es la herramienta usada en manufactura para nivelar la producción como forma de gestionar la variabilidad del flujo de trabajo. “Heijunka” postula la nivelación de la producción en lotes similares como vía para reducir la variabilidad del flujo de trabajo. En construcción no existen lotes de trabajo repetitivo, por lo que “Heijunka” no puede interpretarse literalmente. Su papel es desempeñado en construcción por “Last Planner”, técnica que como se acaba de analizar en el punto anterior aborda la dependencia entre actividades y la variabilidad de flujo mediante la programación fiable desarrollada por los “últimos planificadores”, el control de la misma mediante PPC y el análisis de las causas raíz de las desviaciones.

La diferencia esencial entre ambos enfoques radica en el carácter claramente iterativo de “Last Planner”, carácter coherente con la estructura del sistema productivo en construcción.

#### *Variabilidad del proceso.*

“Jidoka” es la metodología que en manufactura permite a los operarios la interrupción del proceso como forma de evitar que un defecto se traslade a lo largo del sistema de producción. El proceso es interrumpido en el momento que se detecta un defecto en un producto, abordando así no solo la resolución del defecto concreto sino el análisis de la causa raíz y la implantación de medidas correctoras. El resultado es una minoración de los defectos, por lo que la variabilidad del proceso disminuye.

El control de la variabilidad del proceso en construcción “Lean” se debe basar en evitar los defectos, en prevención más que inspección. “*Fail-safe for quality*” (Calidad a prueba de fallos) es la metodología equivalente a “Jidoka” que en construcción se puede utilizar para asegurar que las cosas se hacen bien a la primera. La estandarización de operaciones, la elaboración de procedimientos técnicos y la capacitación y motivación del personal son constituyentes básicos de la gestión de la calidad, en definitiva del control de variabilidad, en construcción “Lean”.

Han et al. (2008) señalan que el control de la variabilidad de procesos constituye uno de los principales retos actuales de construcción “Lean”. La razón fundamental es la carencia de indicadores metodológicos para establecer cuantitativamente un objetivo firme de mejora y reducir la variabilidad de los procesos a través de la evaluación del nivel de calidad en las operaciones de construcción. Estos autores postulan la posibilidad de conseguir ese objetivo mediante la combinación de “Six-Sigma” con Construcción “Lean”.

Anteriormente se abordó brevemente el potencial de “Six-Sigma” para reducir la variabilidad de los procesos manufactureros, reducción de variabilidad que trae como consecuencia una importantísima minoración de costes, en particular de los costes de la “no calidad”.

#### *Transparencia.*

“5’s” –como se trató anteriormente- es el método utilizado en manufactura para identificar desperdicios de recursos ocultos en las factorías. “5’s” en construcción pretende una obra transparente, que permita que los materiales fluyan de forma eficiente entre las zonas de acopio y los diversos tajos, que permita que los medios de producción se encuentren en el estado adecuado para ser utilizados.

Gestión visual (“Visual Management”), enfoque que también ha sido abordado anteriormente, ayuda a identificar el flujo de trabajo en el tajo. Algunos ejemplos de “Visual

Management” son: gráficos de compromisos (en “Last Planner”), señales de seguridad, señales móviles, gráficos de hitos del proyecto, gráficos de PPC (porcentaje de tareas completadas).

La gestión visual incrementa la transparencia y esta la confianza de los miembros del equipo, aspecto esencial de la construcción “Lean”.

#### *Mejora Continua.*

La mejora continua no puede ser asociada con ninguna herramienta en particular. De hecho, todas las técnicas están enfocadas a la mejora continua al focalizarse en la resolución de problemas y en el análisis de sus causas raíz.

En manufactura, los círculos de calidad constituyen una oportunidad para que los trabajadores participen activamente en los procesos de mejora. Estos círculos se reúnen periódicamente con el fin de aportar sugerencias para mejorar los problemas detectados en el centro de trabajo. Los beneficios de los círculos de calidad no provienen solo de las ideas generadas en ellos sino también del proceso de aprendizaje que los trabajadores experimentan y del refuerzo de una idea que se introducirá más adelante: el aprovechamiento de todas las capacidades del equipo humano.

En construcción, “Huddle Meetings” (reuniones en corro) pueden desempeñar el mismo papel. Son breves e informales reuniones diarias entre los encargados y los operarios en las que analizan problemas y se plantean soluciones cuya eficacia es posteriormente analizada.

Otra herramienta interesante es “First Run Studies”. La traducción no puede ser directa, pero en definitiva es el análisis pormenorizado de la forma en que un determinado equipo de trabajo lleva a cabo una tarea con el fin de encontrar posibles métodos alternativos que mejoren la productividad y la seguridad. Su nombre hace referencia a que se debe estudiar el “first run”, la primera vez que un determinado equipo de trabajo lleva a cabo una tarea.

Los “First Run Studies” se llevan a cabo siguiendo el ciclo de mejora continua PDCA desarrollado por Shewhart y popularizado por Deming. “Plan-Do-Check-Act” (Planifica-Haz-Comprueba-Actúa).

**PLANIFICA.** Se refiere a elegir el proceso a analizar, identificar sus pasos y evaluar cuales se pueden modificar o suprimir desde la perspectiva de su aportación de valor.

**HAZ.** Poner en práctica las modificaciones planificadas.

**COMPRUEBA** el resultado de las modificaciones.

**ACTÚA.** Hacer partícipe del resultado al equipo y estandarizar el nuevo método como procedimiento a aplicar.

VSM (“Value Stream Mapping”) es una herramienta ya mencionada de mapeo de procesos. Permite analizar las tareas básicas de un proceso concreto y clasificarlas en actividades que aportan valor y en actividades que no aportan valor, siempre desde la perspectiva del cliente. A partir de ahí se desarrolla una foto inicial (CSVSM – “Current State Value Stream Map”) y la foto final del proceso mejorado (FSVSM – “Future State Value Stream Map”).

#### 2.9.6.6.- El esquema organizativo de la obra según construcción “Lean”.

En este apartado se abordará la expresión de la estrategia “Lean” en el ámbito organizativo del proyecto de construcción, tanto por lo que respecta a la estructura organizativa del mismo como a los términos comerciales de la relación entre las partes.

*IPD (Integrated Project Delivery).*

Desarrollo Integrado de Proyectos. En este entorno, integración es un término intercambiable con colaboración, por lo que una expresión alternativa podría ser “desarrollo de proyectos basado en la colaboración entre las partes”.

¿Significa esto que la idea subyacente en IPD es que bajo los métodos tradicionales no se da la necesaria colaboración entre las partes (cliente, diseñador, contratistas)? La respuesta está en el hecho de que el “ambiente de colaboración” es gradual y que si bien siempre se pueden dar casos con un cierto grado de colaboración, la aportación diferencial de IPD estriba en que es un modelo de desarrollo de proyectos que apuesta por incrementar la colaboración entre los distintos actores de un proyecto como fórmula para alcanzar, y optimizar, de forma más fiable los objetivos del mismo.

Cabe recordar que en este sentido los propietarios reunidos en la cumbre de 2005 de la CMAA (Thomsen et al. 2010) señalaban que confianza e integridad son ingredientes indispensables para mejorar la comunicación y la colaboración.

En la misma cumbre los propietarios manifestaban su preocupación por:

- Cada parte en el proyecto se ocupa de sus propios intereses.
- Confianza e integridad en el proceso de construcción.
- Coordinación / colaboración entre los miembros del equipo.
- Mejorar las relaciones entre contratistas, arquitectos / ingenieros, “Project managers” y cliente.
- Incorporar a contratistas, subcontratistas y suministradoras a la fase de diseño.
- Responsabilidad del propietario en el proceso.

A partir de lo anterior no parece que pueda aseverarse que el entorno tradicional de gestión de proyectos fomente suficientemente la colaboración.

IPD forma parte de la respuesta a las preocupaciones arriba mencionadas de los propietarios.

Un aspecto metodológico importante es que el desarrollo de proyectos bajo un entorno de colaboración, no es un enfoque exclusivo, en este caso en el ámbito organizativo, de Construcción “Lean”; de hecho, tal y como se argumentará en el apartado cuarto, un proyecto de construcción se puede ejecutar bajo los principios “Lean” sin una organización integrada, pero también se puede abordar con una organización integrada sin planificar y controlar la producción con metodologías “Lean”.

Amén de lo anterior, no hay que olvidar que la primera de las cinco grandes ideas de Sutter Health es colaborar, colaborar realmente, lo que lleva a pensar que el desarrollo integrado de proyectos es un enfoque verdaderamente coherente con los fundamentos de la estrategia “Lean” y que por tanto su utilización conjunta induce un importante efecto multiplicador de su eficacia individual.

En 2010 un grupo de organizaciones sectoriales de EEUU publicaron un informe titulado “*Integrated Project Delivery for private and public owners*” (Desarrollo integrado de proyectos para clientes públicos y privados) (NASFA et al. 2010). Este informe tiene un doble

interés, en primer lugar su propio contenido, al que se hará referencia a continuación, el otro viene motivado por quienes son sus autores:

- NASFA (National Association of State Facilities Administrators).
- COAA (Construction Owners Association of America).
- APPA (Association of Higher Education Facilities Officers).
- AGC (Associated General Contractors of America).
- AIA (American Institute of Architects).

La implicación de estas organizaciones denota el interés y la implicación que el sector en EEUU tiene en la idea “Lean” y su aplicación al mundo de la construcción.

El citado informe publicado parte de la equivalencia mencionada entre colaboración e integración para establecer tres posibles niveles de colaboración en un proyecto de construcción que responden en definitiva a tres modelos de organización integrada.

- I. Nivel 1 de colaboración: colaboración tradicional, la colaboración no se requiere contractualmente, es el modelo habitual, cada parte colabora con las otras en la medida de su voluntad, pero no existe una exigencia explícita.
- II. Nivel 2 de colaboración: aumentada, existe algún tipo de exigencia contractual de colaboración. Tanto en este nivel como en el anterior, IPD es visto como una FILOSOFIA subyacente al método de desarrollo de proyectos convencional y no como un método alternativo.
- III. Nivel 3 de colaboración: requerida, la colaboración es exigida a través de un contrato multi-parte. En este nivel IPD es verdaderamente un método de DESARROLLO de PROYECTOS concreto y diferenciado.

El enfoque anterior de IPD, además de responder al aspecto histórico y gradual de la integración en proyectos de construcción, es altamente pragmático, pues introduce la idea de que la integración no es un concepto todo-nada, pudiendo abordarse un proyecto de construcción con una mayor o menor grado de integración en función de las restricciones concretas del mismo.

En los puntos siguientes se abordarán desde un punto de vista operativo los tres niveles citados, aunque, a pesar de lo expuesto en el párrafo anterior, cabe señalar aquí que el “verdadero” IPD, el concepto metodológico realmente diferencial e innovador, es el que subyace bajo el Nivel 3 de colaboración.

*Integración: ideas clave.*

La integración implica que todas las partes comparten riesgos y beneficios en función del grado de cumplimiento de los objetivos del proyecto. Confianza y respeto mutuo entre las partes, toma de decisiones colegiadas en todos los ámbitos (diseño, planificación...), intensa planificación del proyecto, comunicaciones abiertas, mentalidad basada en buscar lo mejor para el proyecto, no para cada parte..., todas estas ideas subyacen en los principios definidos por NASFA et al. (2010).

Principios contractuales. Principios susceptibles de ser reflejados en un contrato.

- Las partes clave trabajan juntas como iguales.

- Los riesgos y las recompensas son compartidos en función de los resultados del proyecto.
- Asunción colectiva de la responsabilidad por parte de los participantes clave.
- Transparencia económica entre los participantes clave.
- Involucración temprana de los participantes clave.
- Intensificar el esfuerzo en el diseño.
- Establecimiento conjunto de los indicadores de los objetivos del proyecto.
- Toma de decisiones conjunta

Principios conductuales. Principios más sujetos a la actitud de las partes que a cuestiones contractuales.

- Respeto mutuo y confianza
- Voluntad de colaborar.
- Comunicación abierta.

Catalizadores de la integración. Metodologías y herramientas que catalizan o interactúan positivamente con la integración.

- Acuerdo multi-parte. Contrato relacional.
- Building Information Modeling (BIM) y Construcción LEAN.
- El equipo de proyecto tiene una sede conjunta.

*El contrato relacional.*

El contrato relacional es una figura jurídica fundamentalmente desarrollada en el mundo anglosajón y escasamente utilizada en el ámbito mercantil en España. Aun en otro escenario, un ejemplo cercano de contrato relacional es el matrimonio; los contratos laborales también tienen un importante componente relacional. En ambos casos se aprecia con claridad lo que es una característica fundamental de este tipo de contratos: más allá de lo que explícitamente recoja existen numerosos factores implícitos o sobreentendidos que definen el comportamiento esperado de las partes.

Efectivamente, un contrato relacional se basa en la confianza entre las partes. Las cláusulas explícitas del contrato son solo un bosquejo, pues la actitud deseable de las partes también viene determinada por factores implícitos. Los contratos relacionales visualizan los acuerdos como relaciones más que como transacciones concretas, siendo por tanto su campo natural de aplicación el campo de los proyectos o de las relaciones complejas.

La complejidad es una característica intrínseca de un proyecto de construcción. En el ámbito de la construcción el contrato relacional aporta el marco contractual en el que se apoya el equipo integrado (IPD) para implementar la estrategia "Lean" en el desarrollo del proyecto de construcción. Algunas características habituales de los contratos relacionales en construcción serían las siguientes:

- Se suscribe un único contrato multi-parte. Cliente, diseñadores, contratista general y en general cualquier actor cuyo papel pueda tener un impacto determinante de cara a la consecución de los objetivos del proyecto (se puede incluir a subcontratistas especialistas, a ingenierías de apoyo al diseño, proveedores varios).
- Define comportamientos esperados.
- Exige a las partes colaboración intensa.
- Limita las posibilidades de judicializar los litigios entre las partes.
- Define incentivos económicos para que las partes tiendan a los comportamientos deseados.
- Los incentivos económicos se determinan en función de los objetivos generales del proyecto, no de objetivos individuales de las partes.
- Define fórmulas para compartir entre las partes beneficios y pérdidas.
- Define un método de toma de decisiones de forma consensuada por el equipo de proyecto (formado por representantes de las partes que suscriben el contrato) en todos los ámbitos del mismo: diseño, ejecución, adquisiciones, resolución de litigios.
- La forma de pago a diseñadores y contratistas se basa generalmente en un esquema de abono de costes legítimos más un margen fijo que podrá ser incrementado o disminuido de acuerdo con los incentivos definidos.
- Establece la política de “libros abiertos”. Transparencia económica entre las partes.
- Crea una bolsa económica para cubrir posibles contingencias, eliminando así las reservas para contingencias ocultas de cada parte.

#### 2.9.6.7.- Construcción “Lean”: conclusión.

La estrategia “Lean” ha sido implementada por numerosas empresas constructoras, fundamentalmente en América (EEUU, Brasil, Chile, Méjico, Perú, etc.) pero también en Europa (España, Reino Unido, Dinamarca, etc.). Sin embargo, la implantación y el desarrollo de esta estrategia de gestión en el sector de la construcción, se enfrenta a numerosos retos (Jorgensenn y Emmitt 2008). En relación al objeto de este trabajo, es destacable la inexistencia de una metodología que aborde la caracterización y adecuada gestión de las reservas de contingencias de una forma integral y específica. Distintas herramientas de Construcción “Lean” tienen como consecuencia colateral una reducción de dichas reservas, hacerlas aflorar o poder gestionarlas de una forma más global, pero no existe una metodología integral y dedicada de gestión de reservas para contingencias (Howell 2012). La importancia de esta, por el momento, inexistente metodología radica en el potencial de transformación que tendría la gestión optimizada de las reservas de contingencias, pudiendo erigirse en el elemento tractor de la implantación de la estrategia “Lean” en la empresa constructora.

***CARACTERIZACIÓN DE LAS RESERVAS  
PARA CONTINGENCIAS EN LA  
LITERATURA***

**3.- CARACTERIZACIÓN DE LAS RESERVAS PARA CONTINGENCIAS EN LA LITERATURA.**

3.1.- INTRODUCCIÓN.

3.2.- REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE.

3.3.- RESERVAS PARA CONTINGENCIAS. NATURALEZA, ATRIBUTOS Y TERMINOLOGÍA.

3.4.- CATEGORIZACIÓN DE LAS RESERVAS PARA CONTINGENCIAS.

3.5.- DETERMINANTES INTRÍNSECOS DE LA GESTIÓN DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS.

3.6.- MODELOS DE GESTIÓN DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS.

3.7.- CARENCIAS DETECTADAS EN EL ESTADO DEL CONOCIMIENTO.



### **3.1.- INTRODUCCIÓN.**

A lo largo del capítulo segundo se abordó el análisis del contexto del fenómeno investigado. Este análisis del contexto permitió esbozar ciertos aspectos característicos del concepto de reserva para contingencias:

- Recibe diferentes denominaciones: colchón, holgura, desviación, reserva para contingencias.
- Su recurso base se puede expresar en diferentes magnitudes: tiempo, dinero, materias primas, capacidad, especificaciones de alcance-calidad.
- Todas las partes interesadas de la obra las utilizan: propiedad, proyectista, empresa constructora, subcontratistas.
- Tienen como fin incrementar las probabilidades de alcanzar los objetivos de la obra: económicos, de plazo de ejecución, de alcance y de calidad.
- Tienen varios posibles objetivos instrumentales: gestionar riesgos, absorber incertidumbre, proteger el proyecto de la variabilidad.
- Puede jugar un papel en la mejora de procesos (mejora continua).
- Existen diversos métodos de gestión de reservas para contingencias.

Un aspecto que ya desde el capítulo introductorio también se dejó patente es la complejidad del concepto de reserva para contingencias, así, en la misma línea de Patrascu (1988) y Zhao (2006), Jackson et al. (1985) consideran que la función de las reservas para contingencias en un presupuesto es uno de los conceptos más controvertidos y peor comprendidos de la gestión proyectos en general.

Los límites entre el concepto investigado y su contexto son difusos: gestionar reservas para contingencias es gestionar el plazo de ejecución, el coste, las especificaciones y la producción en sí de la obra, todo ello en un entorno social pleno de incertidumbre. Por lo tanto, una investigación sobre reservas para contingencias debe contemplar especialmente el contexto en el que este concepto se manifiesta, hecho este que se tendrá en cuenta a la hora de diseñar la presente investigación.

Más allá de lo anterior, el objetivo básico de la investigación en la que se centra este documento es analizar y describir cómo gestionan en la actualidad las empresas constructoras los riesgos durante la ejecución de las obras con reservas para contingencias. Para ello, el primer paso es realizar una extensa revisión de la literatura sobre los atributos característicos del concepto de reserva para contingencias, atributos de los que el listado que figura al comienzo de este punto no es sino una muestra demostrativa de su complejidad.

La revisión del estado del arte identificará y analizará el trabajo realizado por otros investigadores en torno al área objeto de estudio con el fin de:

- Detectar carencias en el conocimiento publicado.
- Contextualizar la investigación.
- Ubicar la investigación en relación a estudios previos.
- Conceptualizar las principales áreas de interés para focalizar la investigación y desarrollar el diseño de la misma. Esta idea es consecuente con el planteamiento de

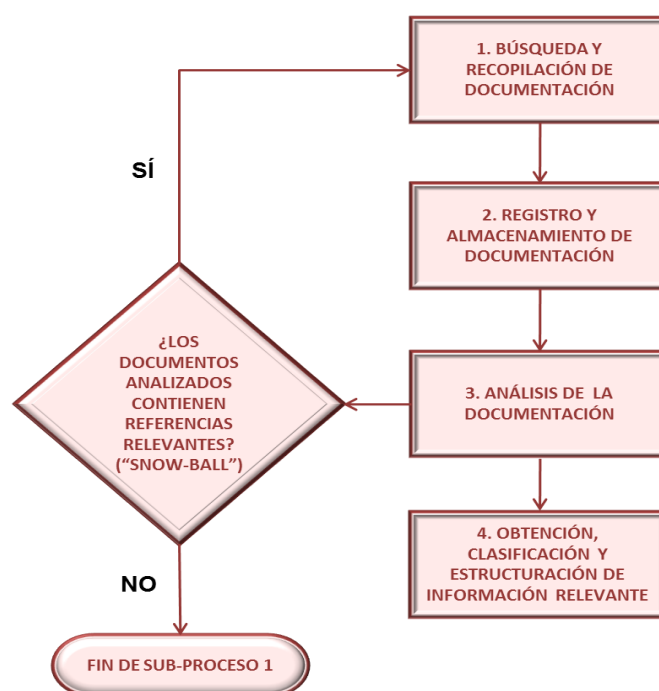
Yin (2009) acerca de la necesidad de contar con proposiciones teóricas para guiar la recolección y el análisis de datos en un estudio de casos (método básico de la investigación tal y como se apuntó en el capítulo primero y se detallará en el capítulo quinto).

Esta revisión, junto con las discusiones internas del equipo investigador y las ideas aportadas por profesionales del sector, permitirá identificar las variables de gestión de reservas para contingencias y sus condicionantes, que serán la base sobre la que se diseñe la investigación.

En el presente capítulo se describe el procedimiento utilizado para realizar la revisión del estado del arte sobre el fenómeno investigado y se exponen sus resultados.

### 3.2.- REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE.

El análisis de la literatura se ha llevado a cabo de acuerdo con el proceso representado por el Gráfico 3.1. Con el fin de mantener actualizado el estado de la cuestión, se han desarrollado diversas iteraciones de este proceso a lo largo de toda la investigación, en concreto hasta el 30 de noviembre de 2014. De tal modo que, tal y como se detallará en el capítulo quinto, la revisión del estado del arte interactúa con todas las fases de la investigación, pudiendo implicar incluso modificaciones de su diseño.



**Gráfico 3.1. – Proceso de Análisis Bibliográfico.**

A continuación se detallan los diferentes sub-procesos reflejados en el Gráfico 3.1.

### 3.2.1.- Búsqueda y recopilación de información.

Para la identificación de referencias bibliográficas se utilizaron las siguientes bases de datos:

- Web of Science (Thomson).
- Scopus (Elsevier).
- Academic Search Premier (EBSCO).
- Directory of Open Access Journals.
- Oxford Journals.
- Google Scholar.

En todas las iteraciones del proceso de revisión del estado del arte, la identificación de referencias se centró en revistas internacionales con revisión externa, monografías y comunicaciones relevantes de congresos internacionales, también se tuvieron en cuenta informes no académicos y tesis doctorales. La búsqueda de referencias específicas sobre reservas para contingencias se realizó en Internet mediante las bases de datos anteriores utilizando las siguientes palabras clave: "Contingency", "Buffers", "Risk Management", "Uncertainty", "Construction", "Variability", "Lean", "Cost Management", "Time Management", "Trust". A partir de la búsqueda realizada tal y como se ha descrito, se efectuó una valoración preliminar de las referencias aportadas por los buscadores a partir del título y/o del "abstract" de las mismas, una buena parte de las referencias fueron desechadas por no tener relación con la investigación.

Es destacable que una de las fuentes de referencias utilizadas han sido las propias referencias identificadas según se expuso en el párrafo anterior. Efectivamente, se tuvieron en cuenta las referencias bibliográficas de todos los artículos localizados, activando así un ciclo de búsqueda cíclico también conocido como "snow-ball".

Tras una búsqueda exhaustiva desarrollada en varias iteraciones, se identificaron, registraron y analizaron doscientas quince referencias con algún tipo de relevancia para la investigación (tanto de cara a la caracterización del contexto como específicas sobre reservas para contingencias). Para todas estas referencias se completó una ficha de registro o ficha bibliográfica cuyo alcance y contenido se expondrá más adelante.

Con el fin de facilitar la gestión de la bibliografía se categorizaron las referencias anteriores de acuerdo a dos criterios: su formato (CRITERIO 1) y su contenido básico (CRITERIO 2).

A nivel de su formato, la bibliografía utilizada se puede clasificar en cinco grupos (CRITERIO1):

1. Monografías: particularmente de cara al capítulo segundo (conceptos básicos) (M).
2. Artículos: esencialmente de revistas internacionales con revisión externa. Revisión del estado del arte sobre el fenómeno investigado y metodología (A).
3. Tesis: trabajos de investigación académica de distintas universidades; aportaron información en relación a nivel de conceptos básicos y en particular acerca del método de investigación utilizado en esta investigación (T).

4. Informes: documentos relacionados con el objeto de la tesis, desarrollados por organizaciones no académicas (I).

5. Comunicaciones relevantes de congresos internacionales, particularmente del “International Group for Lean Construction” y de la “American Association of Cost Engineers” (C).

Por otra parte, a nivel de su contenido, las referencias se pueden clasificar en tres grupos (CRITERIO 2):

1. Conceptos Básicos (CB).
2. Específicas para reservas para contingencias (RCs).
3. Metodología (M).

La Tabla 3.1 presenta un resumen de los distintos tipos de referencias considerados de acuerdo a los dos criterios expuestos.

CRITERIO 1		CRITERIO 2	
Monografías (M)	37	Específicas (RCs)	94
Artículos (A)	99	Conceptos Básicos (CB)	105
Tesis (T)	6	Metodología (M)	16
Informes (I)	15	TOTAL	215
Comunicaciones (C)	58		
TOTAL	215		

**Tabla 3.1. Referencias bibliográficas. Tipología.**

Del total de las anteriores referencias, únicamente ciento ochenta y ocho fueron accesibles desde el Polibuscador de la Universidad Politécnica de Valencia, se encontraban disponibles en la Hemeroteca de la UPV o pudieron ser adquiridas; las veintisiete referencias restantes se analizaron de forma indirecta (a través de otras referencias) o mediante su “abstract”. El Anexo 1 contiene las fichas de registro con la información más relevante de cada referencia seleccionada: fuente, título, autores, año de publicación, valoración, ISSN o ISBN, tipo de soporte, nº de veces citado, ideas clave y tipo de referencia según los dos criterios anteriores.

De las noventa y cuatro referencias específicas sobre reservas para contingencias, ochenta y una se corresponden con artículos de revistas. Tal y como puede apreciarse, el número de estos artículos ha crecido exponencialmente (ver Gráfico 3.2) a lo largo del tiempo. También para este tipo de referencias específicas, las revistas con mayor número de artículos seleccionados son “Journal of Construction Engineering and Management” con treinta y tres e “International Journal of Project Management” con seis (ver Gráfico 3.3). Los dos autores que más han escrito sobre reservas para contingencias son Baccarini y Howell.

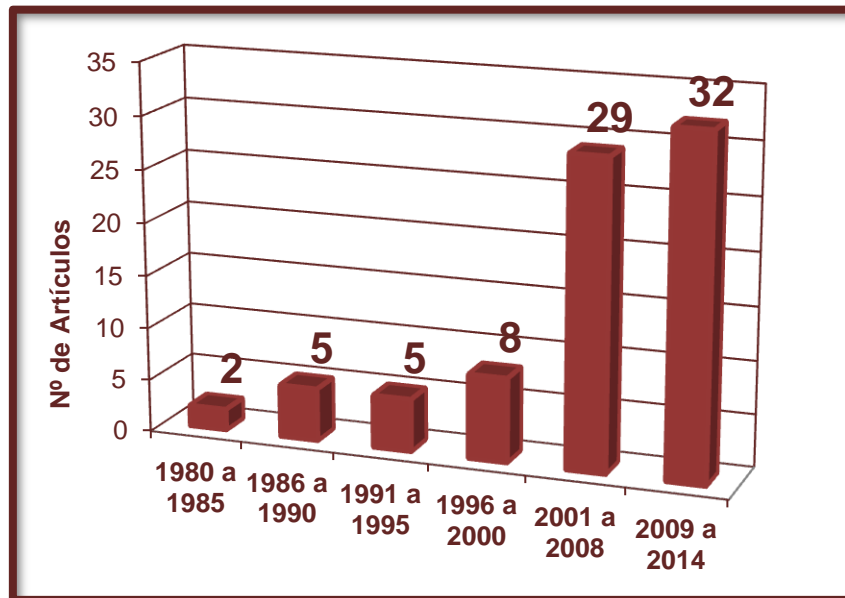


Gráfico 3.2. Artículos por quinquenio

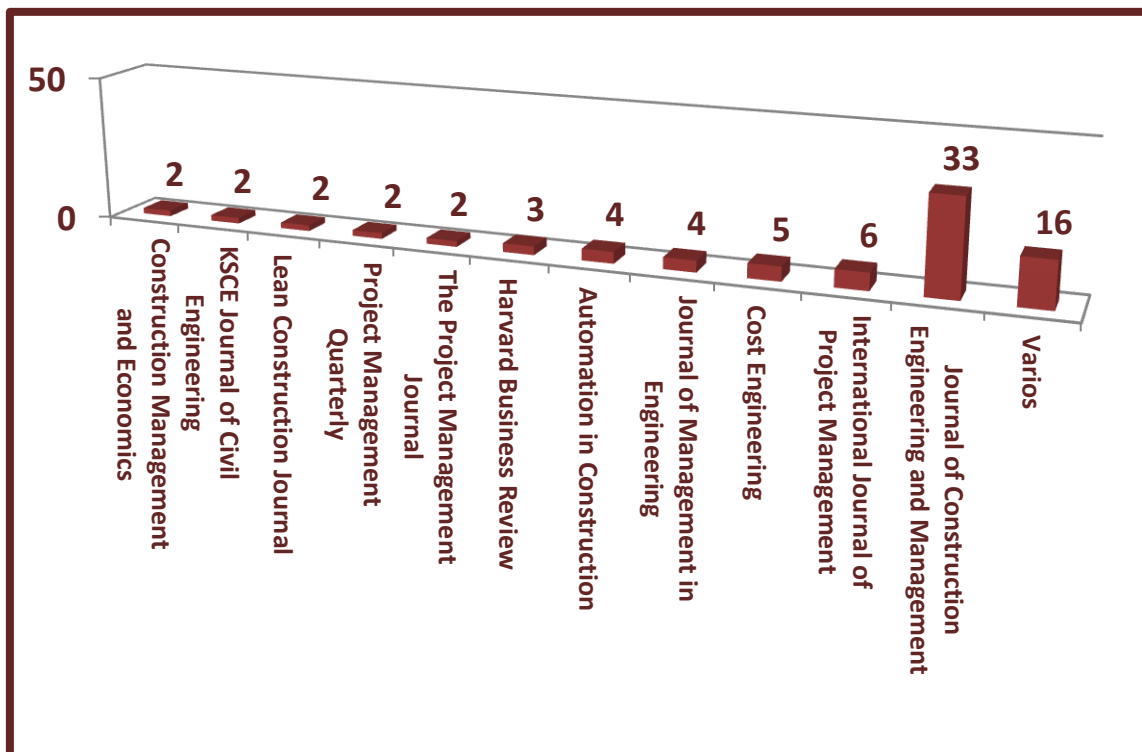


Gráfico 3.3. Artículos por revista

En el Gráfico 3.3 se agrupan bajo el epígrafe de “Varios” aquellas revistas de las que solo se ha considerado un artículo, a saber:

- Building and Environment
- Building Research & Information
- Canadian Journal of Civil Engineering
- Computing Systems in Engineering
- Engineering Management Journal.
- Engineering, Construction and Architectural Management
- International Journal of Logistics Research and Applications
- Journal of Civil Engineering and Management
- Journal of Computing in Civil Engineering
- Journal of Information Technology in Construction
- Journal of Infrastructure Systems
- Journal of Social Issues
- Journal of Structural Engineering
- Journal of the American Planning Association
- Revue d'Economie Industrielle
- The Quarterly Journal of Economics

La Tabla 3.2 refleja la distribución de las revistas consultadas en relación con la cantidad de artículos considerados por quinquenio en cada una de ellas.

NOMBRE	ISSN / ISBN	Índice de Impacto (2013)	AÑO						Total
			1980 a 1985	1986 a 1990	1991 a 1995	1996 a 2000	2001 a 2008	2009 a 2014	
Automation in Construction	0926-5805	1,822					1	3	4
Building and Environment	0360-1323	2,70			1				1
Building Research & Information	0961-3218	1,319				1			1
Canadian Journal of Civil Engineering	0315-1468	0,407					1		1
Computing Systems in Engineering	0956-052				1				1
Construction Management and Economics	0144-6193						2		2
Cost Engineering	0274-9696				1	2	2		5
Engineering Management Journal	1042-9247	0,333						1	1
Engineering, Construction and Architectural Management	0969-9988						1		1
Harvard Business Review	0017-8012						3		3
International Journal of Logistics Research and Applications	1367-5567				1				1
International Journal of Project Management	0263-7863					5	1		6
Journal of Civil Engineering and Management	1392-3730	1,372						1	1
Journal of Computing in Civil Engineering	0887-3801	1,385						1	1
Journal of Construction Engineering and Management	0733-9364	0,867		3	1	5	7	17	33
Journal of Information Technology in Construction	1874-4753							1	1
Journal of Infrastructure Systems	1076-0342	0,648						1	1
Journal of Management in Engineering	0742-597X	1,111		1			2	1	4
Journal of Social Issues	1540-4560				1				1
Journal of Structural Engineering	0733-9445	1,488					1		1
Journal of the American Planning Association	0194-4363						1		1
KSCE Journal of Civil Engineering	1226-7988	0,511					1	1	2
Lean Construction Journal	1555-1369						1	1	2
Project Management Quarterly	0147-5363		2						2
Revue d'Economie Industrielle	0154-3229				1				1
The Project Management Journal	8756-9728						1	1	2
The Quarterly Journal of Economics	0033-5533			1					1
			2	5	5	8	29	32	81

**Tabla 3.2. Clasificación de artículos por revista y quinquenio.**

### 3.2.2.- Registro y almacenamiento de la información.

Como continuación a lo expuesto en el apartado anterior, una vez identificado un documento interesante para el objeto de la investigación, se procedió a registrar su ficha bibliográfica en una base de datos de referencias bibliográficas generada a tal efecto. El Anexo 2.1 (en su apartado específico se aporta la URL de un enlace en el que se puede descargar) recoge las fichas bibliográficas completas de todas las referencias consideradas; cada ficha consta de dieciocho campos:

1. Número de ficha: número de registro del documento.
2. Título.
3. Capítulo / apartado: parte del documento utilizado.

4. Autor.
5. Año: año de publicación.
6. Fuente: fuente, la editorial, el volumen, las páginas y año de publicación.
7. International Standard Serial Number (ISSN) o ISBN.
8. Lugar específico en que la información se encuentra almacenada.
9. Tipo de copia o soporte que se tiene del documento.
10. 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 se recurre a "Scopus". Este ítem puede tomar valores mayor o igual a cero cuando dicha información fue encontrada.
11. Valoración: en una escala del 1 al 5, donde la calificación mínima es 1 y la máxima 5, en función de la importancia de las ideas y conceptos para la investigación.
12. Ideas y conceptos claves del documento.
13. Criterio de clasificación 1: monografía (M), artículo (A), informe (I), tesis (T) o comunicación (C).
14. Criterio de clasificación 2: conceptos básicos (CB), específicos de reservas para contingencias (RCs) y metodología (M).
15. Documentación anexa.
16. Fecha de análisis: fecha del primer análisis (preliminar) del documento.
17. Fecha 2º análisis: fecha del 2º análisis del documento.
18. Observaciones.

Tal y como se expuso anteriormente, el Anexo 1 recoge los campos más relevantes de las fichas de registro de las referencias bibliográficas analizadas (específicas, sobre conceptos básicos o sobre metodología).

Además de la anterior base de datos, para facilitar el almacenamiento y análisis de artículos y monografías en formato digital se utilizó la herramienta Mendeley ([www.mendeley.com](http://www.mendeley.com)), un gestor de referencias que permite el almacenamiento de las mismas "on-line", la inserción de notas y comentarios y la generación de citas bibliográficas.

### **3.2.3.- Análisis de la documentación.**

El siguiente paso consistió en efectuar una primera lectura de cada documento registrado (lectura que se evidencia con la cumplimentación del campo "Fecha de análisis" en la correspondiente Ficha Bibliográfica).

En este punto es necesario diferenciar la primera iteración de la revisión del estado del arte del resto. Durante esta primera iteración de la revisión del estado del arte se efectuó una primera lectura de las referencias de interés identificadas inicialmente a fin de extraer sus ideas principales, ideas que se registran en Mendeley y en la base de datos de referencias



bibliográficas, en concreto en la tabla “Conceptos y Referencias”. El Anexo 2.2 (en su apartado específico se aporta URL de un enlace en el que se puede descargar) contiene la tabla completa “Conceptos y Referencias”. La Tabla 3.3 presenta un ejemplo de este documento.

REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE - 1ª ITERACIÓN - IDEAS	Seung y Hiung (2004)	Slauson (2005)	Snowden y Boone (2007)	Smith (2009)	Smith y Bohn (1999)	Smith y Ribkowski (2012)	Solomon y Flores (2001)	SP AusNet (2007)	Tah, Thorpe y McCaffer (1994)	Tang, Mukherjee y Onder (2010)	Thal, Cook y White (2010)	Thomas, Riley y Messner (2005)
<b>CAUSAS JUSTIFICATIVAS DE LA UTILIZACIÓN DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS</b>												
Las empresas utilizan RC debido a la incertidumbre que rodea el proyecto de construcción	X										X	
Las empresas utilizan RC's para cubrir los riesgos de un proyecto de construcción								X			X	
Las empresas usan las RC's de coste para cubrir el alcance de la obra y contar con fondos para financiarla.				N6								
Las empresas utilizan RC's (buffers de recursos) para evitar problemas con la variabilidad de plazos de entrega, ritmos de entrega y calidad de las entregas												
Las empresas usan buffers de recursos para conseguir altos niveles de utilización de la capacidad de recursos y mano de obra												
Las empresas usan buffers de recursos para proteger procesos de la incertidumbre de otros procesos aguas arriba												
Las empresas usan RC's para absorber la variabilidad del proyecto y cumplir así cumplir sus objetivos de coste y plazo.												

Tabla 3.3. Ejemplo de tabla de “Conceptos y referencias”.

Para facilitar la sistematización de la información extraída de cada documento analizado también se utilizaron las capacidades de Mendeley, el ya mencionado gestor de bibliografía “on-line”. Desde el punto de vista del análisis de las referencias, esta herramienta permite –entre otras utilidades- la generación de notas y su inserción en la parte concreta del documento donde figura la información relacionada. Estas notas –identificadas para cada documento con un número secuencial- contienen comentarios, reflexiones, abstracciones o conclusiones previas que han sido evocadas por una parte específica del documento, las notas también permiten moverse con agilidad por el texto.

El Gráfico 3.4 presenta un ejemplo de la herramienta Mendeley con un documento concreto y algunas de sus notas asociadas.

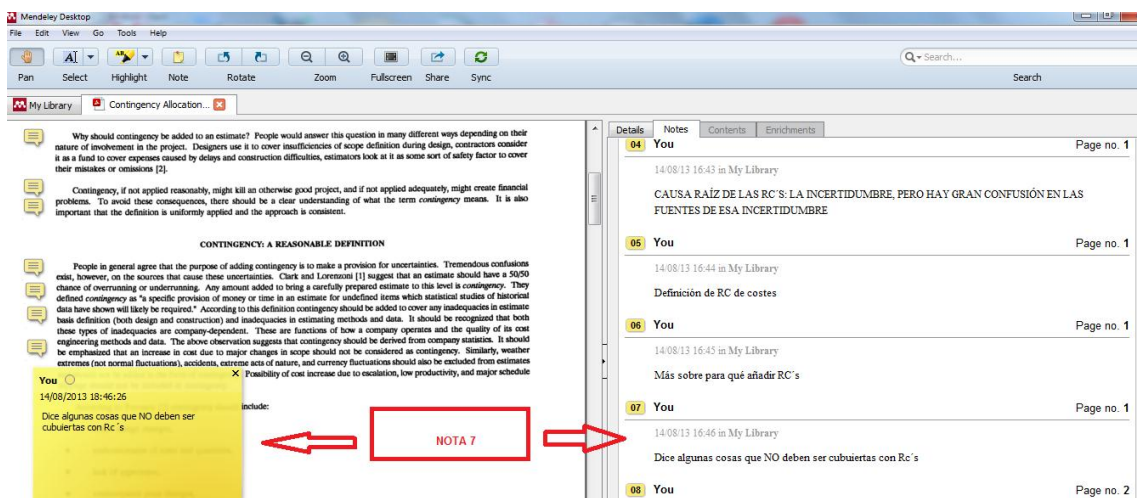


Gráfico 3.4. Ejemplo de notas (Mendeley).

Como se expuso al principio de este apartado, en esta primera iteración de la revisión del estado del arte se analizaron las ideas procedentes de las referencias iniciales registradas en Mendeley y en la tabla “Conceptos y Referencias”. El resultado de esta primera iteración fue una categorización de las ideas identificadas representativa de una estructuración inicial del estado de la cuestión:

- (1) el concepto de reservas para contingencias, terminología,
- (2) tipos de reservas para contingencias,
- (3) principios de gestión de las reservas para contingencias y,
- (4) modelos de gestión.

En el capítulo segundo (conceptos básicos) se esbozaron algunas ideas características del concepto de reserva para contingencias extraídas a partir de los aspectos expuestos en la Tabla 2.1, ideas que son coherentes con la estructura preliminar enunciada en el párrafo anterior.

Adicionalmente –y en todas las iteraciones de la revisión del estado del arte-, cada referencia registrada es calificada tras su primer análisis, bien como “relevante” o bien como “menos relevante”. Las referencias “relevantes” serán objeto de un análisis detallado cuya realización se evidenciará con la cumplimentación del campo “Fecha 2º análisis” en la Ficha de Registro.

La catalogación como “relevante” o “menos relevante” se efectúa en función de dos aspectos: la cantidad de veces que la referencia fue citada por otros autores y una valoración de la misma de acuerdo al procedimiento expuesto a continuación.

Para ser considerada como relevante, una referencia debía cumplir uno de los dos siguientes criterios:

- Ser valorada con una calificación mínima de 3 sobre 5 (si ha sido citada por otros autores).
- Ser valorada con una calificación mínima de 4 sobre 5 sin exigir que la referencia haya sido citada por otros autores, Así se intentó evitar no contemplar artículos publicados recientemente.

En la segunda iteración de la revisión del estado del arte se procedió a la lectura detallada de los documentos relevantes identificados en la primera iteración y a la lectura inicial –y detallada en su caso- de los documentos identificados en la segunda iteración, proceso este que se repitió en las restantes iteraciones de la revisión de la literatura hasta su cierre el 30 de noviembre de 2014.

### **3.2.4.- Obtención, clasificación y estructuración de información relevante.**

La información obtenida tras el análisis (inicial y detallado) de los distintos documentos específicamente relacionados con el fenómeno investigado que se iban identificando en las sucesivas iteraciones de la revisión del estado del arte, se estructuró en torno a las categorías mencionadas en el apartado anterior o dio pie a la creación de nuevas categorías y sub-categorías en caso de no poder clasificarse según la estructura inicial; estas nuevas ideas también podían inducir la eliminación de alguna categoría existente y la consiguiente reagrupación de conceptos previamente asignados.

La Tabla 3.4 presenta las categorías, sub-categorías y grupos de ideas representativos del resultado final del proceso de estructuración, alcanzado tras las diversas iteraciones realizadas de la revisión del estado del arte. Las categorías llevan asociado un código numérico secuencial (1,2,3, etc.), las sub-categorías llevan asociado un código numérico doble, el primer dígito es el de la categoría correspondiente, el segundo dígito es secuencial, finalmente, los grupos de ideas llevan asociado un código numérico triple, el primer dígito es el de la categoría correspondiente, el segundo dígito es el de la sub-categoría correspondiente y el tercero es secuencial. Los grupos de ideas de las categorías 6 y 7 se identifican con una expresión del tipo "6-7-\* -X", donde "\*" indica que esos grupos de ideas son comunes a ambas categorías y a todas sus sub-categorías y "X" es un número secuencial.

CATEGORÍAS	SUB-CATEGORÍAS	GRUPOS DE IDEAS
1.- Definiciones		
2.- Terminología	2.1.- Reserva para contingencia	
	2.2.- Colchón	
	2.3.- Holgura	
3.- Atributos	3.1.- Reserva	
	3.2.- Indicador de riesgo, incertidumbre y variación	
	3.3.- Indicador de los objetivos de la obra	
	3.4.- Indicador de los resultados de la obra	
	3.5.- Indicador de mejora continua	
	3.6.- Indicador de confianza organizacional	
4.- Tipos de reservas para contingencias	4.1.- Según el perfil del riesgo	4.1.1.- Reservas para cubrir amenazas y 4.1.2.- reservas para aprovechar oportunidades
	4.2.- Según quién soporta el riesgo	4.2.1.- Propiedad, 4.2.2.- diseñadores, 4.2.3.- empresa constructora
	4.3.- Según la fase de la obra	4.3.1.- Estudios, 4.3.2.- construcción
	4.4.- Según el recurso base de la reserva y el objetivo a proteger	4.4.1.- Alcance-calidad, 4.4.2.- tiempo, 4.4.3.- dinero, 4.4.4.- inventarios (materias primas), 4.4.5.- inventarios (obra en curso), 4.4.6.- capacidad, "plan buffers".
5.- Determinantes intrínsecos de gestión	5.1.- Inductores	5.1.1.- Factores de riesgo, 5.1.2.- factores de incertidumbre, 5.1.3.- causas de variación, 5.1.4.- causas de desviación, 5.1.5.- causas de las reservas
	5.2.- Objetivos de la obra	
	5.3.- Gestión dinámica	
	5.4.- Uso consistente	
	5.5.- Coste	
6.- Modelos de gestión (coste y tiempo)	6.1.- Juicio de expertos	6-7-*1.- Decisores, 6-7-*2.- tipos de reservas, 6-7-*3.- formato, 6-7-*4.- tamaño inicial, 6-7-*5.- actualización y aplicación.
	6.2.- Pautas predeterminadas	
	6.3.- Análisis por simulación	
	6.4.- Modelización paramétrica	
	6.5.- Otros	
7.- Modelos de gestión (inventarios y capacidad)	7.1.- Inventarios de materias primas y capacidad	
	7.2.- Inventarios de obra en curso	

**Tabla 3.4. Estructura del conocimiento existente: categorías, sub-categorías y grupos de ideas.**

El Anexo 3 (Resumen del proceso de estructuración) es formalmente una tabla de la base de datos de referencias bibliográficas. Presenta las referencias bibliográficas utilizadas específicamente para caracterizar el fenómeno investigado y su relación con las distintas categorías, sub-categorías y grupos de ideas representativos de la estructura del conocimiento existente. El Gráfico 3.5 presenta un ejemplo del resumen del proceso de estructuración.

CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN	Günhan y Arditi (2007)	Gurgun, Zhang y Touran (2013)	Hackney (1985)	Hartmann et al (2012)	Harbuck (2004)	Harper et al (2014)	Hart AIA (2007)	Hollmann (2010)
1. DEFINICIONES		X		X			X	X
2. TERMINOLOGÍA								
2.1. Reserva para contingencias		X	X		X	X	X	X
2.2. Colchón	X							
2.3. Holgura								
3. ATRIBUTOS								
3.1. Reserva		X	X				X	X
3.2. Indicador de riesgo, incertidumbre y variación	X	X	X				X	X
3.3. Indicador de los objetivos de la obra								
3.4. Indicador de los resultados de la obra		X						
3.5. Indicador de mejora continua								
3.6. Indicador de confianza organizacional								
4. TIPOS DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS								
4.1. Según el perfil del riesgo								
4.1.1. Reservas para cubrir amenazas	X	X	X		X	X	X	X
4.1.2. Reservas para valorar oportunidades								
4.2. Según quién soporta el riesgo								
4.2.1. Propiedad		X	X			X	X	X
4.2.2. Diseñadores							X	
4.2.3. Empresa constructora	X						X	

Gráfico 3.5. Ejemplo de resumen del proceso de estructuración.

### 3.3.- RESERVAS PARA CONTINGENCIAS. NATURALEZA, ATRIBUTOS Y TERMINOLOGÍA.

#### 3.3.1.- Definiciones y terminología.

Tal y como se expuso en el capítulo segundo son numerosas las definiciones recogidas por la literatura, la mayor parte de ellas son parciales, haciendo referencia a la naturaleza del recurso base que constituye la reserva (tiempo, dinero, capacidad, inventarios) y a su finalidad instrumental (absorber incertidumbre, proteger contra la variación, cubrir riesgos) o a su meta última (proteger ciertos objetivos del proyecto). A continuación se presentan algunas de ellas.

*“La cantidad de fondos, presupuesto o tiempo, que supere la estimación, necesarios para reducir el riesgo de sobrecostes de los objetivos del proyecto a un nivel aceptable para la organización.”* (PMI 2013 p. 352).

*“Una reserva para contingencias es un elemento de coste de un presupuesto que se define para cubrir la aparición de costes inesperados dentro del alcance del proyecto debido a una combinación de incertidumbres, intangibles y eventos futuros de ocurrencia altamente improbable, se basan en las decisiones de la dirección para asumir ciertos riesgos por la ocurrencia de esos eventos”* (Querns 1989 p. B9.1).

*“Una provisión específica de tiempo y dinero incluida en las estimaciones de un proyecto para cubrir la ocurrencia de eventos inesperados, su necesidad se evidencia en estudios estadísticos realizados a partir de datos históricos”* (Ahmad 1992 p. F5.1).

*“Las reservas para contingencias se definen generalmente como fuentes de financiación de eventos inesperados”* (Günhan y Arditi 2007 p. 492).

*“Una estimación de costes asociados con incertidumbres y riesgos identificados, la suma de estos costes se añade a la estimación base para completar el presupuesto total de costes del proyecto. Es esperable que las reservas para contingencias sean utilizadas durante el desarrollo del proyecto y el proceso de construcción”* (Molenaar et al. 2010 p. 8).

Russell et al. (2012) (p. 1) definen las reservas para contingencias de tiempo (ellos las denominan colchones de tiempo) como *“tiempo añadido a la duración de las tareas para compensar la incertidumbre y proteger contra la variación”*.

González et al. (2009) (p. 96) definen la obra en curso (WIP – “Work in progress”) como otro tipo de colchón (reserva para contingencia). Para estos autores el WIP como reserva para contingencia protege los procesos de la variabilidad y se define como *la diferencia entre el progreso acumulado de dos procesos consecutivos y dependientes, representando el trabajo que tiene por delante el equipo que realiza la actividad sucesora (es decir, unidades de obra todavía no ejecutadas pero que lo serán)*.

Godfrey (2004) (p. 38) introduce en su definición algunos aspectos adicionales. Para este autor las reservas para contingencias *“son necesarias para proveer recursos adicionales de gestión a fin de responder a la incertidumbre o a la ocurrencia de hechos inesperados. Son una provisión esencial en todo tipo de proyectos de construcción -incluso en los más pequeños- y hay tres tipos fundamentales:*

- *Tolerancia en las especificaciones.*
- *Holgura en el programa.*
- *Dinero en el presupuesto”.*

De forma ambigua pero más amplia en cuanto al recurso que constituye la reserva para contingencia, para Howell (2012) (p. 1), *“las reservas para contingencias son colchones que absorben el impacto de la incertidumbre”*. Y de una forma más genérica, Alves y Tommelein (2004) (p. 2) las definen como *“colchones de recursos, es decir, dinero, tiempo, materiales, espacio, etc., usados para proteger los procesos contra la variación y la escasez de recursos”*.

Otros autores como Anderson et al. (2009) introducen en su definición una idea esencial del concepto: la incertidumbre relacionada con la consecución de los objetivos de la obra. Efectivamente, para ellos las reservas para contingencias no son solo sumas de dinero o planes alternativos, sino la distribución de probabilidad de los resultados del proyecto, dadas ciertas restricciones internas del mismo y una estimación razonable de la probabilidad de ocurrencia de eventos externos.

Moselhi (1997) y Querns (1989) definen las reservas para contingencias como un parámetro inversamente proporcional al riesgo asumido, relacionando así el concepto con el apetito por el riesgo de la empresa constructora (de forma similar a la definición antes aportada de PMI 2013). De forma similar, para Smith y Bohn (1999) y Laryea y Hughes (2011), las reservas para contingencias de coste son una forma de valorar económicamente los riesgos de una obra.

Otro documento iniciático -Hackney (1985)- define las reservas para contingencias (sin nombrarlas explícitamente), al reclamar la asignación de fondos para cubrir necesidades económicas relevantes que no pueden ser específicamente definidas en el momento de efectuar la planificación inicial de una obra.

En este punto es relevante aclarar las diferencias entre tres conceptos que pueden llegar a confundirse: reserva para contingencias (“Contingency”), provisiones (“Allowances”) y fondos de reserva (“Reserves”). Para Noor y Tichacek (2009) las reservas para contingencias (de costes) se establecen con el fin de mitigar o eliminar los efectos adversos de hechos inesperados o infra-estimados, su fin es cubrir riesgos. Por otra parte las provisiones (partidas alzadas) se establecen con el fin de contar con fondos para afrontar elementos del proyecto que están dentro del alcance de la obra y se conocen con antelación, aunque no con el suficiente detalle para definir su coste con precisión; las provisiones no están relacionadas con ningún riesgo. Por fin, los fondos de reserva; habitualmente se tipifican como fondos de uso discrecional que pueden ser aplicados por la alta dirección con los propósitos que estimen oportunos; a diferencia de las reservas para contingencias su uso es ajeno al equipo de obra.

Como se puede apreciar algunas de las definiciones anteriormente expuestas utilizan para denominar el concepto el término “reserva para contingencia”, otras lo designan como “colchón” e incluso la última ni siquiera lo verbaliza. La expresión “reserva para contingencia” (utilizada en este estudio en sentido general) surgió al referirse a un tipo concreto: aquellas reservas cuyo recurso base es el dinero, mientras que el término “colchón” se utilizaba fundamentalmente al hablar de todas aquellas reservas constituidas por otros recursos y enfocadas esencialmente a absorber la variabilidad intrínseca de los procesos constructivos, pero en definitiva la idea subyacente es la misma: reservas de recursos (el dinero lo es) constituidas para cubrir riesgos, absorber incertidumbre o variabilidad y en definitiva proteger los objetivos del proyecto.

La literatura presenta varios indicios de la intercambiabilidad de ambos términos. El glosario de PMBoK (PMI 2013) remite a “reservas”, tanto al consultar el término “colchón” como al consultar el término “reserva para contingencias”. Por otra parte la definición antes presentada de Howell (2012) liga ambos términos, poniendo de manifiesto su estrecha relación. A un nivel más de concepto, Russell et al. (2012) establecen un paralelismo entre las reservas para contingencias de coste y los colchones de tiempo, al asumir que la mayor parte de los factores determinantes de las primeras también lo son de los colchones de tiempo.

Chapman y Ward (2003) no mencionan explícitamente el concepto de reserva para contingencias, pero sí tácitamente al referir la existencia de desviaciones deliberadamente pesimistas u optimistas en las estimaciones para absorber la incertidumbre. Para estos autores, el ajuste de las desviaciones es especialmente complejo; las desviaciones pueden ser conscientes o inconscientes, pesimistas u optimistas y los indicios de ellas pueden estar disponibles o no. Estas desviaciones se agravan si las actividades relacionadas no están bien definidas, son relativamente novedosas o complejas, o no ha habido oportunidad de realizar una estimación de calidad. De acuerdo a su propia definición, las “desviaciones” de Chapman y Ward (2003) no son sino otro término para designar el concepto de reserva para contingencias (en su caso ocultas en mediciones o precios unitarios).

Para concluir con el aspecto terminológico, existen en la literatura algunas referencias que utilizan otras expresiones para referirse al concepto, así Householder y Rutland (1990), Popescu y Jerz (2008) o Winter y Calvey (2008) utilizan el término “holgura” para designar los colchones de tiempo, coherentemente con la terminología propia de “Camino Crítico”.

Las aquí expuestas no son sino un ejemplo de las numerosas definiciones del fenómeno investigado propuestas por la literatura, suficientes para poner de manifiesto la complejidad del concepto de reservas para contingencias, su variedad de atributos, tipos e incluso términos utilizables. Sobre todos estos aspectos se profundizará a lo largo de este capítulo.

### 3.3.2.- Naturaleza y atributos.

Baccarini (2006) destaca cuatro atributos clave de las reservas para contingencias de costes, atributos que en línea con el paralelismo que según Russell et al. (2012) existe entre las reservas para contingencias de costes y los colchones de tiempo, pueden ser extrapolados a otros tipos de reservas para contingencias.

#### RESERVA.

La reserva para contingencia de coste es una reserva de dinero (PMI 2013). Este es quizá el componente más comúnmente aceptado de las reservas para contingencias de costes (Baccarini 2005a).

El paralelismo con otras reservas es claro: los colchones de tiempo, obra en curso, materias primas, horas-hombre, etc., son también reservas, en cada caso de un recurso diferente.

#### INDICADOR DE RIESGO E INCERTIDUMBRE.

La necesidad y la cantidad de una reserva para contingencias refleja la existencia de riesgo e incertidumbre en los proyectos, incertidumbre acerca de qué construir (los objetivos), cómo construirlo (los medios), el flujo de trabajo y la disponibilidad de recursos (Howell y Ballard 1998, Howell 2012). Por tanto, la provisión de cualquier reserva para contingencias es una herramienta de gestión de riesgos e incertidumbre y un indicador de su existencia y magnitud.

En el capítulo segundo se argumentó que la variabilidad (variación) de los procesos y la interdependencia entre actividades tienen un carácter intrínseco en la construcción y provocan incertidumbre sobre el flujo de trabajo. Wambeke et al. (2011) definen la variación de la duración de los procesos constructivos como la diferencia de tiempo entre lo que estaba planificado y lo ocurrido realmente en cuanto al momento de comienzo de las tareas y su duración; una definición extrapolable a otros parámetros: coste, alcance, calidad. Tal y como se expondrá más adelante, ciertas reservas para contingencias tratan de absorber directamente la variación, una de las causas-raíz de la incertidumbre, es por ello por lo que la generalización del atributo propuesto por Baccarini (2006) podría ser INDICADOR DE RIESGO, INCERTIDUMBRE Y VARIACIÓN.

#### INDICADOR DEL NIVEL DE COMPROMISO TOTAL.

La inclusión de reservas para contingencias en un presupuesto significa que la estimación representa el compromiso financiero total para el proyecto. La reserva para contingencias debería evitar la necesidad de fondos adicionales y reducir el impacto de sobrepasar el coste objetivo. Este argumento de Baccarini (2006) podría expresarse en torno a los colchones de tiempo de forma similar: la inclusión de colchones de tiempo en un programa de trabajos significa que la estimación representa el plazo de ejecución máximo de la obra. El colchón debería evitar la necesidad de prorrogar la obra y reducir el impacto de sobrepasar la fecha de finalización objetivo.

Baccarini (2006) aborda la cuestión desde la perspectiva de una propiedad que invierte en un proyecto de construcción, de ahí que hable de “nivel de compromiso total” como expresión del volumen máximo de la inversión. Desde la perspectiva de la empresa constructora el “nivel de compromiso total” no es otra cosa que los objetivos de coste, plazo de ejecución y alcance-calidad de la obra, por lo que en el contexto de la presente investigación este atributo se podrá formular como “INDICADOR DE LOS OBJETIVOS DE LA OBRA”.



## INDUCTOR DEL RESULTADO DEL PROYECTO.

Baccarini (2006) destaca como una reserva para contingencias puede tener un impacto fundamental en los resultados de un proyecto para su promotor. Si la reserva es demasiado alta podría inducir una gestión de costes poco rigurosa, provocando pérdidas e incluso la cancelación del proyecto, además de comprometer fondos que no estarían disponibles para otras actividades; si la reserva es demasiado baja la gestión sería demasiado rígida, el entorno financiero sería irreal y los resultados económicos insatisfactorios. En la misma línea, Ahmad (1992) afirma que si las reservas para contingencias no se definen de forma razonable se puede echar a perder una obra que en otras circunstancias sería viable, y si no se establecen de forma suficiente se podrían producir graves problemas financieros. Günham y Arditi (2007) observan que si las reservas para contingencias de costes son excesivas pueden reducir la capacidad de los contratistas para licitar otros proyectos. Lhee et al. (2012) afirman que si la reserva para contingencias de costes es demasiado alta el resultado de la obra puede no ser el óptimo y/o pueden inmovilizarse fondos que serían necesarios para otras obras, mientras que si son demasiado bajas, los resultados de la obra pueden ser insatisfactorios y/o los fondos destinados a su financiación insuficientes.

Baccarini (2006) se centra en las reservas para contingencias de costes que establece la propiedad de cualquier proyecto de construcción, en el apartado siguiente se tratarán con detalle los distintos tipos de reservas para contingencias recogidos por la literatura – clasificadas bajo diferentes criterios-, no obstante, este argumento también podría expresarse en torno a los colchones de tiempo y para el caso de una empresa constructora de la siguiente forma:

Un colchón de tiempo puede tener un impacto fundamental en los resultados de una obra para la empresa constructora. Si el colchón es excesivo podría inducir una gestión relajada de la obra, provocando pérdidas económicas e incluso la suspensión del contrato por parte de la propiedad, además de comprometer recursos que no estarían disponibles para otras obras; si el colchón es escaso la gestión sería demasiado rígida, la planificación sería irreal y el objetivo de plazo podría no alcanzarse.

En el capítulo segundo se planteó la duda de Howell (2012) sobre el posible desperdicio que podría suponer destinar recursos a reservas para contingencias. Horman y Kenley (1998) aportan un interesante esfuerzo por discernir si los colchones son un desperdicio (en el sentido que al término le da “Lean Thinking”) o no. Para estos autores, la reducción de ciertos colchones (inventarios, tiempo) sí podría inducir un mejor resultado del proyecto (serían por tanto un desperdicio), sin embargo defienden la necesidad de contar alternativamente con otros colchones (los de capacidad) para absorber la variabilidad de los procesos y mejorar así el rendimiento del proyecto. Espino et al. (2012) y Koskela (1992) también defienden que ciertos colchones (los inventarios) son un desperdicio, pero incluso en un entorno de producción “pull” son necesarios los colchones para garantizar el resultado del sistema productivo (Hopp y Spearman 2011); así, Howell (2012) destaca que para concluir una obra en plazo y dentro del presupuesto se deben definir colchones, más aún, avanzar en una obra sin colchones es avanzar hacia el desastre.

A partir de otras referencias adicionales a las de Baccarini (2006) se pueden describir otros atributos del concepto.

## INDUCTOR DE MEJORA CONTINUA.

En relación al papel de las reservas para contingencias en la mejora de procesos, Ballard y Howell (1998) establecen un paralelismo entre el objetivo de *Jidoka* en manufactura (un producto no avanza en la línea de producción si presenta problemas de calidad) y el de

*Last Planner*® (solo se programan actividades que deban ejecutarse y que puedan ejecutarse con fiabilidad, es decir asignaciones de calidad). Ambas metodologías provocan que los problemas salgan a la luz y se puedan resolver, por lo que la calidad y la eficiencia de los procesos aumentan. Los problemas salen a la luz en el caso de la manufactura porque se trabaja con reducidos (o nulos) niveles de inventario (“Work-in-progress”, inventario de producto terminado o de materias primas). De forma simétrica, se podría pensar que la reducción de los niveles de reservas para contingencias puede provocar que afloren los problemas en construcción, en este sentido Ballard (2005) (p. 33) reivindicó para los colchones un papel en la mejora de las organizaciones: permiten aprender, experimentar, pues tal y como expresa la conocida frase de Ohno: “*Cuando baja el nivel del río, las rocas quedan al descubierto*”. Russell et al. (2012) defienden que analizar y comprender las causas-raíz de los colchones permite descubrir las áreas con problemas y mejorar. En la misma línea, Howell y Ballard (1996) aseguran que los colchones grandes reducen la necesidad de planificar de forma fiable, pues permiten que el trabajo se haga a pesar de que el flujo sea incierto; los colchones grandes aportan flexibilidad y enmascaran la extensión de la incertidumbre porque los actuales sistemas de planificación fallan a la hora de controlar el flujo. Ante esta idea de Howell y Ballard (1996), Alves y Tommelein (2004) apostillan que la definición de los colchones (el tipo, la ubicación, el tamaño) en una cadena de suministro es un importante factor para revelar las ineficiencias del sistema y conseguir en última instancia el flujo continuo (uno de los ideales “Lean”).

Tommelein y Weissenberger (1999) también consideran que los colchones tienen un papel en la mejora de procesos. Una técnica para reconocer, gestionar y minimizar hasta un grado razonable la variabilidad y la incertidumbre del flujo de producción es reducir la cantidad de colchón entre diferentes pasos de un proceso para ver y aprender en qué medida es necesario. Los esfuerzos para mejorar los procesos se pueden focalizar así en aquellos pasos cuyo impacto sobre la eficiencia del sistema en su conjunto sea más significativo.

No obstante, Howell (2012) hace un llamamiento a la prudencia, pues según él, reducir las reservas para contingencias es un camino fácil pero corto hacia la mejora, pues la competencia hará que se agote esa vía más pronto que tarde, debiendo adoptar a continuación métodos más innovadores para mejorar.

Sin duda hay un amplio margen para la investigación del papel que pueden jugar las reservas para contingencias en la mejora de los procesos y las organizaciones, pero de forma previa es necesario conocer con precisión cómo gestionan en realidad las empresas constructoras estas reservas.

A partir de los dos anteriores atributos, la IMPORTANCIA de las reservas para contingencias para las empresas constructoras se concreta a dos niveles. A nivel operativo son un factor de éxito de los proyectos (Baccarini 2006), aspecto ciertamente relevante, sobre todo teniendo en cuenta que no alcanzar los objetivos de la obra es algo que ocurre con asiduidad (Al Bahar y Crandall 1990, Yeo 1990, Leach 2003, Harbuck 2004, Zhao 2006, Lhee et al. 2012). Pero a nivel estratégico, podrían erigirse en un parámetro inductor de mejora continua en las empresas (Russell et al. 2012), pues tal y como se expuso en la conclusión del capítulo segundo, su valor estratégico radica en el potencial de transformación que tendría una metodología optimizada de gestión de reservas de contingencias. Tal metodología podría devenir en un elemento tractor de mejora continua en la empresa constructora.

#### INDICADOR DE CONFIANZA ORGANIZACIONAL.

Los ya citados en el capítulo segundo Covey y Merrill (2006), destacan la gran importancia de la confianza dentro de las organizaciones y como uno de los principales beneficios de la generación de un clima de confianza sería la eliminación de redundancias. En

este contexto, las redundancias serían recursos dotados en exceso en relación con un determinado proceso, recursos que podrán ser finalmente utilizados o no dependiendo de las circunstancias. Las redundancias serían por tanto una forma de absorber la incertidumbre relacionada con el proceso en cuestión, las redundancias serían de hecho reservas para contingencias, por lo que tomando como base argumental la visión de Covey y Merrill (2006), la confianza dentro de las organizaciones permitiría reducir las reservas para contingencias. Pero el exceso de confianza o la confianza irracional también puede traer consecuencias negativas a la organización (en este caso a la obra) (Solomon y Flores 2001) o expresado en términos de reservas para contingencias, su reducción excesiva puede comprometer el éxito de la obra (Ahmad 1992, Baccarini 2006). En la misma línea Howell (2012) considera que reducir las reservas para contingencias reduce la resiliencia de las organizaciones y por tanto su capacidad para responder ante hechos inesperados.

Sin embargo Slauson (2005) y Smith y Rybkowski (2012) destacan que los métodos tradicionales de desarrollo de proyectos ya tratados en el capítulo segundo (particularmente diseño-licitación-construcción) fomentan la desconfianza y el establecimiento de unas relaciones entre las partes basadas en la controversia, tanto entre propiedad y contratista general como entre este último y sus sub-contratistas. En este contexto, mayor desconfianza implica mayor incertidumbre, incertidumbre que debe ser absorbida con reservas para contingencias (o redundancias en palabras de Covey y Merrill (2006)). En apartados posteriores se describirá el papel del contrato como factor de riesgo y por tanto como inductor de reservas para contingencias.

Más adelante se describirá el estudio de Russell et al. (2012) sobre las causas de los colchones de tiempo. Solo apuntar aquí que algunas de las causas que identificaron tienen que ver con el nivel de confianza existente entre diversos miembros del equipo de obra, hecho este que corrobora el papel de las reservas para contingencias como indicador de confianza organizacional.

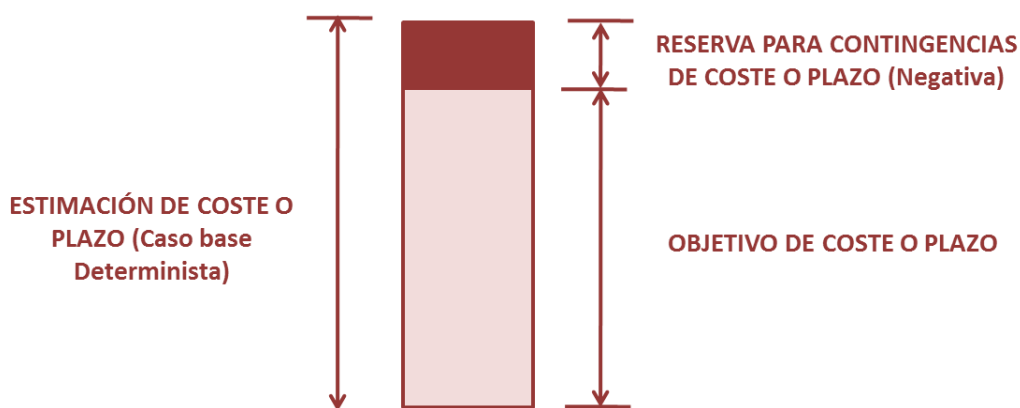
Los atributos aquí expuestos caracterizan la naturaleza del objeto investigado, naturaleza de la que se derivarán una serie de factores intrínsecos determinantes de su gestión que serán descritos con detalle en un apartado posterior.

### **3.4.- CATEGORIZACIÓN DE LAS RESERVAS PARA CONTINGENCIAS.**

#### **3.4.1.- Criterio de clasificación 1: perfil del riesgo.**

Un riesgo es un evento futuro de ocurrencia incierta que de concretarse puede tener un impacto negativo o positivo sobre la obra (Al-Bahar y Crandall 1992, Dake 1992, Chapman y Ward 2003, Cabano 2004, ISO 31000 2010, PMI 2013); esta sería una definición coherente con el primer enfoque de Hillson (2002) que se expuso en el capítulo segundo (el segundo enfoque de este autor reservaría al término “riesgo” el carácter negativo). Efectivamente, si el riesgo global residual apreciado en una obra (es decir, la valoración del impacto conjunto de todos los riesgos residuales en el coste y en el plazo de la obra) tuviera el sesgo de amenaza, de concretarse incrementaría el coste y/o el plazo de ejecución de la obra, por lo que de acuerdo con las definiciones de reserva para contingencias aportadas en apartados anteriores, una forma de cubrir ese riesgo global (amenaza) sería definir objetivos de coste y/o plazo de ejecución más conservadores, es decir objetivos cuantitativamente por encima de las estimaciones deterministas (caso base); en este caso la reserva para contingencias

correspondiente tendría signo positivo, lo que representaría la valoración de una amenaza para la obra como mayor coste y/o plazo de ejecución a fin de proteger los objetivos de coste, plazo o alcance-calidad. Pero si el riesgo global residual apreciado en una obra tuviera el carácter de oportunidad, de concretarse reduciría el coste y/o el plazo de ejecución en relación al estimado en el caso base (determinista), por lo que de acuerdo con las definiciones de reserva para contingencias aportadas, una forma de valorar ese riesgo (oportunidad) sería definir objetivos de coste y/o plazo de ejecución más ambiciosos, es decir, objetivos cuantitativamente por debajo de las estimaciones deterministas; en este caso la reserva para contingencias correspondiente tendría signo negativo, lo que representaría la valoración de una oportunidad como menor coste y/o plazo de ejecución con el fin de optimizar los objetivos de coste, plazo o alcance-calidad. El Gráfico 3.6 representa este argumento para el caso de las reservas para contingencias de coste y plazo negativas.



**Gráfico 3.6. Reservas para contingencias negativas de coste y plazo de ejecución.**

Cuando el recurso de base de la reserva es el alcance-calidad de la obra, siempre que la empresa constructora tuviera la capacidad y la voluntad de definir de forma absoluta el objetivo correspondiente, el signo aritmético de la reserva correspondiente operaría de forma inversa. En caso de que la empresa constructora identificase amenazas cuya materialización implicase reducir el alcance-calidad de la obra, el objetivo correspondiente debería ser más conservador, es decir, cuantitativamente “menor” (siempre que fuera posible cuantificarlo con precisión), por lo que las reservas para contingencias correspondientes serían negativas, lo que representaría la valoración de una amenaza como menos alcance-calidad. Por el contrario, en la circunstancia de apreciar oportunidades para el alcance-calidad de la obra, el objetivo correspondiente debería ser más ambicioso, es decir, cuantitativamente “mayor”, por lo que las reservas para contingencias correspondientes serían positivas, lo que representaría la valoración de una oportunidad para la obra como más alcance-calidad. No obstante, bajo este argumento subyace la lógica expresada al principio del párrafo, lógica que tal y como se argumentará al tratar específicamente las reservas para contingencias de alcance y calidad, se puede concretar de diversas formas.

El doble aspecto del concepto de riesgo –amenaza u oportunidad- derivada de su propia definición (“*un riesgo es un evento o condición incierta que, si sucede, tiene un efecto en por lo menos uno de los objetivos del proyecto*” (PMI 2013 p. 381)), permite abstraer la existencia de reservas para contingencias de signo aritmético diferente relacionadas con cada uno de los dos perfiles de riesgo, una idea que ya se anticipó en el capítulo segundo al tratar las posibles respuestas a los riesgos positivos (las oportunidades). No obstante, la mayor parte de los autores no consideran el aspecto positivo del riesgo (las oportunidades), hasta el punto de que en muchos casos utilicen el término riesgo con una connotación claramente negativa,

como sinónimo de amenaza (Dake 1992). En esa línea Chapman y Ward (2003) destacan que focalizar la atención en las amenazas implanta en las empresas una visión restrictiva en relación a la gestión de oportunidades.

A pesar de que existen numerosas referencias que destacan la importancia de la gestión de oportunidades en los proyectos (Hillson 2002, Leach 2003, Godfrey 2004, Molenaar et al. 2010, Laryea y Hughes 2011, Lechler et al. 2012, PMI 2013), coherentemente con el sesgo descrito, la literatura afronta el concepto y la gestión de reservas para contingencias desde la perspectiva de la gestión de amenazas y no de oportunidades. De hecho, no se han hallado referencias explícitas sobre la existencia de reservas para contingencias cuyo fin sea gestionar oportunidades y no amenazas; solo se han encontrado seis referencias que implícitamente recogen o apuntan la posibilidad de que existan reservas para contingencias para gestionar oportunidades:

- La primera corresponde a Rooke et al. (2004). En el capítulo segundo se expuso que según estos autores las empresas constructoras planifican las reclamaciones desde la fase de licitación, caracterizando los errores de diseño detectados como oportunidades para la introducción de modificados. Así, una posible conclusión de las ideas de estos autores, sería que mientras las reservas para contingencias positivas (una cantidad de dinero, tiempo o recursos adicional) cuantifican el riesgo (amenaza) que la empresa no está dispuesta a asumir, la valoración de las oportunidades se expresa como una reducción del coste o del plazo de ejecución por debajo de los valores “teóricos” (es decir, suponiendo que la solución de diseño que presenta deficiencias sí fuera viable), lo que se puede visualizar por tanto como una reserva para contingencia negativa.
- En una línea similar, Laryea y Hughes (2011) (p. 255) aseguran *que “si los directores confían en el trabajo del departamento de estudios y quieren conseguir la obra, podrían valorar parcialmente en la oferta el riesgo residual (es decir incluir reservas para contingencias en la oferta) y asumir el resto, confiando en poder gestionarlo mediante oportunidades durante la fase de construcción”*. La asunción del resto del riesgo residual puede interpretarse como una reserva para contingencias de signo negativo que valora las oportunidades tenidas en cuenta de una forma “voluntarista” durante la fase de licitación.
- Como se describirá más adelante Mak y Picken (2000) consideran poco recomendable la utilización de una reserva para contingencias de costes definida como un porcentaje global de los costes de la obra. Para justificar su visión aportan diversas razones, una de ellas tiene que ver con que el porcentaje añadido representa el potencial de riesgo negativo (amenaza) no indica el potencial para reducciones de costes (oportunidades) y podría por tanto esconder la mala gestión del proyecto. En su afirmación subyace la idea del doble perfil del riesgo y cómo habitualmente las reservas para contingencias de costes son positivas y por tanto relacionadas con amenazas.
- Chapman y Ward (2003) destacan la existencia de desviaciones deliberadamente pesimistas u optimistas en las estimaciones para absorber la incertidumbre. El trabajo de Chapman y Ward (2003) es particularmente destacable, pues más allá de utilizar otro término para designar el concepto de reserva para contingencias (desviaciones), introduce lo ya argumentado en este punto: las desviaciones pueden ser pesimistas u optimistas, es decir, las reservas para contingencias pueden cubrir tanto amenazas como oportunidades. Otra idea interesante de Chapman y Ward (2003) es su argumento respecto a la interrelación entre amenazas y oportunidades. En raras ocasiones pueden ser gestionadas separadamente, pues son como dos caras de una misma moneda, la mayor parte de las situaciones involucran tanto amenazas como oportunidades.

- La cuarta referencia corresponde a Leach (2003), quien indica que las oportunidades identificadas pueden inducir desviaciones negativas (de signo negativo) en la programación de trabajos y en el presupuesto.
- Finalmente, Chan y Au (2009) efectúan un estudio sobre diversos contratistas con el fin de analizar qué factores de riesgo, que puedan afectar al plazo de ejecución de una obra, contemplan en la preparación de las ofertas en los procesos de licitación. También trataron de determinar cómo traducen esos factores a coste en sus ofertas. Estos autores hallaron que ciertos factores de riesgo puede hacer que los contratistas incrementen sus precios (inducirían una reserva para contingencias positiva, es decir para cubrir una amenaza) o bien que los reduzcan (por lo que en este caso inducirían una reserva para contingencias negativa, es decir para aprovechar una oportunidad).

El objetivo de este punto era aportar una base teórica que sustente la exploración de la gestión de oportunidades con reservas para contingencias por parte de las empresas constructoras. Adicionalmente se han presentado distintos tipos teóricos de reservas para contingencias directas que serán tratadas a continuación, entendiendo como reservas directas aquellas cuyo recurso de base se expresa en la misma dimensión que el objetivo a proteger (coste-coste, plazo-plazo, alcance-alcance). Adicionalmente, es importante tener en cuenta que tal y como se detallará posteriormente, las reservas para contingencias suelen definirse con un enfoque multi-objetivo, por lo que es posible que una reserva para contingencias concreta – positiva o negativa- tenga como fin fundamental proteger un objetivo de la obra que se exprese en una dimensión diferente a la del recurso base de la reserva (coste-plazo, plazo-coste, alcance-coste, etc.), en cuyo caso se estará ante reservas para contingencias cruzadas. La realidad de estas reservas se manifestará de forma diferente en función de cada escenario concreto (dueño de la reserva, fase de la obra, recurso de base de la reserva, modelo de desarrollo de proyectos, etc.), por lo que es posible que no en todas las circunstancias tenga sentido práctico la existencia de todas las reservas para contingencias con potencial de existencia teórico.

#### **3.4.2.- Criterio de clasificación 2: quién soporta el riesgo.**

El alcance de este trabajo se centra en la empresa constructora, en investigar cómo gestiona la empresa constructora los riesgos de la obra mediante reservas para contingencias, pero en este punto es importante recordar algo ya tratado en el capítulo segundo: en ciertos escenarios pueden existir perspectivas de riesgo (Smith y Bohn 1999), pues cada parte (la propiedad, el proyectista, la empresa constructora y los subcontratistas) perciben sus propios riesgos y no necesariamente los de las otras partes, idea también destacada por otros autores como Chapman y Ward (2003). Relacionada con esta visión está el concepto de propiedad del riesgo Godfrey (2004). Para este autor, el término propiedad del riesgo tiene variedad de significados, entre otros los siguientes:

- Participar en el beneficio o en el daño que pueda derivarse de la actividad que induzca al riesgo.
- Ser responsable de rendir cuentas sobre el riesgo.
- Asumir total o parcialmente el beneficio o el daño que pueda provocar la materialización del riesgo.

También en relación a la propiedad del riesgo ISO 31000 (2010) (p. 9) apunta que el *dueño del riesgo* es la *persona o entidad que tiene la responsabilidad y autoridad para gestionarlo*.

Todo ello a pesar de que cuando un riesgo se concreta, su efecto raramente se circunscribe a una única organización, por ello es tan complicado definir con exactitud al propietario del riesgo.

En coherencia con lo anterior, se puede hablar de reservas para contingencias de la propiedad, de los proyectistas o de la empresa constructora, en función del “dueño” del riesgo que la reserva pretende cubrir (Hart 2007). Householder y Rutland (1990) defienden además que debe respetarse este paralelismo: el “dueño” del riesgo debe ser el responsable de gestionar la holgura relacionada, sin embargo Winter y Calvey (2008) defienden la idea opuesta, pues para ellos la holgura del proyecto debe ser compartida por todos los participantes.

Es destacable como una buena parte de los artículos analizados se centran en las reservas para contingencias desde el punto de vista de la propiedad, otros son inespecíficos y menos numerosos son los que se centran particularmente en la empresa constructora; no obstante, una buena parte de las ideas propuestas para caracterizar las reservas para contingencias desde el punto de vista de la propiedad son extensibles a la empresa constructora.

### **3.4.3.- Criterio de clasificación 3: fase del proyecto.**

De forma amplia y desde el punto de vista de la empresa constructora, un proyecto de construcción comienza en el momento en el que la empresa toma contacto por primera vez con el cliente concreto y concluye en el momento en el que el correspondiente contrato formalizado entre cliente y contratista (en el caso de resultar adjudicataria) deja de tener efectos legales. No es objeto de este trabajo analizar pormenorizadamente el ciclo de vida de un contrato de construcción, fundamentalmente porque tal y como se ha detallado en el capítulo segundo existe una gran variedad de modalidades contractuales y de modelos de desarrollo de proyectos que representan a su vez diversos modos de relación entre el contratista y la propiedad.

No obstante, el modelo de desarrollo de proyectos de construcción más habitual (diseño-licitación-construcción) define de forma tácita las dos fases fundamentales de un proyecto de construcción para una empresa constructora en este contexto: la FASE de LICITACIÓN y la FASE de CONSTRUCCIÓN, distinción coherente con la visión de Rutgers y Haley (1997) expuesta en el capítulo segundo.

Ya se ha argumentado la escasez de investigaciones empíricas en torno a las reservas para contingencias, escasez que es aún más acusada en torno a la fase de construcción. A continuación se presentan los hallazgos fundamentales de los dos estudios empíricos más completos que han sido identificados focalizados en la empresa constructora: Laryea y Hughes (2011) en relación a la fase de licitación y Ford (2002) acerca de la fase de construcción. Ambos estudios se refieren a reservas de contingencias de costes, entendiendo como tal aquellas cuyo recurso base es el dinero.

En el capítulo primero se citó a Laryea y Hughes (2011) para defender la necesidad de conocer la práctica actual de las empresas constructoras previamente a sugerir métodos optimizados de gestión de reservas para contingencias. Estos autores desarrollaron dos estudios de caso con sendas empresas constructoras a fin de caracterizar el proceso de licitación. Un punto de partida fundamental de su investigación es la idea de Yeo (1990) y Smith y Bohn (1999) (una idea que posteriormente también defendieron Kim et al. 2013) acerca de que las empresas constructoras son renuentes a valorar el riesgo en sus ofertas (es decir, son renuentes a incluir reservas para contingencias) para no perder competitividad, prefiriendo

acotar el riesgo con cláusulas contractuales; o bien, como plantean Rooke et al. (2004), las empresas tratan de conseguir el contrato para posteriormente recuperar el coste no valorado del riesgo a través de reclamaciones previamente diseñadas. En este mismo sentido Yeo (1990) asegura que en ciertas circunstancias existe una tendencia a eliminar las reservas para contingencias en los estudios, pues son consideradas como "grasa". Querns (1989) expresó la estrategia de definición de reservas para contingencias de coste por parte de las empresas constructoras durante la licitación de las obras como un equilibrio entre el riesgo de incurrir en sobrecostes y la probabilidad de conseguir el contrato, en definitiva, las reservas para contingencias de costes en esta fase representan la prima que la propiedad debe pagar para inducir al contratista a aceptar el riesgo de superar los costes estimados.

No obstante, y a pesar de que coherentemente con la idea anterior, en ocasiones el precio final ofertado no incluya de forma explícita la valoración del riesgo (es decir, no incluya reservas para contingencias explícitas), Laryea y Hughes (2011) identificaron que las reservas para contingencias de coste se aplican en tres niveles durante la preparación de una oferta: por una parte los técnicos de estudios incluyen colchones no explícitos en los costes unitarios y en las mediciones para compensar posibles errores de estimación, por otra parte, los departamentos de estudios incluyen una reserva global para cubrir los riesgos identificados y finalmente la dirección incluye una reserva para cubrir los riesgos residuales o no identificados. Desde el punto de vista de las características del concepto en sí, el trabajo de Laryea y Hughes (2011) introduce dos variables de gestión de reservas para contingencias que no son habitualmente tratadas por otros autores:

- (1) El decisor. Efectivamente, según estos autores, perfiles profesionales concretos, personas o grupos de personas con unas características específicas son los que toman las decisiones sobre las reservas, sobre distintos tipos de reservas.
- (2) Las reservas tienen un formato que es predeterminado por el decisor (oculto o no, global o detallada).

Smith y Bohn (1999) añaden que en general los departamentos de estudios de las empresas constructoras no suelen utilizar reservas para contingencias explícitas, entendiendo como tal una línea de un presupuesto estimada como un porcentaje de un coste total o parcial. En realidad los contratistas tienden a proteger sus presupuestos de otra forma, siempre que aprecian incertidumbre sobre el coste de una cierta unidad de obra introducen ajustes sobre el precio o las mediciones. Esto no se ve como una reserva para contingencia, sino como una adaptación de las condiciones de trabajo.

Andi (2004) considera un error la renuencia por parte de los contratistas a valorar el riesgo en sus ofertas para que estas sean más competitivas, pues así no se reducen las reservas para contingencias, solo se ignoran o simplemente no se hacen explícitas. Pero no se debe confundir ignorar las reservas con reducirlas. Reducir eficazmente las reservas requiere que en primer lugar los contratistas conozcan la exposición al riesgo en cada obra y después decidir el volumen de reserva para contingencias apropiado.

No se han encontrado estudios similares efectuados durante la fase de construcción, no obstante cabe plantearse si las empresas seguirán en esa fase un esquema similar al descrito por Smith y Bohn (1999) y Laryea y Hughes (2011) para la fase de estudios.

Continuando en esta misma línea de investigación, Laryea y Lubbock (2014) reconocen el importante papel de los subcontratistas como proveedores de información económica durante las licitaciones y analizan de qué forma estas empresas valoran el riesgo en las ofertas que remiten a sus clientes (las empresas constructoras) para que estos preparen a su vez sus ofertas. Las conclusiones de su investigación es que –al igual que los contratistas generales-



no es frecuente que los subcontratistas definan reservas para contingencias explícitas, sino que suelen incluirlas en las mediciones o en los precios unitarios. De forma similar a lo planteado para el estudio de 2011, cabe preguntarse en qué medida se apoyan las empresas constructoras en los subcontratistas durante la planificación inicial de las obras y por tanto en la definición de reservas para contingencias.

Ford (2002) también parte de la necesidad de basar los modelos de gestión de reservas para contingencias en resultados empíricos. Su investigación se centró en nueve estudios de caso cuya unidad de análisis era el jefe de obra o director de proyecto, la persona que toma decisiones en torno a reservas para contingencias de costes a lo largo de la ejecución de un proyecto (fase de construcción). Seis personas trabajaban en empresas promotoras y tres en empresas constructoras. Los datos se obtuvieron a través de entrevistas semiestructuradas. Los principales hallazgos de esta investigación fueron los siguientes:

- (i) los decisores no utilizan métodos analíticos o formales, ni procedimientos explícitos de gestión de reservas para contingencias,
- (ii) las herramientas de gestión de proyectos no se utilizan para la gestión de las reservas para contingencias,
- (iii) las prácticas de gestión de las reservas para contingencias no están documentadas ni se comparten con el equipo de la obra (idea que Zhao 2006 también suscribe),
- (iv) los decisores suelen ocultar las reservas para contingencias para proteger su propiedad,
- (v) los métodos de gestión utilizados residen esencialmente en la mente de los decisores, quienes gestionan las reservas para contingencias en base a su experiencia o a su intuición, pero no de forma casual, sino intencionadamente con el fin de mantener los fondos bajo su control.

El estudio de Chapman y Ward (2003) es en parte coincidente con algunas de estas conclusiones, pues tal y como ya se ha expuesto afirman que las desviaciones (reservas para contingencias) pueden ser conscientes o inconscientes, pesimistas u optimistas y los indicios de ellas pueden estar disponibles o no.

En cuanto a los objetivos que los decisores pretenden cubrir con las reservas para contingencias, los resultados del estudio de Ford (2002) fueron:

- (i) reserva para hacer frente a circunstancias urgentes (materialización de riesgos),
- (ii) reserva para poder acelerar el ritmo de la obra,
- (iii) reserva para poder ampliar el valor de la obra (alcance y calidad),
- (iv) dinero a devolver al finalizar la obra.

Los cuatro objetivos pueden generar incentivos encontrados para su culminación. Los cuatro objetivos son visualizados como cuatro cuentas diferentes que se interrelacionan de forma dinámica; así, en los primeros estadios de la obra, los jefes de obra o directores de proyecto tratan de resolver la incertidumbre existente sin utilizar las reservas, en la medida que la obra va avanzando la incertidumbre se reduce y por tanto los gestores tienden a utilizar las reservas en acelerar la obra, cuando el hito del plazo de ejecución está claro, los gestores se focalizan en los objetivos tercero y cuarto.

Ford (2002) expone también que existen dos tipos de estrategias genéricas en cuanto a la velocidad de transferencia de fondos de una cuenta a otra: agresiva y conservadora. Bajo la estrategia agresiva los gestores presentan una tendencia mayor a emplear los fondos de reserva en acelerar la obra, ya desde los primeros momentos, incluso aunque no se hayan resuelto los hechos más inciertos; bajo la estrategia pasiva, los gestores alargan los tiempos de transferencia de fondos. En general, una estrategia pasiva suele concluir con mejores resultados, tanto en cuanto a la posibilidad de abordar los riesgos que se manifiesten como en cuanto a cumplir con el plazo de ejecución, pero sin embargo es menos robusta, por lo que obtendrá peores resultados ante cambios en las condiciones de la obra. Las características específicas de cada obra concreta pueden aconsejar una u otra estrategia, así, una obra con un nivel de incertidumbre bajo se beneficiará de la aplicación de una estrategia pasiva, mientras que si la obra presenta más variabilidad en sus condiciones, la estrategia indicada es la agresiva, más robusta.

A pesar de que Ford (2002) no se centra en exclusiva en las empresas constructoras (solo tres de los nueve casos que analizó correspondían a personal de empresas constructoras) y de que su estudio se focaliza únicamente en las reservas para contingencias de costes, su investigación es del máximo interés para este trabajo, pues es de los escasos estudios empíricos que pretenden explorar y describir cómo usan las empresas las reservas para contingencias durante la ejecución de una obra.

Los dos primeros criterios de clasificación conjuntamente analizados dan pie a los cuatro tipos de reservas para contingencias que se reflejan en la tabla 3.5.

		PROPIETARIO DEL RIESGO	
		Propiedad (P)	Empresa Constructora (EC)
FASE	Estudios (E)	P/E	EC/E
	Construcción (C)	P/C	<b>EC/C</b>

**Tabla 3.5. Tipos de reservas para contingencias según la fase del proyecto y el propietario del riesgo.**

El alcance de esta investigación se limita a uno de los cuatro tipos anteriores, en concreto al tipo “EC/C” (reservas para contingencias de la empresa constructora durante la fase de construcción), independientemente de cuál sea el recurso constitutivo de la reserva y el objetivo o los objetivos de la obra a proteger. La categorización que se describe en el siguiente apartado corresponde en su totalidad al alcance de la investigación, es decir, a las reservas para contingencias de la empresa constructora durante la fase de construcción.

#### **3.4.4.- Criterio de clasificación 4: tipo de recurso base utilizado como reserva para contingencias y objetivo de la misma.**

Independientemente de la naturaleza del recurso que las conforme, todas las reservas para contingencias tienen como objetivo finalista asegurar el plazo de ejecución, el resultado económico de la obra, el cumplimiento de las especificaciones de alcance y calidad o varios de estos objetivos a la vez.

En esta línea algunos autores destacan el carácter integral o multi-objetivo de la gestión de las reservas para contingencias que se apuntó anteriormente y la interrelación existente entre los diversos tipos de reservas (Horman y Kenley 1998, Ford 2002, Leach 2003, González et al. 2009, Prasad 2008, Castro-Lacouture et al. 2009, Chan y Au 2009, Hollmann 2011, Espino et al. 2012). Ford (2002) aporta un ejemplo al respecto, según este autor las reservas para contingencias de coste pueden servir para acelerar la obra (proteger el objetivo de plazo), ampliar el alcance (proteger el objetivo de alcance-calidad) o incrementar el beneficio (proteger el objetivo económico). Argumentos similares se pueden utilizar cuando el recurso base de la reserva es el tiempo y el alcance-calidad, justificando así la existencia –ya mencionada- de reservas para contingencias directas (la dimensión del recurso base y el objetivo de la reserva es la misma) o cruzadas (la dimensión del recurso base y el objetivo de la reserva es diferente). Para Godfrey (2004) las circunstancias que gobiernan su uso son frecuentemente interactivas y, en muchas ocasiones, el desencadenante es un retraso en la obra. Consecuentemente, en esas circunstancias suele ser necesario revisar la planificación inicial teniendo en cuenta un equilibrio entre holguras de tiempo, reservas de dinero y tolerancia en el alcance-calidad que permita afrontar el nuevo escenario.

También se pueden categorizar las reservas para contingencias en función de su objetivo instrumental (cubrir riesgos, absorber incertidumbre o absorber variabilidad). Ya se expuso en el capítulo segundo la relación entre estos tres conceptos; a efectos prácticos todas las reservas para contingencias -independientemente de su objetivo finalista- pretenden proteger el proyecto de la incertidumbre y de los riesgos, sea cual sea su causa-raíz, pero existen ciertos tipos específicos de reservas para contingencias en las que la literatura suele poner el acento en su objetivo instrumental, que es acotar uno de los principales inductores de riesgo e incertidumbre en el terreno de la producción: la variabilidad de los procesos. Así, atendiendo a la naturaleza del recurso que las conforma, existen reservas para contingencias en forma de inventarios (de materiales o de obra en curso) (Horman y Kenley 1998, Alves y Tommelein 2004, Horman y Thomas 2005, Lee et al. 2006, González et al. 2011, Espino et al. 2012, Gupta et al. 2012), capacidad -excesos de medios de producción (mano de obra, equipamiento y utillaje)- (Horman y Kenley 1998, Alves y Tommelein 2004, González et al. 2009) y un tipo mixto: los colchones de planificación (actividades programadas y listas para ser ejecutadas) (Ballard y Howell 1995); habitualmente a todos los tipos de reservas para contingencias anteriores se las denomina colchones y su objetivo instrumental suele ser acomodar la variabilidad de la producción. Son también habituales las reservas para contingencias de tiempo (denominados también colchones e incluidos en el cronograma para proteger el plazo de ejecución de la obra y otros objetivos) (Leach 2003, Alves y Tommelein 2004, Lee et al. 2006, Barraza 2011, Khamooshi y Cioffi 2012). También existen las reservas para contingencias de alcance y calidad, denominadas tolerancias en las especificaciones (Godfrey 2004), un tipo de reserva para contingencias apenas tratado en la literatura.

Finalmente, son también destacables las reservas para contingencias de coste (las más profusamente tratadas en la literatura). El término reserva para contingencia –empleado en este trabajo de forma genérica- es utilizado por numerosos autores para denominar específicamente los paquetes de dinero incluidos en los presupuestos con el fin de absorber la incertidumbre o cubrir los riesgos aceptados relacionados con la ocurrencia de hechos

imprevistos o infravalorados (Querns 1989, Yeo 1990, Ahmad 1992, Smith y Bohn 1999, Mak y Picken 2000, Baccarini 2004, Günhan y Arditi 2007, Noor y Tichacek 2009, Idrus et al. 2010).

Horman y Thomas (2005) caracteriza de forma comparada los distintos tipos de reservas para contingencias aquí enunciados en torno a dos parámetros: su coste económico real y su responsividad (facilidad para transformar el recurso base de la reserva en recursos operativos). Las reservas para contingencias de coste serían las menos responsivas, pero sin embargo solo implicarían realmente un coste si finalmente son utilizadas, en el extremo opuesto, las reservas de capacidad serían las más responsivas pero sin embargo su coste se produce en el momento de su definición, sean finalmente utilizadas o no (otra cuestión es quién lo afronte).

A partir de los argumentos anteriores, la Tabla 3.6 refleja los veintiún diferentes tipos básicos de reservas para contingencias teóricamente plausibles en función de los objetivos de las mismas y el recurso que las conforma; los diferentes tipos se codifican con letras mayúsculas y/o letras mayúsculas seguidas de números. La literatura no refiere explícitamente todos los tipos que la tabla refleja, aunque a partir del carácter multi-objetivo de las reservas para contingencias antes argumentado, es perfectamente consistente plantear su existencia. Tal y como se ha apuntado anteriormente ciertas reservas para contingencias tienen como objetivo instrumental la absorción de la variabilidad de los procesos mientras que otras se centran de forma genérica en cubrir riesgos y absorber incertidumbre, la Tabla 3.6 también aporta esta distinción.

		OBJETIVOS FINALISTAS					
		PROTEGER COSTE		PROTEGER PLAZO		PROTEGER ESPECIFICACIONES	
		OBJETIVOS INSTRUMENTALES					
		CUBRIR RIESGOS E INCERTIDUMBRE	ABSORBER VARIABILIDAD	CUBRIR RIESGOS E INCERTIDUMBRE	ABSORBER VARIABILIDAD	CUBRIR RIESGOS E INCERTIDUMBRE	ABSORBER VARIABILIDAD
<b>RECURSO</b>	Especificaciones	A	-	B	-	C	-
	Tiempo	D	-	E	-	F	-
	Coste	G	-	H	-	I	-
	Inventarios (WIP)	-	J	-	K	-	L
	Inventarios (materias primas)	-	M / D1	-	N / E1	-	O / F1
	Reservas de capacidad	-	P	-	Q	-	R
	Actividades programadas ("Plan Buffers").	-	S	-	T	-	U

**Tabla 3.6. Tipos de reservas para contingencias según el recurso que las conforma y el objetivo de las mismas.**

A continuación se va a proceder a exponer la descripción de algunos de estos tipos reflejada por la literatura. La denominación utilizada para cada uno de ellos es la más usual en la bibliografía; no obstante tal y como se ha argumentado en un apartado anterior, a efectos del vocabulario utilizado en este trabajo los términos colchón, reserva y reserva para contingencia (los más usuales) son intercambiables.

Para su presentación se va a seguir una lógica basada en la secuencia habitual de ejecución de cualquier obra una vez que la empresa constructora ha conseguido el contrato y que ha sido expuesta en el capítulo segundo.

#### 3.4.4.1.- Tolerancia en las especificaciones.

En el contexto tradicional, particularmente bajo la modalidad diseño-licitación-construcción, el equipo de diseño contratado por la propiedad define el *alcance del producto* y la *calidad* del mismo, por lo que en este sentido, las responsabilidades de la empresa constructora se centran en que el edificio o infraestructura construido incluya todas las características requeridas contractualmente para completarlo, es decir, en definir el *alcance del proyecto* (PMI 2013); todo ello asumiendo que es posible que el equipo de diseño refleje ciertas tolerancias dimensionales en el alcance y la calidad del producto, concepto cuya consideración defienden Milberg y Tommelein (2003) para optimizar los procesos constructivos. En el capítulo segundo se definió que la expresión del *alcance del producto* y de su *calidad* sería la respuesta a qué construir, mientras que la caracterización del *alcance del proyecto* sería la respuesta a cómo construirlo.

En este sentido, Howell (2012) describe dos estudios realizados con el fin de caracterizar la incertidumbre apreciada por sendos grupos de profesionales del sector al comienzo de la ejecución de una obra tipo, tanto en cuanto a qué construir (alcance del producto y calidad) como en cuanto a cómo construirlo (alcance del proyecto). Los resultados del estudio mostraban que una parte significativa (56%) de los profesionales analizados refirieron que persistía la incertidumbre al comienzo de la obra en torno al alcance-calidad del producto y la forma de construirlo.

Esta incertidumbre debe ser gestionada. En una primera instancia de la misma forma que cualquier otro tipo de incertidumbre, tratando de mitigarla o evitarla, pero la incertidumbre remanente podría ser absorbida con reservas para contingencias. Unas reservas para contingencias que en este caso serían lo que Godfrey (2004) llama "tolerancias en las especificaciones", probablemente el tipo genérico de reserva para contingencias menos tratado en la literatura. El trabajo de Godfrey (2004) se centra en las propiedades, planteando que las propiedades cuentan o deben contar con esa "tolerancia" de alcance y calidad.

Godfrey (2004) es la única referencia identificada que denomina explícitamente las tolerancias en las especificaciones como un tipo de reserva para contingencias. No obstante, el concepto de "tolerancias en las especificaciones" podría interpretarse como la extensión de una herramienta ampliamente empleada en la industria manufacturera que se acaba de mencionar: las tolerancias dimensionales. Es destacable en esta línea el esfuerzo ya apuntado de Milberg y Tommelein (2003) para profundizar en el concepto de tolerancia dimensional en construcción y su relación con la variabilidad y la incertidumbre de los proyectos. Estos autores definen las tolerancias dimensionales como el rango de variación permitido a una determinada dimensión o ubicación sin impactar en la integridad estructural, la capacidad operativa o en los elementos adyacentes. El estudio de Milberg y Tommelein (2003) puede considerarse como un precursor del concepto amplio de reserva para contingencia de alcance y calidad.

Otra referencia precursora del concepto objeto de este punto es la de Horman y Kenley (1998), quienes aseguran que el diseño del producto puede actuar como colchón si los

productos (edificio o infraestructura) son definidos con capacidad para hacer frente a diversos cambios de diseño o modificaciones; un planteamiento similar sería el defendido por el enfoque “*Open Building*” que se describió el capítulo segundo. La capacidad añadida tiene la intención de minimizar el rediseño al absorber los cambios que normalmente implicaría el desarrollo de ajustes en el mismo. Consecuentemente, cuando son necesarios ciertos cambios, los costes y retrasos en los que se incurre son mínimos. Así, los costes de una infraestructura diseñada con un alcance-calidad superior a la necesaria se ven compensados por los ahorros derivados de la no necesidad de rediseñar.

La extensión de los argumentos de estos autores al ámbito de esta investigación supone que las empresas constructoras también contarían con “tolerancias en las especificaciones”, aunque ello parece contravenir el *modus operandi* típico de ciertos modelos tradicionales, particularmente aquel en el que el diseño del producto lo realiza la propiedad: diseño-licitación-construcción, pues bajo este modelo el alcance y la calidad mínimos no son determinados por la empresa constructora y por tanto esta no sería “dueña” de la correspondiente reserva.

Estas tolerancias son reservas para contingencias de alcance y calidad (cuya existencia ya se apuntó anteriormente) y se corresponden con los tipos “A”, “B” y “C” de la tabla 3.6. Anteriormente se introdujeron los conceptos de reservas para contingencias directas (cuando el recurso base de la reserva coincide con la dimensión del objetivo a proteger con ella) y cruzadas (en caso contrario). Las reservas tipo “A” y “B” se corresponden con reservas para contingencias cruzadas, cuyo recurso de base es el alcance y/o la calidad del producto y cuyo objetivo es proteger el coste y/o el plazo de ejecución de la obra, mientras tanto, la reserva tipo “C” se correspondería con una reserva para contingencias directa, cuyo recurso de base es el alcance y/o la calidad del producto y cuyo objetivo es proteger también el alcance-calidad de la obra. A continuación se describen.

En una primera instancia, en una obra desarrollada bajo un esquema diseño-licitación-construcción, la empresa constructora efectuaría, durante la planificación inicial de los trabajos, una primera estimación del alcance y la calidad a construir a partir de los documentos técnicos contractuales preparados por el equipo de diseño de la propiedad. Bajo este modelo de desarrollo de proyectos la empresa constructora no puede definir unilateralmente un objetivo más conservador de alcance y calidad que el contractual (más allá de posibles tolerancias dimensionales (Milberg y Tommelein 2003) que el diseño incluyese), por lo que en caso de identificar riesgos residuales que pudieran comprometer el alcance-calidad final del producto, la empresa no podrá aplicar reservas para contingencias tipo “C” negativas (reducir alcance-calidad), sino que aplicando la lógica multi-objetivo antes expuesta, la empresa debería utilizar las reservas tipo “F” (tiempo) y/o “I” (coste) para cubrir ese riesgo. En este caso concreto y bajo las hipótesis planteadas, las “tolerancias en las especificaciones” o los “colchones de diseño” que mencionan Godfrey (2004) y Horman y Kenley (1998), respectivamente no existen como tal para cubrir los riesgos que pudieran afectar al objetivo de alcance-calidad de la empresa constructora. No obstante, este argumento no tendría por qué ser válido para otros modelos de desarrollo de proyectos, pues en el caso de modelos tipo diseño-obra-operación o en una ejecución integrada, la frontera entre propiedad y contratista se difumina hasta incluso desaparecer en ciertos casos (Pakkala 2002).

Sin embargo, en construcción existe un paradigma tradicional que expresa que la gestión simultánea de múltiples objetivos (coste, plazo y especificaciones) se basa en un juego de suma cero, según el cual se asume que el resultado agregado en esas tres dimensiones es constante y que por tanto las decisiones equilibradas suelen obtener mejores resultados en las dimensiones más importantes a costa de obtener peores resultados en las menos importantes (Ford 2002, Kuprenas 2008, González et al. 2009, Castro-Lacouture et al. 2009, Hollman 2010), de modo que si una empresa constructora pretende optimizar su coste de construcción y

el plazo de ejecución (como es habitual) debería reducir el alcance del producto y/o la calidad, algo que bajo la modalidad de contratación tradicional no está en sus manos.

En esta línea es importante recordar algo que ya se expuso en el capítulo segundo: una estrategia habitual de las empresas constructoras para optimizar los resultados de la obra es recurrir a las reclamaciones y a los modificados de alcance y calidad (Harbuck 2004, Rooke et al. 2004, Risner 2010, Reginato y Alves 2012) o en la misma línea y para el mismo fin, aprovechar las órdenes de cambio (de alcance y/o calidad) de las propiedades (Hart 2007). Según Harbuck (2004) y Rooke et al. (2004) este comportamiento de las empresas constructoras se ve motivado por el modelo competitivo de licitación tradicional, pues con el fin de conseguir contratos las empresas tienden a no valorar el riesgo en sus ofertas, tratando de optimizar la obra posteriormente con reclamaciones. En este sentido Koskela (2000) matiza que una vez formalizado el contrato, el contratista tiene el monopolio de la valoración económica de aquellos cambios que haya que introducir al proyecto; este autor también destaca que el modelo de desarrollo de proyectos tradicional fomenta un comportamiento oportunista a la hora de valorar los modificados que también es expresado por otros autores (Horman y Kenley 1998, Rooke et al. 2004). Oportunismo que es fomentado por la desconfianza entre las partes que los modelos de desarrollo de proyectos tradicionales generan (Slauson 2005, Smith y Rybkowski 2012).

Ante estos argumentos y en el contexto específico de los modelos tradicionales, cabría preguntarse si las empresas constructoras mantienen una actitud también oportunista en relación al alcance y/o la calidad de las obras, “generando” implícitamente una reserva para contingencia de alcance / calidad que se concretase en reducciones unilaterales (y fraudulentas) del alcance y/o la calidad con el fin de optimizar sus objetivos a nivel de plazo de ejecución y/o coste de la obra. Los tipos “A” y “B” de la tabla 3.6 son consistentes con estas reservas y se corresponderían con “tolerancias en las especificaciones”, bien creadas oportunistamente por la empresa constructora por la vía de los hechos, o a través de reclamaciones aceptadas por la propiedad o incluso por ciertas ambigüedades del diseño. Estas tolerancias permitirían reducir la incertidumbre de alcanzar los objetivos del contratista a nivel de coste y/o plazo, o en palabras de Chapman y Ward (2003) permitirían absorber desviaciones en coste y/o plazo, reduciendo así la incertidumbre asociada a sus correspondientes objetivos.

Las reservas para contingencias tipo “A” y “B” así definidas y aplicadas por la empresa constructora en un entorno tradicional serían reservas para contingencias con signo negativo, pues las estimaciones iniciales del alcance del producto efectuadas por la empresa constructora a partir de los documentos de diseño (el alcance contractual) serían superiores a sus objetivos concretos en torno al mismo, ello con el fin –de acuerdo con el paradigma antes citado- de optimizar el coste y/o el plazo de ejecución de la obra. En el punto 3.4.1 se expuso que las reservas para contingencias de alcance-calidad negativas eran una herramienta de protección ante una amenaza y que la lógica que subyacía a su aplicación estaba basada en la capacidad y el interés de la empresa constructora en modificar el alcance-calidad del producto. Cuando las reservas tipo “A” y “B” son negativas en un entorno de proyecto tradicional, la empresa tiene la capacidad (en ocasiones no contractualmente, pero sí oportunistamente) y tiene el interés (reducir coste y plazo) para hacerlo, en este caso la amenaza para el alcance contractual cubierta por estas reservas para contingencias la provoca la propia empresa constructora con la reducción oportunista del alcance-calidad del producto.

Por otra parte, y siempre bajo el entorno tradicional, las reservas para contingencias tipo “A” y “B” positivas estarían relacionadas con la identificación de oportunidades para incrementar-mejorar el alcance-calidad por encima de las estimaciones iniciales y así optimizar los resultados económicos o el plazo de ejecución de la obra para la empresa constructora.

Estas oportunidades darían pie al planteamiento de reclamaciones y modificados, por lo que su concreción práctica está relacionada con que la propiedad los aprobara.

Además de lo ya expresado, el citado paradigma tiene de cara a este trabajo una importancia táctica, pues implícitamente reconoce que coste, plazo y especificaciones son tres aspectos de una realidad única: es posible utilizar reservas para contingencias de tiempo o de coste para proteger el alcance (tipos “F” e “I”) o reservas para contingencias expresadas en términos de alcance para proteger el plazo y/o el coste (tipos “A” y “B”).

Por último, las reservas “C” negativas implicarían plantear objetivos de alcance-calidad más conservadores (menores) que las estimaciones iniciales con el fin de reducir la incertidumbre sobre la posibilidad de alcanzarlos; la existencia de esta reserva no encaja en el modelo tradicional de desarrollo de proyectos, pues como se ha venido argumentando, si la empresa constructora reduce el alcance-calidad contractual es con el fin de optimizar el coste y/o el plazo. Las reservas “C” positivas tendrían sentido cuando se identifican oportunidades para mejorar alcance-calidad y se tratasen de aprovechar exclusivamente para tal fin. En una obra desarrollada bajo el modelo tradicional (diseño-licitación-construcción) su virtualidad también se ve comprometida, pues las oportunidades identificadas para mejorar alcance-calidad serían típicamente aprovechadas por la empresa constructora para optimizar el resultado económico de la obra mediante la introducción de reclamaciones y modificados, incluso aunque la implantación de dichas oportunidades no supusiera ningún sobrecoste para le empresa constructora, no obstante, a partir del argumento de Ford (2002) ya expuesto (uno de los fines de las reservas de dinero es mejorar el alcance-calidad de la obra), cabría admitir su existencia.

Las reservas para contingencias tipo “A” y “B” (positivas y negativas) así definidas para obras desarrolladas bajo los métodos de desarrollo de proyectos tradicionales, particularmente diseño-licitación-construcción, tendrían su origen en la modificación (incremento o reducción) del alcance contractual del producto fruto del comportamiento oportunista (Horman y Kenley 1998, Koskela 2000, Rooke et al. 2004), así como de la consecuente cultura de la reclamación habituales en ese contexto (Rooke et al. 2004, Risner 2010, Reginato y Alves 2012). Otros modelos de desarrollo de proyectos presentan características diferentes (fueron tratados en el capítulo segundo) que previsiblemente inducirían un comportamiento también diferente en torno a esta cuestión. Por el contrario, las reservas “C” positivas –viables teóricamente a partir del argumento de Ford (2002)-, no encajarían con este comportamiento oportunista.

#### 3.4.4.2.- Reservas para contingencias de tiempo y coste.

Las reservas para contingencias de tiempo y coste se definen inicialmente -por lo que respecta al ámbito de esta investigación- en el marco de la planificación de la obra que efectúa la empresa constructora una vez conseguido el contrato. Los resultados del proceso de planificación inicial de la obra realizada a partir de una estimación de alcance-calidad a construir, son un programa de ejecución de trabajos y su correspondiente presupuesto, documentos que valoran la incertidumbre existente y los riesgos aceptados o no identificados mediante reservas para contingencias (Burger 2003, PMI 2013). Así, el fin de las reservas para contingencias de tiempo y coste es asegurar que el programa de ejecución de trabajos y el presupuesto son realistas y suficientes en función del riesgo existente (Chen y Hartman 2000). Las reservas para contingencia de tiempo se corresponden con los tipos “D”, “E” y “F” de la tabla 3.6 y las de coste con los tipos “G”, “H” e “I”. Las tipo “E” y “G” serían directas (plazo-plazo y coste-coste, respectivamente) y el resto serían cruzadas.

En este apartado se van a tratar conjuntamente las reservas para contingencias cuyo recurso base es el tiempo y el dinero (coste). Diferentes autores reconocen la importancia de definir las y gestionarlas de forma simultánea e integral o destacan la estrecha relación



existente entre ambas por distintos motivos. Así, Hollmann (2011) argumenta que la definición conjunta de las reservas para contingencias de tiempo y coste es importante porque:

- La mayor parte de los riesgos impactan sobre el plazo de ejecución.
- Muchos costes dependen del tiempo (por ejemplo, mano de obra ociosa durante un retraso o los costes del personal indirecto de la obra).
- La respuesta a los riesgos, y por tanto su impacto, dependen de los objetivos de plazo y coste de la obra, lo que implica que se deba evaluar el balance tiempo / coste de diversas alternativas de respuesta a los riesgos.

Para Hollmann (2011) la razón por la que los riesgos de sobrecoste y de incremento del plazo de ejecución deben ser evaluados conjuntamente es que no son riesgos independientes, los impactos en el coste y en el plazo dependen de la respuesta elegida analizando el balance coste / plazo que mejor encaje con los objetivos de la obra. Leach (2003) argumenta que independientemente del recurso de base, todas las reservas para contingencias son susceptibles de ser expresadas en dinero porque el impacto de todos los riesgos acaba siendo económico. Adicionalmente, como ya se indicó, Russell et al. (2012) plantean que la mayor parte de los factores tenidos en cuenta para estimar las reservas para contingencias de costes pueden ser contemplados para evaluar las de tiempo. Y finalmente, Dickmann et al. (2012) alertan sobre los peligros de evaluar independientemente los riesgos de sobrecoste y de desviación del plazo de ejecución. De hecho, tal y como se expondrá en el apartado 3.6 al tratar los métodos de gestión de reservas para contingencias, una buena parte de los modelos propuestos a tal fin trabajan conjuntamente con reservas para contingencias de tiempo y coste.

Slauson (2005) aporta su visión sobre los fundamentos en los que se apoya la planificación de la obra bajo los métodos tradicionales de desarrollo de proyectos. Por definición, la gestión de la construcción, es una actividad o contrato con componentes o asignaciones transaccionales que definen y equilibran los objetivos de varios participantes. La coordinación entre organizaciones o equipos de trabajo es controlada a partir de una planificación centralizada desarrollada por el contratista principal que establece la secuencia de tareas y determina cuando debe empezar cada actividad. Los costes, los errores y el aprendizaje se producen en el ámbito de cada actividad, no en el conjunto. La reducción de costes se produce por la mejora de la productividad y la duración del proyecto se acorta al acelerar cada actividad individual. Puntualizar el contexto de gestión es importante, pues el modelo concreto de desarrollo de proyectos influye en la definición de las reservas para contingencias Prasad (2008); en el siguiente apartado se volverá sobre el modelo de desarrollo de proyectos, el tipo de contrato en el que se concrete y su importancia como factor de riesgo.

En el capítulo segundo ya se abordaron las prácticas habituales de las empresas constructoras en torno a la planificación de la obra y en concreto acerca de dos de sus principales resultados: el programa de ejecución y el presupuesto. Según PMI (2013) su realización parte de la estimación del coste y la duración de todas las tareas identificadas al realizar la EDT (Estructura de Desglose de Trabajos) en el marco de la planificación del alcance y la calidad (con los condicionantes expuestos en el apartado anterior). Una de las técnicas recomendadas por PMI (2013) para ello es el análisis de reservas: las estimaciones de duración y de coste deben incluir reservas para contingencias para tener en cuenta la incertidumbre existente en cuanto a la duración y el coste de la obra; esta idea apoya algo ya expuesto: las reservas para contingencias son un elemento del presupuesto y del programa de trabajos y su gestión forma parte por tanto de la gestión del coste y del plazo de la obra. Howell y Ballard (1996) defienden también la necesidad de definir colchones en el marco de la planificación de la obra, pero los colchones por sí solos no pueden asegurar un flujo de

producción fiable si la planificación no tiene la suficiente calidad como para conseguir que se cumpla.

A partir de este planteamiento inicial, Slauson (2005) expone que el método de planificación más habitualmente usado por las empresas constructoras es el “Camino Crítico” (o “Ruta Crítica”) (CPM), idea refrendada por Leach (2003) al asegurar que CPM es el método usualmente utilizado por las empresas para estimar (predecir) el coste y la duración de las obras.

A pesar de que CPM es un método determinista (Khamooshi y Cioffi 2012), el concepto de holgura que introduce CPM es una idea compatible e incluso precursora del concepto de reserva para contingencia de tiempo (Alves y Tommelein 2004), de hecho ya se apuntó que ciertos autores siguen utilizando el término “holgura” para designar las reservas para contingencias de tiempo (Householder y Rutland 1990, Popescu y Jerz 2008 o Winter y Calvey 2008).

Así, partiendo del concepto determinista de holgura surge un primer formato de reserva para contingencia temporal: una cierta cantidad de tiempo que alarga la duración admisible de cada tarea individual para recoger la incertidumbre existente en cuanto al tiempo necesario para su ejecución. Esta reserva para contingencia puede ser explícita (algo defendido por Molenaar et al. 2010) y visualizarse como tiempo adicional al estimado en el caso base (CPM) o quedar integrada (oculta) tras el correspondiente análisis de riesgos dentro de la duración total de la tarea (Leach 2003, Dikmen et al. 2012).

CPM es un método ampliamente utilizado, pero también criticado. Tal y como se argumentó en el capítulo segundo, su carencia fundamental se deriva de que no contempla algo inherente a la producción en construcción: la variabilidad del flujo de trabajo, una variabilidad que procede en parte de las restricciones de recursos que CPM no considera. Por ello Castro-Lacouture et al. (2009) estiman que la holgura calculada por CPM sin restricciones de recursos pierde su significado.

Efectivamente, en el capítulo segundo se definió y se describió la variabilidad como una característica inherente a los procesos productivos y en concreto a los procesos de construcción. Koskela (2000) caracteriza la variabilidad en construcción en torno a dos aspectos: por una parte la variación en la duración de los procesos y por otra la variación en el flujo de condiciones previas para ejecutar los procesos de construcción, esto es, restricciones de recursos (por ejemplo: espacio, equipamiento, trabajadores, componentes y materiales, entre otras).

Autores como Tommelein y Weissenberger (1999), Alves y Tommelein (2004), González et al. (2009), Wambeke et al. (2011) o González et al. (2011), destacan los negativos efectos de la variabilidad sobre parámetros directamente relacionados con los objetivos de la obra: pérdidas de rendimiento (caída de la productividad), capacidades malgastadas, tiempos de ciclo más altos, plazos de ejecución superiores, mayores niveles de inventarios y un mal servicio al cliente. La variabilidad es un factor particularmente relevante de riesgo e incertidumbre -idea esta en la que se profundizará más adelante-, es por ello por lo que su gestión ha sido ampliamente tratada en la literatura.

Más allá de la relación existente entre variabilidad e incertidumbre (ya abordada en el capítulo segundo), se aprecia en la literatura un cierto consenso tanto en cuanto al carácter intrínseco de la variabilidad en construcción como en cuanto a sus efectos y la necesidad de gestionarla –entre otras herramientas- con colchones (reservas para contingencias) de distinto tipo (Horman y Kenley 1998, Alves y Tommelein 2004, Horman y Thomas 2005, González et al. 2009, González et al. 2011, Espino et al. 2012). Horman y Kenley (1998) defienden

especialmente la necesidad de acomodar la variación con colchones, más que erradicar la incertidumbre que de ella se deriva. En los tres puntos siguientes se describirán los aspectos más relevantes de unos tipos de colchones cuyo fin específico es absorber la variabilidad: colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) y de capacidad.

Además de esta deficiencia conceptual (es un método determinista en un entorno incierto), CPM también recibe otras críticas en relación con su falta de flexibilidad a la hora de disponer los colchones. Lee et al. (2006) reconocen el gran potencial de los colchones para reducir la incertidumbre, pero aseguran que el hecho de que de forma habitual se posicionen al final de cada actividad en función de una tasa uniforme (por ejemplo, del 10% de la duración de la tarea), no previene una posible interrupción del cronograma, solo da tiempo para recuperarse de la interrupción, y si el retraso es superior al 10%, en una secuencia de tareas con una relación final-inicio, las tareas sucesoras resultarán retrasadas.

A la vista de las ineficiencias anteriores, Goldratt (1997) propuso su método ("Cadena Crítica" – CCPM, ya descrito en el capítulo segundo), enfatizando el papel de los colchones (en este caso de tiempo) para proteger la fecha de finalización del proyecto. La planificación de una obra efectuada según CCPM recoge todos los colchones repartidos entre las actividades y los concentra donde mejor papel pueden desempeñar: al final del camino crítico (colchones de proyecto) y donde otros caminos alimentan al camino crítico (colchones de alimentación). Estos enfoques coinciden en que el uso estratégico de los colchones (tamaño y localización flexible) puede ser más eficaz en proteger los objetivos de la obra que no definir ningún colchón o hacerlo a nivel de cada actividad (Lee et al. 2006).

Sin embargo, más recientemente Barraza (2011) ha criticado la agrupación de los colchones de cada actividad en un único colchón global, tanto en cuanto a colchones de tiempo como de coste. Según él, si hay una reserva para contingencia global para el proyecto, se producirá una tendencia natural a usarla según se vayan planteando los problemas, con el riesgo de que se agote antes de culminar la obra. También puede ocurrir que los responsables de la obra aprecien que el desempeño de la obra está siendo mejor que el realmente es, retrasando la puesta en práctica de acciones preventivas y correctivas porque las desviaciones negativas iniciales se cubren con las reservas. Ante esto, Barraza (2011) recomienda el planteamiento alternativo: asignar las reservas para contingencias de forma independiente para cada actividad.

La literatura destaca dos diferencias fundamentales entre CPM y CCPM que esencialmente tienen que ver con las carencias ya expuestas del primero de estos métodos. Una de estas diferencias ya se mencionó explícitamente en el capítulo segundo: CCPM considera algo muy real, que existen restricciones sobre los recursos, que los recursos son limitados (Castro-Lacouture et al. 2009). La otra diferencia, más profunda y relacionada con la anterior, ya se ha esbozado: CPM es un método determinista que se aplica en un entorno incierto, CCPM reconoce la incertidumbre existente en la obra (como consecuencia no solo de las restricciones de recursos) y la gestiona con colchones (reservas para contingencias). Así, CCPM es un método de planificación de la producción, pero también es una herramienta de gestión de riesgos con reservas para contingencias.

Pero desde el punto de vista del objeto de este trabajo, la literatura también recoge algunas críticas a CCPM. El planteamiento de Barraza (2011) antes descrito, es implícitamente crítico con la esencia de CCPM a nivel operativo (la agrupación de las reservas para contingencias individuales). En otra línea, González et al. (2011) critican que CCPM no provee líneas claras para determinar el tamaño de los colchones.

Como se expuso al principio de este punto, las reservas para contingencias de tiempo y coste se definen inicialmente en el marco de la planificación de la obra (en el programa de

ejecución de trabajos y en el presupuesto, respectivamente), otra cuestión es que en coherencia con el ciclo de vida del proyecto, la gestión de las reservas para contingencias se deba producir de forma dinámica a lo largo de toda la obra (Murray y Ramsaur 1983, Molenaar et al. 2010), aspecto este que será abordado en apartados posteriores.

Centrando la atención en la gestión económica de la obra, el presupuesto desarrollado en el marco de la planificación inicial de la obra pretende –entre otros objetivos- predecir el coste de la obra, algo que Baccarini (2005a) considera esencial de cara al control del desempeño. En la misma línea, Ford (2002) puntualiza que una de las principales herramientas de las que debe disponer un jefe de obra es el presupuesto, pues lo pueden utilizar para múltiples fines: controlar el coste, acortar la duración y mejorar la calidad.

El presupuesto de la obra se realiza a través de la valoración de las actividades identificadas como parte de la EDT, el presupuesto debe incluir reservas para contingencias con el fin de recoger la incertidumbre y los riesgos presentes en la obra (PMI 2013). Las reservas para contingencia de coste son por tanto un elemento del presupuesto de la obra (Burger 2003, PMI 2013).

Hartmann et al. (2012) definen la confección del presupuesto como el proceso de mirar al futuro y tratar de predecir los costes de la obra y sus necesidades de recursos. La confección del presupuesto inicial en el marco de la planificación de la obra sigue los siguientes pasos:

1. Mediciones de la obra. A partir de la EDT y los documentos técnicos contractuales.
2. Valoración de las mediciones. A partir de datos históricos o precios aportados por proveedores y subcontratistas. Se considera el valor más probable.
3. A partir de los datos anteriores calcular los precios totales y subtotales por capítulos (centros de coste).
4. Añadir gastos generales, margen y reservas para contingencias.

El proceso de confección del presupuesto así descrito por Hartmann et al. (2012) lleva implícitas ciertas ideas destacables. En primer lugar el hecho de que el objetivo económico de la empresa constructora en la obra viene determinado por el presupuesto, idea sobre la que se profundizará en el apartado siguiente al tratar los factores determinantes de las reservas para contingencias. En segundo lugar que las reservas para contingencias de coste se estiman de forma global.

Efectivamente, un enfoque tradicional de gestión de reservas para contingencias de costes suponía definir una única reserva como un porcentaje global del coste total de la obra. Yeo (1990) observa que el enfoque convencional de asignar una reserva para contingencias general al presupuesto base es demasiado simplista y no fácilmente verificable. Numerosos autores se suman también a esta postura crítica sobre el porcentaje global, ante lo cual diferentes autores defienden la necesidad de definir reservas para contingencias asociadas a cada paquete de trabajo. En el apartado 3.6 se detallarán los métodos propuestos por la literatura para definir y gestionar reservas para contingencias de costes, solo apuntar aquí esta primera distinción en torno al nivel de agregación de las reservas, aspecto este sobre el que también se profundizará en ese apartado.

En relación al perfil de riesgo a valorar -tal y como ya se argumentó en el apartado 3.4.1- las reservas para contingencias cuyo recurso base es el tiempo y el dinero, independientemente del objetivo de la obra que pretendan proteger (coste, plazo y/o alcance-calidad), pueden expresar la valoración de una amenaza (en cuyo caso tendrían signo positivo) o la valoración de una oportunidad (en cuyo caso tendrían signo negativo).

¿Colchones de tiempo y coste explícitos o implícitos?, ¿relacionados con cada actividad o globales?, y en cualquier caso, ¿de qué tamaño? En relación a esta última pregunta Ballard y Howell (1995) argumentan que la determinación del tamaño de los colchones debe basarse en el nivel de las incertidumbres asociadas, por lo que dimensionar los colchones requiere dimensionar la incertidumbre, hecho este ante el que puede plantearse otra pregunta, ¿de qué factores depende la incertidumbre, la variabilidad y en definitiva el riesgo en la construcción?, ¿son estos factores los únicos determinantes del tamaño de las reservas para contingencias?

En los últimos veinte años numerosos autores han tratado de dar respuesta a estas preguntas, han tratado en suma de aportar valor de cara a mejorar la fiabilidad de los programas de ejecución de trabajos y de sus correspondientes presupuestos mediante la adecuada definición y gestión de las reservas para contingencias. En los apartados 3.5 y 3.6 se describirán los diferentes enfoques al respecto que recoge la literatura.

#### 3.4.4.3.- Inventarios (materias primas).

La programación y el control de la producción tienen como uno de sus objetivos esenciales conseguir un flujo de trabajo fiable y coherente con los objetivos de la obra. Para ello es necesario reducir la variabilidad característica del flujo de trabajo en construcción en una primera instancia y absorber la variabilidad residual posteriormente (Ballard y Howell 1998).

En este punto y los tres siguientes se va a proceder a describir aquellos tipos de reservas para contingencias (colchones) cuyo objetivo instrumental es absorber la variabilidad del flujo de trabajo, uno de los factores de riesgo (amenaza) más relevantes en construcción. Todo ello independientemente de que el fin último de cualquier reserva para contingencia (también de estas) es maximizar las probabilidades de alcanzar los objetivos de la obra.

Hopp y Spearman (2011) definen en su monografía "*Factory Physics*" tres tipos genéricos de colchones en un entorno manufacturero –también aplicables a la construcción-, cuyo fin es absorber la variabilidad de los procesos:

- Inventarios: en función de su posición en la cadena de suministros se puede distinguir entre acopios de materias primas, obra en curso (WIP) y producto terminado. Desde el punto de vista de la empresa constructora, obra en curso es cualquier parte de la obra ejecutada total o parcialmente pero no certificada, por tanto –desde el punto de vista de la empresa constructora- no se tratarán de forma diferenciada los dos últimos tipos de inventario.
- Capacidad: horas-hombre, horas-máquina. Cualquier tipo de capacidad en exceso que pueda permitir afrontar incrementos de la demanda (reducciones de plazo de ejecución en el caso de la construcción y/o ampliaciones de alcance o calidad).
- Tiempo: reservas para contingencias en las programaciones definidas para compensar los efectos adversos de la variabilidad. Ya han sido tratados en el punto anterior, aunque aquí se abordarán desde la perspectiva instrumental de absorber variabilidad.

Horman y Thomas (2005) proponen los inventarios de materias primas (acopios de materiales) como una ayuda para gestionar la variabilidad en construcción, al definirlos bajo ese enfoque los acopios actúan como colchones. Estos autores se focalizan en tratar de caracterizar el tamaño óptimo de los acopios de materiales, asegurando que si el tamaño fuera demasiado alto se entorpecerían los movimientos en la obra e implicaría un coste elevado (activo circulante). Espino et al. (2012) aportan otro efecto negativo de unos acopios de

materiales excesivos: múltiples e inútiles manipulaciones que incluso pueden hacer que partes del material se dañen y por tanto se pierdan. Por contra, si el volumen de acopios fuera demasiado bajo la producción podría interrumpirse o ralentizarse como consecuencia de la variabilidad. Otros autores como González et al. (2009) plantean esta cuestión defendiendo que el dimensionamiento de estos colchones debe realizarse respetando el equilibrio entre la necesaria absorción de la variabilidad sin caer en un exceso de colchón que redujera el rendimiento del proyecto (por incremento de coste y/o plazo). El mismo argumento es válido para los colchones de obra en curso.

En relación a las prácticas reales de las empresas constructoras, Thomas et al. (2005) describen las observaciones realizadas en más de ciento veinticinco obras en EEUU en relación a los colchones de inventario de materias primas. El resultado es que en general se produce carencia de materiales y no lo contrario. Sin embargo el estudio de Espino et al. (2012) alcanza la conclusión opuesta: los acopios de materiales resultan ser mayores y estar vigentes durante más tiempo de lo inicialmente estimado.

Diversos estudios se centran en analizar la relación existente entre el volumen de los acopios de materias primas en obra y la productividad de la mano de obra. En un estudio sobre las prácticas de gestión de materiales en la erección de estructuras metálicas, Horman y Thomas (2005) observaron que el rendimiento de la mano de obra parecía disminuir cuando aún quedaba material en el acopio para entre dos y cuatro días de trabajo. Estos mismos autores refieren un estudio de Sweis (2000) sobre albañilería, quien observó que la productividad de los equipos empezó a declinar tres días antes de agotarse el acopio de bloque prefabricado. Tommelein y Weissenberger (1999) evaluaron si un enfoque “*Just in Time*” podía mejorar el proceso de fabricación y erección de una estructura metálica. Encontraron que los acopios se utilizaban de forma extensiva, pero no eran muy eficaces en mejorar la eficiencia del proceso. Concluyeron que la erección de estructuras metálicas requería colchones en forma de acopios, pero era necesaria más investigación para usarlos más eficazmente. El estudio de Horman y Thomas (2005) pone de manifiesto que reducidos niveles de acopios están relacionados con un empeoramiento del rendimiento de la mano de obra, pero que acopios excesivos tampoco mejoran esta productividad. También exponen que además la cuantía de los colchones óptimos es variable y dependiente de cada proceso específico, de hecho en su estudio concluyen que el óptimo se alcanza con niveles de acopios del 4-5%, mientras que el estudio de Howell y Ballard (1996) estimaba volúmenes de acopio del 50%.

Centrándose en evaluar el rendimiento total de un proceso en relación a sus niveles de colchones de inventario, Alves y Tommelein (2004) realizaron una simulación (apoyada en “Stroboscope”, un método para efectuar simulaciones en diferentes ámbitos) del proceso de fabricación y montaje de conductos de chapa por parte de un contratista especialista en HVAC. Uno de los resultados más llamativos de su estudio es que estos contratistas prefieren ganar fiabilidad en su proceso a costa de un rendimiento menor (mayor coste por exceso de inventarios), por definir colchones de inventario (materias primas y obra en curso) excesivos.

Los colchones en forma de acopios (inventarios) de materias primas se corresponderían con los designados como “M”, “N” y “O” en la tabla 3.6, pero también con los “D1”, “E1”, “F1”. Efectivamente, la definición de los colchones de acopios de materias primas implica tomar dos decisiones diferentes, por una parte su tamaño (que sería la expresión de los colchones tipo “M”, “N” y “O”) y por otra parte el momento en el tiempo de ponerlos a disposición de la obra. En relación a este último aspecto, el hecho de que los estén a disposición de la obra antes de lo necesario según la planificación de trabajos, implica *de facto* un colchón de tiempo adicional para la ejecución de ciertos procesos. Este matiz es denominado por ciertos autores como “*time lag buffer*” (“D1”, “E1”, “F1”).

En esta línea, Tommelein y Li (1999) exploran el suministro “*Just in time*” de hormigón y encuentran frecuente el uso de “*time lag buffers*” –referido en este caso a colas de distintos envíos- para mantener un suministro fiable de hormigón a las obras. Estos autores evaluaron dos escenarios diferentes de suministro de hormigón que diferían en dónde se definía la cola, por una parte una situación en la que la responsabilidad sobre la producción de los distintos envíos y la entrega del hormigón recaía en la misma empresa y por otra una situación en la era la entrega del hormigón y su volcado en obra las actividades asumidas por una misma empresa. Su conclusión fue que diferentes escenarios tenían diferentes requerimientos a nivel de colchones.

El tiempo de antelación con el que se ponen a disposición de la obra los materiales, en relación al que sería estrictamente necesario según la planificación (“*time lag buffers*”) y la cantidad adicional de material sobre la teóricamente necesaria, no son por tanto dos colchones diferentes, sino dos facetas de una única realidad. Desde esta perspectiva, el recurso de base de los “*time lag buffers*” es el tiempo, porque si los materiales necesarios para ejecutar una cierta unidad de obra están disponibles más tiempo del estrictamente necesario (la cola de los envíos de hormigón), esa unidad de obra puede llevarse a cabo –desde el punto de vista de los acopios de materias primas- en una ventana de tiempo mayor a la programada. Ambas facetas pretenden absorber variación: el tamaño del acopio, en relación con el hecho de que el proceso concreto requiera más cantidad de materiales de los previstos (más hormigón del estrictamente necesario para cubrir mermas, errores de medición) o como defienden Espino et al. (2012) porque el material pudiera no estar disponible para su compra en el futuro; por su faceta como colchón de tiempo los inventarios de materias primas pretenden cubrir la contingencia derivada de la variabilidad en los plazos de entrega de los materiales por parte de los correspondientes proveedores.

#### 3.4.4.4.- Inventarios (obra en curso)

Ya se describió en el capítulo segundo otro aspecto característico de la producción en construcción: la interdependencia de los procesos y su interacción con la variabilidad de los mismos (Howell et al. 1993a, Tommelein et al. 1996, Wambeke et al. 2011). Este factor implica que si el comienzo y/o la duración de una tarea varían en relación a lo planificado, el comienzo y/o la duración de otras tareas dependientes y situadas aguas abajo de la primera puede verse afectado, provocando por tanto disrupciones en el cronograma y/o pérdidas de productividad.

Al hilo de lo anterior, en el capítulo segundo también se trató lo que Tommelein et al. (1996) llaman “el desfile de las empresas”, una forma habitual de organizar el trabajo de las diferentes compañías que secuencialmente intervienen en la obra. En su estudio, los citados autores exponen los resultados de una simulación que diseñaron para analizar los efectos de la variabilidad del flujo de trabajo y la interdependencia de las diferentes actividades en el sistema productivo. Una de sus principales conclusiones es que es posible reducir el plazo de ejecución e incrementar la eficiencia del trabajo al reducir la variabilidad del flujo, pero también plantean que para absorber los efectos de la variabilidad residual, es necesario definir entre las distintas empresas colchones de obra en curso de tamaño adecuado, protegiendo así al sistema productivo al garantizar un flujo de trabajo fiable.

Así, el fin instrumental de la obra en curso (WIP) es aislar los procesos aguas abajo de la variación de los procesos precedentes; la obra en curso es por tanto un colchón que absorbe la variabilidad, incrementa la consistencia de los resultados de los procesos y como consecuencia disminuye los tiempos de ciclo (Hopp y Spearman 2011). Howell et al. (1993a) también defienden la utilización de colchones de obra en curso para desacoplar actividades estrechamente ligadas con el fin de eliminar las ineficiencias provocadas por las interacciones entre diferentes sub-ciclos (actividades).

La lógica que subyace a la obra en curso en su papel de colchón es similar a la de los inventarios de materias primas: absorben los efectos de la variabilidad en un entorno de interdependencia, mejorando así el rendimiento del proyecto, pero también tienen un coste (activo circulante), por lo que la definición de su volumen debe realizarse buscando el equilibrio entre ambos factores González et al. (2009).

González et al. (2009) definen la obra en curso (WIP –“Work in Progress”) como la diferencia entre el avance acumulado de dos procesos consecutivos y dependientes, que caracteriza las unidades de obra que tiene por delante un equipo que realizará el trabajo correspondiente al proceso sucesor. Esta definición de WIP es más clara en proyectos donde los procesos se repiten continuamente (por ejemplo: carreteras, ferrocarriles, tendidos eléctricos, etc.) o se componen de múltiples unidades discretas iguales (por ejemplo: edificios en altura, proyectos repetitivos residenciales, etc.).

En un reciente estudio, y de forma simétrica a los mencionados para el caso de los colchones de inventarios de materias primas, Gupta et al. (2012) exploran mediante simulación la relación existente entre la productividad de la mano de obra y el nivel de colchones WIP. Su ámbito de estudio es el de los proyectos repetitivos de gran tamaño y los resultados del mismo parecen indicar que la relación entre la productividad y el tamaño de los colchones WIP es una cuestión de equilibrio. Efectivamente, muy pequeños tamaños de colchón resultan en baja productividad y una elevada sensibilidad de la producción a la variabilidad. Pero más allá de un cierto tamaño límite de colchón, no se produce una mejora significativa de la productividad con el incremento del tamaño del colchón. Es decir, que a pesar de que los colchones WIP son en general útiles de cara a proteger el rendimiento de las obras, los incrementos de productividad se producen dentro de ciertos límites.

Horman y Thomas (2005) destacan que el uso de los ya mencionados “*time lag buffers*” implica la inserción deliberada de una pausa entre los pasos de una operación. El establecimiento de tiempos de retardo podría así generar acopios de materiales u obra en curso entre los pasos (procesos), pero esto no sería significativo. La capacidad esencial de estos colchones es incrementar sustancialmente la certidumbre del momento de comienzo del paso que requiere el material o la obra en curso en cuestión, independientemente de las condiciones. El colchón de obra en curso tiene significados sensiblemente diferentes para una actividad y su sucesora. Para las actividades sucesoras, el WIP tiene un sentido similar a los stocks de materias primas, es en términos prácticos una materia prima más, es un recurso que necesita para efectuar su trabajo (que la actividad predecesora haya concluido su parte), pero para las actividades predecesoras el colchón de obra en curso que van creando como consecuencia de su trabajo es un colchón de tiempo para la ejecución de su siguiente asignación (“*time lag buffer*”). En la tabla 3.6 están identificados como “J”, “K”, “L”, aunque desde su perspectiva como “*time lag buffers*” serían también los “D1”, “E1”, “F1”.

#### 3.4.4.5. Reservas de capacidad.

Según Horman y Thomas (2005) las reservas o colchones de capacidad consisten en paquetes de equipamiento y mano de obra adicionales a los considerados necesarios para completar un cierto proceso. En la tabla 3.6 están identificados como “P”, “Q”, “R”. En aquellas circunstancias en las que es difícil eliminar la incertidumbre y la variabilidad mediante técnicas de gestión y de planificación, los colchones de capacidad aportan la capacidad de responder con agilidad a un cambio de circunstancias, así el valor esencial aportado por los colchones de capacidad es la rápida responsividad.

Horman y Kenley (1998) proponen un método denominado “*process dynamics*” para explorar el comportamiento de los procesos constructivos en relación a los colchones, la eficiencia, la incertidumbre y la complejidad. Los colchones juegan un papel central en esta



relación dinámica, y este es el medio a través del cual desarrollan su propuesta. Su esfuerzo se centra en el impacto que los colchones de capacidad tienen en el rendimiento general de la obra.

Utilizar la capacidad de producción como un colchón implica sobre-dotar deliberadamente la obra de capacidad productiva, algo que necesariamente requiere relajar el énfasis sobre la utilización de los recursos a máxima capacidad vigente en general en la construcción. Las organizaciones participantes en una obra cuentan con recursos adicionales a los teóricamente necesarios. La aportación de capacidad en exceso permite la dedicación de recursos a solventar problemas según surgen, minimizando así los retrasos. Desaparece así la necesidad de reasignar recursos para afrontar temas urgentes y los correspondientes retrasos en los que se incurre. Más aún, los retrasos en cascada fruto de hechos como el descrito se minimizan. El plazo de ejecución de la obra y sus costes relacionados se reducen como consecuencia de la reducción del tiempo malgastado.

El uso sistemático de colchones de capacidad en proyectos de construcción fue descrito por Horman y Thomas (2005), quienes citan un estudio realizado por Horman (2000), quien evidenció que si son usados correctamente, los colchones de capacidad pueden reducir el plazo de ejecución hasta un 35% y el coste hasta un 8%.

La definición y utilización de colchones de capacidad debe hacerse con celo, asegurando que las ventajas que esos colchones aportan no son desaprovechadas. Por ejemplo, el exceso de mano de obra en forma de horas extraordinarias y sobre-dotación es la táctica empleada frecuentemente en aquellas obras que requieren ser aceleradas, requiriendo exceso de mano de obra para completar actividades fragmentadas y sub-óptimas. El resultado es que se puede recuperar algo de tiempo, pero a costa de una merma de la eficiencia (Horman y Thomas 2005).

Tanto los inventarios de materias primas, como los colchones de WIP y las reservas de capacidad son eficaces para absorber la variabilidad de los procesos, disminuyendo así la incertidumbre sobre los objetivos de la obra, pero dentro de unos límites, además también tienen un coste que puede incidir en el rendimiento del proyecto. Por ello las decisiones de cuánto tiempo insertar entre procesos dependientes y consecutivos (o lo que es lo mismo, dimensionar el volumen de los inventarios de materias primas y de obra en curso entre los procesos), así como valorar el volumen de las reservas de capacidad, deben tomarse buscando el equilibrio entre reducción de la variabilidad y coste (Horman y Thomas 2005, Gupta et al. 2012); este necesario equilibrio anticipa uno de los determinantes de las reservas para contingencias que se describirán en el próximo apartado: su coste. Todo ello independientemente de que, como ya se ha apuntado, los colchones de capacidad son preferibles a los de materias primas y obra en curso por ser más eficientes (Horman y Thomas 1998).

Alves y Tommelein (2004) refieren uno de los resultados de un estudio conjunto de los colchones de inventario y capacidad: a pesar de que a nivel general los jefes de obra de los contratistas mecánicos que analizaron definen amplios colchones de capacidad para el proceso de fabricación y montaje de conductos de chapa, los jefes de obra y encargados protegen redundantemente las actividades individuales con colchones de inventario, idea esta que entre otras cosas plantea un tema interesante sobre la gestión integral de las reservas para contingencias en las empresas y sobre quién o quiénes son los responsables de su gestión.

Igualmente, es destacable la idea ya expuesta de González et al. (2009) en cuanto a que las empresas constructoras definen en la actualidad los colchones (de inventario, capacidad y tiempo) basándose en la intuición y en la capacidad de juicio del decisor, lo que conduce a un control de la variabilidad muy pobre. Tal y como se describirá en el apartado 3.6

el “juicio de expertos” (es decir, el juicio subjetivo de personas expertas) es uno de los métodos de estimación de reservas para contingencias (en general) más usualmente utilizados por las empresas.

#### COLCHONES DE PROGRAMACIÓN (“Schedule Buffers”).

Los colchones de programación son un tipo particular de reservas de capacidad que fueron descritos por Ballard y Howell (1995). Su objetivo es –al igual que los otros colchones– proteger el proyecto de la variabilidad del flujo de producción, en concreto proteger los procesos de la variación de flujo de producción de sus actividades predecesoras.

Los colchones de programación son reservas de capacidad (herramientas, mano de obra, ampliaciones de horario, etc.), cuya existencia ha sido decidida con el fin de insertar ciertos intervalos de tiempo entre actividades programadas, por ejemplo, entre la fabricación y el montaje de soportes de tuberías: así en este ejemplo, los equipos de montaje de tubería se dotarían de capacidad excesiva (montadores, medios de elevación, herramientas, etc.) para protegerse de la variabilidad del flujo de producción de los equipos fabricantes de tubería. Si el flujo de fabricación de tubería es consistente, los equipos de montaje pueden adecuar sus recursos a ese ritmo, por lo que la reducción de este colchón y la adecuación de los recursos de los equipos de montaje al flujo de fabricación de tubería implicarían una reducción del plazo y del coste de la obra, por el contrario, si el flujo no es consistente, los equipos de montaje deberán de contar con capacidad sobrada (“schedule buffer”) para absorber ese flujo discontinuo. Consecuentemente, a pesar de que su recurso de base es físico, representan tiempo de duración de la obra, de ahí su nombre. Su cercanía al concepto de “*time lag buffer*” es clara.

#### 3.4.4.6.- Colchones de planificación (“Plan Buffers”).

Los colchones de planificación son el tercer tipo genérico de colchón que se describe en este apartado (inventarios, capacidad, planificación y tiempo) y se corresponderían con los tipos “S”, “T” y “U” de la tabla 3.6. También fueron descritos por Ballard y Howell (1995). Los colchones de planificación son conjuntos de actividades programadas dispuestas para ser ejecutadas por los equipos aguas abajo. Permiten suavizar el flujo de trabajo y que cada proceso tenga un resultado fiable y predecible.

Los colchones de planificación no son reemplazables por los de inventario o capacidad. Los colchones de planificación son necesarios incluso cuando los de inventario o capacidad han sido definidos, porque tener un acopio de tubería no aporta a un equipo de tuberos una asignación de trabajos, también se necesitan válvulas, soportes, información, etc., y las estructuras para soportar la las tuberías deben estar montadas (obra en curso). Preferiblemente, las tuberías que deberían poder instalarse tendrían que ser aquellas que debieran instalarse primero en una secuencia óptima de construcción. Ensamblar los componentes físicos, reservar los recursos compartidos, determinar la secuencia óptima y dimensionar las asignaciones de trabajos para absorber la capacidad productiva de los equipos se hace mejor antes de efectuar asignaciones y comprometer qué trabajo deberá hacerse en un cierto periodo de tiempo.

Los colchones de planificación son, en suma, la expresión conjunta de los tres colchones anteriores: inventarios (de materias primas y de WIP) y capacidad.

Los colchones de planificación también se llaman “carteras de trabajos pendientes” (“backlogs of workable assignments”). Determinan lo que PUEDE ser ejecutado como algo diferente de lo que DEBE ser ejecutado. Obviamente, el compromiso de lo que se EJECUTARÁ solo puede proceder de lo que PUEDE ser ejecutado.

Solo una nota en cuanto al contexto del trabajo de Ballard y Howell (1995). Como se puede apreciar por el lenguaje utilizado en el párrafo anterior, los colchones de planificación forman parte del enfoque de “Last Planner System” ®, el sistema de programación y control de la producción usualmente utilizado en el contexto de “Lean Construction” y que ha sido descrito en el capítulo segundo, pero esto no implica que su existencia no pueda darse en un entorno “tradicional”.

### **3.5.- DETERMINANTES INTRÍNSECOS DE LA GESTIÓN DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS.**

La naturaleza de las reservas para contingencias se caracterizó en apartados anteriores a partir de los siguientes atributos:

- Reserva.
- Indicador de riesgo, incertidumbre y variación.
- Indicador de los objetivos de la obra.
- Inductor del resultado del proyecto.
- Inductor de mejora continua.
- Indicador de confianza organizacional.

De estos atributos se derivan una serie de factores intrínsecos que determinan la gestión de las reservas para contingencias y que van a ser descritos en este apartado.

En relación a su carácter como indicador de riesgo y abundando en los argumentos anteriormente aportados, Molenaar et al. (2010) defienden que la cantidad de reservas para contingencias debe ser congruente con los riesgos de la obra, afirmando además que las reservas para contingencias están integralmente relacionadas con la gestión de riesgos en el contexto de la estimación de costes y el control de costes, argumento extrapolable a los otros dos objetivos finalistas de la obra: plazo y alcance-calidad. La gestión de reservas para contingencias no es en sí uno de los cinco procesos de gestión de riesgos (seis según PMI (2013)), aunque forma parte de dos de ellos. Por una parte la gestión de reservas para contingencias forma parte del proceso de planificación de la respuesta a los riesgos, pues si una empresa elige aceptar un riesgo identificado, la respuesta a esta aceptación debería implicar la inclusión en el presupuesto, y/o en el programa de trabajos y/o en la planificación de alcance-calidad de una cierta cantidad de reserva para contingencia a fin de cubrir su posible concreción. Por otra parte, el seguimiento y la resolución de las reservas para contingencias son también parte del proceso de monitorización y control de riesgos.

En otro orden de cosas, estos autores también destacan la necesidad de que la aplicación de las reservas para contingencias sea consistente, es decir que las reservas se destinen a los fines para los que fueron definidas y no a otros. Molenaar et al. (2010) se centran en reservas para contingencias de coste desde la perspectiva de la propiedad, no obstante los mismos argumentos pueden ser extensibles a la empresa constructora y a las reservas de tiempo y alcance. Es pertinente recordar aquí el factor diferencial –ya expuesto– entre las reservas para contingencias y otros conceptos cercanos (provisiones y fondos de reserva): el riesgo, las reservas para contingencias tienen como fin cubrir riesgos (Noor y Tichacek 2009).

Las anteriores ideas de Molenaar et al. (2010) introducen algunos de los principales determinantes de la gestión de las reservas para contingencias. Por una parte, dado que deben ser coherentes con los riesgos que pretenden cubrir, la incertidumbre a absorber y la variación que tratan de acomodar, las causas de las reservas estarán determinadas por los factores o fuentes de riesgo e incertidumbre, causas de variación o causas de desviación en general. Por otra parte, dado que las reservas para contingencias forman parte del proceso de gestión de riesgos y que estos deben monitorizarse y controlarse de forma continua, el tiempo es también un importante determinante de las mismas, determinante que introduce la necesidad de considerar su gestión desde un punto de vista dinámico. Un tercer determinante está relacionado con la existencia de límites en el uso de las reservas para contingencias, pues su aplicación debe ser consistente con los atributos definitorios de su naturaleza descritos en apartados anteriores.

Por lo que respecta a la relación entre objetivos de la obra y reservas para contingencias, se va a plantear aquí un matiz adicional a los ya tratados. En el capítulo segundo se describió el estudio efectuado por Howell et al. (1993b) en torno a los objetivos de la empresa constructora en la obra. Estos autores destacan que los objetivos de la obra tienen una naturaleza dual. Por una parte son tanto fines como medios, fines en cuanto a que expresan los objetivos de la obra, medios en cuanto a que la consecución de esos objetivos forma parte de la vía para alcanzar metas más altas a nivel corporativo; adicionalmente los objetivos de la obra (qué hacer) se ven condicionados por la incertidumbre existente en los medios a utilizar para conseguirlos (cómo hacerlo), de modo que un cambio del entorno puede hacer que se requieran medios diferentes a los estimados inicialmente y por ende modificar los objetivos. La segunda parte de esta naturaleza dual de los objetivos de la obra tiene que ver con su papel como guía para la toma de decisiones de los gestores, pues los objetivos introducen restricciones que condicionan su actuación. El carácter restrictivo de los objetivos de la obra será el cuarto determinante intrínseco de la gestión de reservas para contingencias que se analizará.

Uno de los atributos de las reservas para contingencias es precisamente el hecho de que son reservas, cantidades de recursos que como tal tienen un coste, siendo este el quinto determinante intrínseco de su gestión que se considera. Según Ruskin (1981) las reservas para contingencias (de coste) tienen un coste asociado que se deriva de la inmovilización de unos recursos económicos con el fin de cubrir los riesgos existentes en la obra; de acuerdo con Leach (2003), dada la posibilidad de expresar en términos monetarios tanto el efecto de los riesgos como cualquier tipo de reserva para contingencias, esta idea es extensible a todas las reservas, es decir cualquiera de ellas tendría un coste asociado. Pero quizá el enfoque más claro al respecto es el ya descrito de Hormann y Thomas (2005); para estos autores los distintos tipos de reservas se pueden ordenar en función de dos parámetros que se mueven de forma opuesta: coste y responsividad, así las reservas de dinero conllevarían su mayor coste en el momento de ser aplicadas, pero serían menos responsivas, mientras que con los colchones de inventarios y capacidad se incurriría en la totalidad de su coste en el momento de ser generados, aunque serían más responsivos. En relación a estos últimos tipos de reservas y tal y como se detallará en apartados posteriores, González et al. (2009) y González et al. (2011) destacan que la base de cualquier método de cuantificación de los colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) y capacidad debe ser el equilibrio entre el coste del colchón y su resultado en términos de reducción de la variabilidad y por tanto del coste y el plazo total de la obra.

Alternativamente al uso de reservas para contingencias se pueden gestionar los riesgos aceptados mediante la monitorización y el control de la obra (Ruskin 1981), estrategia que también conlleva un coste. El fin es buscar la combinación más eficiente de ambos enfoques de gestión de los riesgos aceptados.

### 3.5.1.- Factores o fuentes de riesgo e incertidumbre. Causas de variación. Causas de desviación.

El concepto de riesgo es controvertido. Chapman y Ward (2003) analizan algunos de los problemas derivados del uso y significado del término; en primer lugar, destacan su ambigüedad, una ambigüedad que permite que sea utilizado como sinónimo de probabilidad de ocurrencia de un hecho, la naturaleza del mismo o su causa. PMI (2013) (p. 234) define la causa de un riesgo (factor de riesgo) como *un requisito, un supuesto, una restricción o una condición que crea la posibilidad tanto de consecuencias negativas como positivas*, añadiendo que un riesgo puede tener una o varias causas; Godfrey (2004) matiza la idea diciendo que la causa de la incertidumbre y por tanto del riesgo está en todos aquellos factores que influyen en el logro de los objetivos del proyecto (por tanto factores de riesgo). Chapman y Ward (2003) también introducen el término alternativo fuentes de riesgo e incertidumbre con un matiz más genérico que el de causa o factor de riesgo (más restringidos a un evento concreto), en coherencia con la visión ya expuesta de estos últimos autores. Finalmente, para ISO 31000 (2010) (p. 11) una *fente de riesgo es un elemento que, por sí solo o en combinación con otros, presenta el potencial intrínseco de engendrar un riesgo*. Andi (2004) utiliza el término “riesgo” como sinónimo de “factores de riesgo” (algo bastante común), pero más allá de esta cuestión semántica en línea con la ambigüedad existente sobre el concepto a la que se refieren Chapman y Ward (2003), su aportación tiene el interés de introducir la relación causal en cascada que en ocasiones se produce en las obras, de tal modo que un riesgo concreto puede ser además “factor de riesgo” de otro evento posterior: así, la “indisponibilidad de materiales” es un riesgo dependiente de otros riesgos anteriores, por ejemplo “no disponibilidad de proveedor” o “retraso en la entrega del material”.

A partir de esta ambigüedad –aunque no solo por ello-, se aprecia cómo diferentes autores utilizan distintos enfoques y expresiones para abordar la idea que subyace bajo el objeto de este punto: qué relación existe entre la definición de reservas para contingencias y las circunstancias generadoras de variación e incertidumbre o los hechos concretos que puedan provocar la materialización de un riesgo y por ende una desviación. De esta forma las referencias consideradas se pueden agrupar en tres grandes bloques. Por una parte aquellos que se centran en analizar las fuentes y factores de variación, incertidumbre y riesgo como inductores de riesgo en general (y por tanto factores determinantes de las reservas para contingencias). Algunos de estos estudios no tienen como objetivo específico caracterizar la gestión de colchones a partir de la identificación de los factores de riesgo que los inducen, sino un objetivo más genérico: apoyar la gestión de riesgos. El segundo de los bloques es más específico, centrándose de una forma explícita en aquellos factores de riesgo que son causa de las reservas para contingencias. Finalmente, el tercer bloque está constituido por aquellos estudios que parten de la constatación de que una buena parte de las obras concluyen con sobrecostes y en un plazo superior al programado, focalizándose en analizar las causas de estas desviaciones; estos enfoques constituirían un intento normalmente empírico de cualificar los factores de riesgo -causa de las reservas para contingencias- por su impacto en el desempeño.

La Tabla 3.7 presenta un resumen de las referencias bibliográficas más relevantes que han sido identificadas en relación al objeto analizado en este punto; el documento completo figura en el Anexo 2.4. En esta tabla, los registros tipo “X” relacionan el conjunto de una referencia con un campo concreto y los registros tipo “Nx” relacionan una nota de la aplicación de gestión de referencias Mendeley con un campo concreto. Las referencias están categorizadas en función de la expresión mayoritariamente empleada por el autor para referirse al concepto (factor de riesgo, fuente de incertidumbre, causa de variación, causa de desviación o causa de las reservas para contingencias), del objetivo específico del proyecto (tiempo, coste, o general) y en función de la fase del proyecto y del dueño del riesgo. La expresión

concreta utilizada para referirse al concepto analizado introduce ciertos matices que serán aclarados a lo largo de este punto, aunque no invalidan la reflexión planteada en el párrafo anterior. Que el objetivo del proyecto sobre el que se focalice un autor sea el plazo o el coste no impide generalizar sus argumentos a todos los objetivos del proyecto, baste recordar al respecto el argumento de Russell et al. (2012) –ya expuesto: la mayor parte de los factores que inducen incertidumbre y variación en el coste de los diversos elementos de una obra afectan igualmente a su duración.

Sin embargo, el último criterio de clasificación de las referencias empleado en la Tabla 3.7 (la fase del proyecto y el dueño del riesgo) sí debe ser tenido en cuenta a la hora de priorizar la importancia relativa de los diferentes estudios analizados en relación al objeto de la presente investigación. De forma generalizada se aprecia que la mayor parte de las referencias halladas sobre reservas para contingencias se centran en la propiedad y en la fase de estudios, de hecho ya se apuntó que una de las principales carencias observadas en la literatura en este sentido es la ausencia de investigación –especialmente empírica- sobre reservas para contingencias desde la perspectiva de la empresa constructora durante la fase de construcción de la obra (por ello, ese es el objeto de este estudio), pues bien, la misma carencia se aprecia en relación a los factores de riesgo, la mayor parte de los estudios se focalizan en la propiedad y en la fase previa a la construcción. A lo largo de este trabajo se han utilizado (y se utilizarán) argumentos e ideas desarrollados en el citado contexto –cercano pero no idéntico-, sin embargo en relación a los factores de riesgo la diferencia es más sustancial, pues dependiendo del contrato y de otros aspectos, propiedad y contratista pueden valorar de forma muy diferente determinados factores de riesgo, es por ello por lo que en este punto se priorizarán las referencias centradas específicamente en el ámbito de esta investigación.

REFERENCIA	FACTORES DE RIESGO	FUENTES DE INCERTIDUMBRE	CAUSAS DE DESVIACIÓN	CAUSAS DE VARIACIÓN	CAUSAS DE LAS RCs	OBJETIVO RELACIONADO	FASE DE LA OBRA - DUEÑO RIESGO
Andi (2004)	N9					General	Estudios - Contratista
Chan y Au (2009)	X					Tiempo	Estudios - Contratista
Chapman y Ward (2003)		X				General	General
Creedy (2012)	N14		N20			Costes	Estudios-Propiedad
Gehbauer et al. (2007)			X			General	Construcción - Contratista
Godfrey (2004)	N2					Costes	Propiedad
Günham y Arditi (2007)					N8	Costes	Estudios-Propiedad
Harbuck (2004)			N4			Costes	Propiedad
Idrus et al. (2010)	N9					Costes	Estudios - Contratista
Leach (2003)			X			Costes - Tiempo	Estudios - Contratista
Lechler et al. (2012)		X				Varios	Varios
Lhee et al. (2012)		X				Costes	Estudios-Propiedad
Moselhi (1997)	N6					Costes	General
Murray y Ramsaur (1983)	N1					Costes	Estudios-Propiedad
Noor y Tichacek (2009)			N6			Costes	Estudios-Propiedad
Querns (1989)					N4	Costes	Estudios-Propiedad
Russell et al. (2012)					N18-20, 26	Tiempo	Estudios y Construcción - Contratista
Smith y Bohn (1999)	X					Coste	General
Tah et al. (1993)	N7					Costes	Estudios - Contratista
Thal et al. (2010)			X		X	Costes	Estudios-Propiedad
Yeo (1990)	X		X			Costes	General
Wambeke et al. (2011)				X		Tiempo	Construcción - Contratista

Tabla 3.7. Factores de riesgo – referencias bibliográficas consideradas.

Otro aspecto que se ha tenido en cuenta a la hora de establecer la prelación entre las diferentes referencias identificadas que a priori podían ser relevantes para este punto, ha sido un controvertido atributo del concepto de riesgo que también se discutió en puntos anteriores de este apartado: el perfil del riesgo. Efectivamente, el término riesgo se identifica generalmente con amenaza (Hillson 2002) y por tanto la gestión de riesgos se convierte en gestión de amenazas, una visión claramente restrictiva, pues no aborda la gestión de oportunidades; en este sentido Hillson (2002) y Chapman y Ward (2003) ponen de manifiesto el sesgo de PMI (2013) (p. 234), pues a pesar de definir el concepto de riesgo de una forma neutra en relación al carácter de su impacto, incluso de definir la gestión de riesgos como algo que *“incluye los procesos relacionados con llevar a cabo la planificación de la gestión, la identificación, el análisis, la planificación de respuesta a los riesgos, así como su monitoreo y control en un proyecto. Los objetivos de la Gestión de los Riesgos del Proyecto son aumentar la probabilidad y el impacto de eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de eventos negativos para el proyecto”*, PMBoK trata de forma mucho más extensa el carácter de amenaza que el de oportunidad.

Como colofón a la introducción de este punto, es importante destacar que su objeto no es generar -a partir del análisis de la literatura- una relación exhaustiva de factores de riesgo o incertidumbre, causas de variación, causas de desviación o causas en suma de las reservas para contingencias, algo sobre lo que Godfrey (2004) lanza una advertencia, pues según él es imposible identificar en una obra todas las causas o fuentes de riesgo y todos los riesgos en sí, asegurando incluso que creer que ese hito se puede conseguir es contraproducente y peligroso, pues siempre hay que esperar lo inesperado. Pero ambas ideas no son excluyentes, pues la gestión de riesgos se puede centrar en la gestión de las fuentes de riesgo sin cerrarse a una relación -por exhaustiva que sea- de posibles causas, evitando así pasar por alto aquellos riesgos no evaluados o no identificados en un momento dado (los “conocidos-desconocidos” y los “desconocidos-desconocidos” a los que hace referencia Cabano (2004)). En coherencia con esta idea, el objeto de este punto es identificar las fuentes principales de riesgo y definir el marco teórico que permita investigar cómo influyen los factores de riesgo (expresión usada ya en sentido genérico recogiendo todos los enfoques existentes al respecto) en la definición por parte de las empresas constructoras de las reservas para contingencias en la fase de construcción de las obras, asumiendo que tal y como se argumentó al principio de este apartado y se desarrollará posteriormente no serán estos los únicos determinantes de las mismas.

#### FACTORES Y FUENTES DE VARIABILIDAD, INCERTIDUMBRE Y RIESGO.

Uno de los más antiguos esfuerzos analizados (Murray y Ramsaur 1983), describe el papel determinante que los factores de riesgo tienen en la definición de las reservas para contingencias. Pero no fue hasta unos años después cuando se comenzaron a realizar investigaciones empíricas para tratar de caracterizar la influencia de las causas de los riesgos en la gestión de las reservas para contingencias. Unos años después, Yeo (1990) establece una primera categorización de lo que él llama indistintamente fuentes de riesgo o causas de desviación. Según este autor las principales fuentes de riesgo se pueden agrupar en torno a:

- Factores externos. Habitualmente fuera del control de los gestores del proyecto.
- La complejidad del proyecto.
- Mala gestión del proyecto. No lo asevera de forma explícita pero nombra la “mala administración del contrato” como uno de los factores dentro de esta familia, introduciendo algo sobre lo que se profundizará más adelante: el contrato como factor de riesgo de la obra.



- Estimaciones no realistas. Una causa de desviación en la que se centra Leach (2003) y que se presentará más adelante.

Tah et al. (1993) consideran la existencia de dos grandes familias de factores de riesgo: los controlables por la empresa constructora y aquellos que esencialmente se escapan de su control. Dentro de los primeros nombran de forma explícita los riesgos derivados de aspectos contractuales.

Posteriormente, Moselhi (1997) propone una categorización básica de los factores o fuentes de riesgo al considerarlas relacionadas, bien con el proyecto en sí (compatibles con los riesgos controlables de Tah et al. (1993) y con las tres últimas familias de Yeo (1990)), o bien con las condiciones generales del mercado o con la ocurrencia de riesgos impredecibles.

Smith y Bohn (1999) efectúan uno de los estudios sobre riesgos más citados; en este trabajo ya se han referido sus argumentos sobre los criterios de gestión de reservas para contingencias considerados por las empresas constructoras durante la licitación de las obras. Estos autores realizaron doce estudios de caso sobre diferentes pequeñas y medianas empresas constructoras estadounidenses para tratar de caracterizar sus prácticas de gestión de riesgos durante las licitaciones de las obras. Las conclusiones del estudio fueron que los contratistas definían el importe de las reservas para contingencias en función de las siguientes variables: carga de trabajo, volumen del contrato, complejidad del proyecto, número de concurrentes, reputación de la propiedad, nivel de agresividad del ofertante, calidad de los documentos del contrato y tiempo disponible para preparar la oferta. Algunos de estos factores no son factores de riesgo en sí (la carga de trabajo), otros pierden su sentido una vez conseguido el contrato, pero algunos otros serían factores de riesgo que la empresa seguiría contemplando a la hora de efectuar la planificación inicial de la obra y por tanto la definición de las reservas para contingencias correspondientes (volumen del contrato, complejidad del proyecto, reputación de la propiedad, calidad de los documentos del contrato). Más allá de la identificación de una serie de variables justificativas de la inclusión de reservas para contingencias en una oferta, el estudio de Smith y Bohn (1999) establece de forma definitiva el carácter determinante que tienen los factores o causas de los riesgos en la definición de reservas para contingencias.

Quizás uno de los estudios más interesantes desde el punto de vista de esta investigación en relación al objeto analizado en este punto es del de Chan y Au (2009). Estos autores se centran en la empresa constructora durante la fase de estudios, pero aportan un matiz nuclear: tratan de forma explícita factores de riesgo negativos (amenazas) y positivos (oportunidades). Al igual que lo anteriormente expuesto en relación a la investigación de Smith y Bohn (1999), previsiblemente no todos los factores destacados por estos autores son relevantes durante la fase de construcción, pero sin duda algunos sí. Chan y Au (2009) desarrollan su propuesta a partir de una encuesta realizada a ciento noventa empresas constructoras de Hong Kong. El objetivo de su investigación era determinar qué factores influían en los precios ofertados por los contratistas en relación a riesgos relacionados con el plazo de ejecución de las obras. Los diferentes factores identificados fueron clasificados en dos grandes grupos: factores inflacionistas (inducen un incremento de los precios) y factores deflacionistas (inducen una reducción de los precios).

La Tabla 3.8 presenta el hallazgo más destacable de su estudio: la relación de los diez factores inflacionistas y de los diez factores deflacionistas que tienen –según su estudio- un mayor impacto en los precios ofertados, es decir en la definición de reservas para contingencias de coste (implícitas). La tabla incluye la valoración del impacto de los veinte factores en los precios, es decir incluye la cuantificación de la reserva para contingencias correspondiente.

FACTORES DE OPORTUNIDAD (Deflacionistas)		FACTORES DE RIESGO (Inflacionistas)	
Factor	Porcentaje de deflación	Factor	Porcentaje de inflación
Flujo de caja ideal (cobros anticipados)	38	Mala reputación de la propiedad a la hora de pagar en plazo	35,33
Buena reputación de la propiedad a la hora de pagar en plazo	37,25	El contrato establece penalizaciones superiores a las esperadas	34,67
Necesidad de carga de trabajo	35,5	La propiedad tiene una reducida capacidad financiera	34,17
Alta intensidad de trabajo en la obra (elevado ratio "importe del contrato/plazo de ejecución")	32,08	Plazo de ejecución muy ajustado	34,08
La propiedad tiene gran capacidad financiera	32	Flujo de caja no ideal (cobros diferidos)	32,75
Falta de trabajo por crisis económica	31,92	Partes importantes de la obra subcontratadas a subcontratistas nominados por la propiedad	31,08
Plazo de ejecución contractual razonable, con colchón de tiempo	30,83	Baja intensidad de trabajo en la obra (reducido ratio "importe del contrato/plazo de ejecución")	27,5
La propiedad es cliente habitual	29	Alto grado de dificultad (complejidad, necesidad de adoptar métodos singulares de construcción, probabilidad de tener obstrucciones subterráneas y dificultad de acceso al emplazamiento, etc.)	27,17
La empresa tiene experiencia en proyectos similares	28,25	Condiciones contractuales onerosas y especificaciones rígidas	26,75
El contrato establece penalizaciones aceptables	26,17	Posibilidad de tener problemas de opinión pública	26,75

**Tabla 3.8. Principales factores de riesgo (a partir de Chan y Au 2009).**

Los factores sombreados no tendrían ninguna influencia a la hora de definir o revisar las reservas para contingencias durante la planificación inicial de la obra una vez que esta ha sido contratada, pero el resto podrían seguir siendo igualmente relevantes. A partir de la Tabla 3.8 se puede deducir que los aspectos contractuales son uno de los factores de riesgo y oportunidad más relevantes.

Más allá de lo expuesto, el esfuerzo de Chan y Au (2009) aporta dos ideas muy relevantes:

- La valoración económica del riesgo es uno de los rasgos definitorios de las reservas para contingencias de costes. Según estos autores los contratistas valoran el riesgo de forma implícita, como parte de los precios unitarios, por lo que la tesis de estos autores es que los contratistas definen en sus licitaciones reservas para contingencias ocultas, de forma similar a la planteada por Laryea y Hughes (2011).
- El segundo argumento ya se apuntó en el apartado en el que se expuso la clasificación de las reservas para contingencias en función del perfil del riesgo. Los factores de riesgo inflacionistas -inducen precios superiores- están relacionados con amenazas (reservas para contingencias positivas), mientras que los factores de riesgos deflacionistas -inducen precios inferiores- están relacionados con oportunidades (reservas para contingencias negativas).

Idrus et al. (2011) también se refieren a los inductores o causas de reservas para contingencias como factores o fuentes de riesgo. Sus dos principales aportaciones en este sentido tienen que ver con la cadena de relaciones causales entre factores y riesgos (en línea con la idea de Andi (2009) ya expuesta) y con la clasificación de los factores de riesgo en

externos e internos (a la obra), en línea con la idea expuesta de Moselhi (1997). Esta subdivisión tiene una gran importancia desde el punto de vista de las distintas acciones que puede llevar a cabo la empresa constructora en ambos casos, en la medida de que el factor se escape de su control, su mitigación es más compleja, por lo que las reservas para contingencias tienen mayor peso de cara a su gestión.

La mayor parte de las referencias citadas hasta el momento destacan de una forma más o menos explícita el contrato como una fuente de riesgo, de hecho, según Prasad (2008) el tipo de contrato condiciona la definición de las reservas para contingencias por parte del contratista, Burroughs y Juntima (2004) también destacan el contrato como uno de los principales inductores de riesgo. A lo largo del capítulo segundo se describieron las modalidades de desarrollo de proyectos más habituales. Un aspecto del modelo de desarrollo de proyectos que presenta un especial interés en el ámbito de este trabajo es la relación existente entre precio de construcción, riesgo, contrato y forma de pago, relación que se explora a continuación.

De forma genérica Fischer (2004) expone que el contrato se utiliza para dar forma a las relaciones de negocios entre las partes. Ballard (2005) considera que el contrato es una herramienta para conformar equipos y estructurar las organizaciones; más específicamente, Creedy (2012) asegura que el contrato es el corazón de cualquier análisis de riesgos y que de hecho una función primordial de cualquier contrato es identificar, evaluar y asignar riesgos. La propiedad de un riesgo conlleva la responsabilidad de su gestión así como la responsabilidad de afrontar sus consecuencias. Sin embargo Chapman y Ward (1996) mantienen de forma alternativa que el hecho de que una de las partes –quizá el contratista- pudiera ser el gestor más adecuado de un cierto riesgo, no implica que tenga que soportar el riesgo financiero correspondiente. De cara a reducir el coste total de la obra y evitar reservas para contingencias innecesarias, es esencial que los riesgos sean gestionados –independientemente de quien vaya a soportar sus consecuencias- por la parte más cualificada para ello.

Wang y Chou (2003) consideran que la asignación de riesgos debe realizarse de forma eficaz y eficiente, de modo que todas las partes puedan comprender:

- Sus respectivas responsabilidades.
- Las condiciones de los eventos de riesgo.
- Las preferencias de riesgo.
- Las capacidades de gestión de riesgos.

También puntualizan que si un contratista tiene una visión sobre la asignación de riesgos diferente a la de la propiedad e incluso una falta de comprensión clara sobre gestión de riesgos, el contratista gestionará incorrectamente los riesgos, y por lo tanto, gestionará incorrectamente las reservas para contingencias. Sin duda, este aspecto es relevante desde el punto de vista de los factores inductores de reservas para contingencias que se están analizando en este punto.

Por otra parte, Carmichael (2000) argumenta que podría producirse un ahorro general para la propiedad si esta aceptara ciertos riesgos. Generalmente, la propiedad espera que el contratista asuma algunos riesgos, aunque ciertas propiedades llevan este argumento al extremo y a través de mecanismos contractuales fuerzan a los contratistas a asumir esencialmente todos los riesgos, pues cómo apunta Creedy (2012) la mayor parte de los modelos de contrato, son planteados por la propiedad unilateralmente.

Los contratos de construcción son acuerdos escritos mediante los cuales las partes contratantes formalizan su compromiso, además de definir sus relaciones y sus obligaciones. En un contrato específico, será más probable para una propiedad conseguir sus objetivos si, (i) elige un tipo de contrato que motive eficazmente al contratista a tal efecto, (ii) si la información para las empresas licitadoras durante la fase de concurso es completa y precisa y (iii) si la propiedad está dispuesta a asumir ciertos riesgos (Zaghloul y Hartman 2003). Si tiene la oportunidad, una propiedad debería propiciar la asignación eficiente de riesgos entre las partes, de modo que simultáneamente se reduzca el riesgo y se mejore el resultado de la obra.

Uno de los aspectos contractuales más utilizados por las propiedades para incentivar comportamientos adecuados en los contratistas es la forma de pago. Carmichael (2000) describe dos tipos de contratos en relación a la forma de pago:

- Contratos de precio fijo. La propiedad abona una suma estipulada a cambio de todo el trabajo (precio cerrado) o un conjunto de precios unitarios para cada unidad de obra (precios unitarios y medición).
- Contratos por administración. El contratista cobra todos sus costes legítimos y un margen de beneficio.

En relación a la influencia del tipo de contrato (en cuanto a la forma de pago) en el coste final de una obra para la propiedad, uno de los principales resultados del estudio realizado sobre once proyectos de construcción de carreteras en el Reino Unido entre 1990 y 1995 por Langford et al. (2003), es que el precio final por kilómetro de carretera de aquellas obras realizadas bajo el esquema de precio cerrado fue un once por ciento inferior, destacando además que las relaciones entre propiedad y contratista durante la obra fueron más armoniosas.

En los contratos basados en precios unitarios y medición, la mayor parte de las desviaciones en costes son soportadas por la propiedad, mientras que en los contratos a precio cerrado este riesgo se transfiere al contratista. Langford et al. (2003) puntualizan que ambos tipos de contrato son similares en cuanto a cómo consideran los riesgos denominados por Cabano (2004) como *desconocidos-desconocidos*; sin embargo, se pueden apreciar notables diferencias por lo que respecta a los riesgos *conocidos* y *conocidos-desconocidos*. Por ejemplo, si un contratista percibe un determinado aspecto del trabajo como especialmente arriesgado (o lo contrario), lo valorará incorporándolo al precio a partir de su base de conocimiento y por tanto de su capacidad para gestionar el riesgo de forma diferenciada en relación a sus competidores.

En relación a la influencia de la forma de pago en el precio, Carmichael (2000) asegura que los contratos de precio fijo implican una transferencia de riesgo financiero de la propiedad al contratista, por tanto, en la medida en la que el contratista asume más riesgos los precios aumentan, por lo que desde este punto de vista también deberían ser mayores las reservas para contingencias, otra cuestión es que esto se vea condicionado por los otros determinantes que se van a tratar en puntos posteriores.

Slauson (2005), mantiene una visión crítica acerca de los efectos del contrato habitual hoy en día en construcción, asegurando que la creencia generalizada en la industria en la actualidad es que el contrato tiene un efecto negativo en el proceso de construcción y en las posibilidades de éxito de la empresa constructora. El contrato suele ser un documento sesgado, redactado para transferir la responsabilidad a base de penalizaciones de la propiedad al contratista en caso de fallos, así como minimizando para la propiedad cualquier riesgo asociado o su coste. Así, bajo este enfoque el contratista no tiene ningún incentivo para colaborar con la propiedad o los diseñadores durante la obra. Por tanto, la confianza y la

cooperación entre las partes son mínimos, creándose obstáculos adicionales para la gobernanza del proyecto y para la resolución de problemas. Más aún, muchos creen que el éxito individual del contratista no está ligado al éxito del proyecto.

Otra influencia negativa del contrato según Slauson (2005) es que se ha convertido en la herramienta fundamental de gestión, lo que impide que la atención se focalice en tratar de entender la complejidad de la obra y cómo gestionarla. El contrato sería, desde esta perspectiva, una fuente de riesgo para la empresa constructora, riesgo que se debe gestionar, entre otras herramientas con reservas para contingencias.

Se ha expuesto una visión crítica de la realidad de los contratos propiedad-contratista en el entorno tradicional y cómo los contratos son en sí un factor de riesgo para las empresas constructoras. Un primer paso para tratar de reducir la incertidumbre que los contratos tradicionales introducen en la obra fue el “partnering” (descrito en el capítulo segundo) y el incremento de la confianza entre las partes (Smith y Ribkowski 2012). Sin embargo, tal y como se ha expuesto a lo largo del capítulo segundo, no fue sino la implantación de contratos relacionales y no transaccionales como IPD (“Integrated Project Delivery”) lo que según ciertos autores consiguió reducir la incertidumbre para todas las partes implicadas (Howell 2012). Pero más allá de estas afirmaciones genéricas la literatura no aporta una descripción detallada de la influencia del tipo de contrato en la gestión de reservas para contingencias. Sin duda es del máximo interés investigar la influencia de diferentes modelos de desarrollo de proyectos en la definición de reservas para contingencias por la empresa constructora durante la ejecución de la obra.

La expresión dominante para expresar el objeto de este punto en las referencias analizadas hasta el momento ha sido la de “fuente o factor de riesgo” como determinante de las reservas para contingencias. En el capítulo segundo se trató la relación existente entre los conceptos de riesgo e incertidumbre; ciertos autores plantean que la incertidumbre genera riesgos mientras que otros destacan lo contrario. Una posición de consenso puede ser que ambos son conceptos que se retroalimentan mutuamente. Chapman y Ward (2003) introducen un matiz importante al plantear su preocupación acerca de cómo las definiciones generalmente aceptadas de “riesgo” se focalizan en hechos, eventos o circunstancias, mientras que para ellos la atención debe centrarse en todo aquello que aporte incertidumbre a la obra, destacando además la relevancia de centrar la gestión en identificar las fuentes de incertidumbre. Estos autores llegan a afirmar que la gestión de la incertidumbre basada en la identificación de sus fuentes y no tanto en la identificación de riesgos concretos lleva a la definición de respuestas menos restringidas y por tanto más eficaces.

A continuación se describe el enfoque que Chapman y Ward (2003) aportan al respecto en su trabajo “Transformando la gestión de riesgos del proyecto en gestión de la incertidumbre”. Entre otras aportaciones, estos autores efectúan una completa sistematización de la incertidumbre en base a dos aspectos (fuentes básicas o causas-raíz) que contribuyen a la presencia de incertidumbre en cinco áreas (categorías de incertidumbre).

El primer aspecto de la incertidumbre está relacionado con la variabilidad de los indicadores de desempeño del proyecto: coste, duración o calidad, una idea también sugerida por otros autores como Barraza (2011). El segundo aspecto de la incertidumbre tiene que ver con la ambigüedad asociada al comportamiento de las partes implicadas en el proyecto, a los datos, al diseño o a las especificaciones. Esta ambigüedad obliga a trabajar con asunciones en relación a esos aspectos e induce a la definición de desviaciones (colchones) -conocidas y desconocidas.

Así, estos dos aspectos o causas-raíz de incertidumbre contribuyen a que esta se manifieste en las siguientes cinco áreas o categorías:

1.- Variabilidad asociada con las estimaciones de diversos parámetros de la obra.

Un área de incertidumbre obvia es la dimensión de parámetros tales como la duración, el coste y la calidad de actividades concretas. Las causas específicas de esta incertidumbre pueden ser algunas de las siguientes:

- Falta de especificaciones claras de lo que se requiere.
- Carencia de experiencia sobre una actividad concreta.
- Complejidad, en términos del número de factores que influyen en una determinada actividad y su interdependencia (Wambeke et al. 2011).
- Análisis insuficiente de los procesos involucrados en la actividad.
- Posible ocurrencia de hechos o condiciones concretas que pudieran tener influencia (incierto) sobre la actividad.

Solo el último de los anteriores aspectos se refiere a eventos o condiciones específicas tal y como se recoge en la definición de riesgo de PMI (2013). Las otras fuentes de incertidumbre surgen de la falta de comprensión de lo que está involucrado en el desarrollo de la actividad y, por tanto, es más difícil definir las como amenaza u oportunidad.

2.- Los fundamentos de las estimaciones de los parámetros de la obra.

La incertidumbre sobre los fundamentos de las estimaciones de los parámetros de la obra puede estar relacionada con el autor de las mismas, o con qué formato están disponibles, o con la razón, el cómo y el cuándo han sido producidas y también con la amplitud de las posibles desviaciones (reservas para contingencias) consideradas en las estimaciones.

Una fuente de incertidumbre particularmente importante es la naturaleza de las asunciones que subyacen en las estimaciones (Leach 2003, Noor y Tichacek 2009, PMI 2013), idea esta que también comparten Chapman y Ward (2003). La necesidad de controlar explícitamente a la hora de realizar estimaciones las asunciones efectuadas sobre recursos elegidos y métodos de trabajo está generalmente aceptada en el sector, aunque no siempre se haga. Sin embargo las estimaciones también pueden asumir la no ocurrencia de ciertos eventos de fuerza mayor o posibles cambios del contexto del proyecto o su alcance, además los efectos de tales eventos y de posibles cambios pueden ser difíciles de cuantificar, incluso aunque hayan sido identificados. Esto hace que sea necesario caracterizar tales eventos como “conocidos desconocidos” –cuando son identificables al menos cualitativamente-, y como “desconocidos desconocidos” cuando son eventos o posibles cambios inespecíficos.

Las estimaciones deben reflejar con claridad la precisión con la que se han identificado y categorizado los distintos eventos inciertos en función de los tipos arriba expuestos. Errores en esta identificación o en la base racional de la misma introducen incertidumbre adicional sobre las condiciones previamente asumidas.

Más adelante se volverá sobre los condicionantes de las estimaciones como causas de desviación y por tanto como factores de riesgo.

A modo de conclusión de este punto, Chapman y Ward (2003) destacan que el problema de la incertidumbre en relación a las condiciones subyacentes de las

estimaciones es incluso mayor que la determinación de la probabilidad de ocurrencia de un cierto evento. Están sin duda, anticipando la conclusión de su trabajo, una conclusión introducida por el propio título del mismo: una de las causas del pobre desempeño observado en multitud de obras es la gestión restrictiva de riesgos, basada en eventos concretos y no en algo que es más amplio: la incertidumbre.

### 3.- Diseño y logística.

En la fase de concepción del proyecto la naturaleza de los entregables y el proceso para producirlos constituyen incertidumbres fundamentales. En principio, una gran parte de esa incertidumbre se elimina en la fase de diseño y pre-construcción tratando de esclarecer qué debe ser construido, cómo, cuándo, por quién y a qué coste. Pero en la práctica una parte significativa de esa incertidumbre persiste a lo largo del proyecto.

En apartados anteriores se mencionaron los resultados de los estudios realizados por Howell et al. (1993b) y repetidos por Howell (2012) sobre la incertidumbre apreciada por dos grupos de profesionales del sector al comienzo de la ejecución de una obra tipo en cuanto a qué construir y cómo construirlo. Los resultados del estudio son coherentes con la última idea del párrafo anterior, pues una parte significativa de los profesionales analizados (56%) refirieron que persistía la incertidumbre al comienzo de la obra en torno a esos dos aspectos. En un estudio posterior, los profesionales indicaron cuál era el nivel de incertidumbre que pensaban que existía al comienzo de su última obra y cuál fue el nivel de la misma que realmente apreciaron después: el resultado fue que en un 70% de las ocasiones la incertidumbre fue infravalorada al comienzo de la ejecución de la obra.

### 4.- Objetivos y prioridades.

Para poder optimizar el desarrollo y ejecución de un proyecto, es necesario que los objetivos del proyecto estén claramente definidos (idea opuesta a la ya descrita de Howell et al. (1993b)), así como sus prioridades relativas. Las implicaciones de la incertidumbre relacionada con la claridad de definición de los objetivos y su orden de prioridad deben ser gestionadas al mismo nivel que la incertidumbre existente sobre la posibilidad de conseguir los propios objetivos.

La naturaleza de las asunciones realizadas sobre los objetivos y sus prioridades relativas pueden inducir incertidumbre en las estimaciones y en la cantidad de variabilidad estimada.

En el siguiente punto de este trabajo se profundizará en los objetivos de la obra como factor determinante de las reservas para contingencias.

### 5.- Relaciones entre las distintas partes del proyecto.

En este punto Chapman y Ward (2003) confirman lo ya expuesto en apartados anteriores de este trabajo: una fuente de incertidumbre omnipresente en la obra es la multiplicidad de personas, empresas, unidades y organizaciones involucradas en ella. Las relaciones entre las diversas partes pueden ser complejas y pueden, o no, implicar contratos formales. La involucración de múltiples partes en un proyecto es una fuente de incertidumbre que surge de la ambigüedad en torno a los siguientes aspectos:

- Especificación de responsabilidades.
- Percepciones de papeles y responsabilidades.

- Reglas de comunicación.
- La capacidad de las partes.
- Condiciones contractuales y sus efectos.
- Mecanismo de coordinación y control.

También podría incluirse aquí la ambigüedad acerca de los papeles y responsabilidades de cara a asumir y gestionar la incertidumbre en general. La ambigüedad debe ser sistemáticamente abordada en cualquier proyecto, y no solo en aquellos que conlleven contratos formales entre distintas empresas. Las empresas constructoras son frecuentemente más conscientes de esta fuente de ambigüedad que sus clientes, aunque el alcance total de los riesgos y oportunidades que esta ambigüedad genera para cada parte en cualquier contrato (vía reclamaciones, por ejemplo) puede no ser completamente apreciada hasta que es demasiado tarde. Ya se expusieron las ideas de Rooke et al. (2004) en relación a cómo las empresas constructoras convierten esta ambigüedad en una oportunidad y de esta forma definen su estrategia de reclamaciones desde el primer momento, es decir, desde la propia preparación de la oferta.

Una vez más vuelve a surgir el papel del contrato en la atenuación o potenciación de la incertidumbre; como ya se ha comentado el contrato es una poderosa herramienta para alinear -o desalinear- los objetivos individuales de las diferentes empresas que conforman el equipo de proyecto y por tanto tiene una gran capacidad para reducir –o incrementar- la incertidumbre existente en la obra.

Otro enfoque centrado en la incertidumbre, en este caso como fuente específica de oportunidades es el propuesto por Lechter et al. (2012), una referencia ya citada a lo largo de este capítulo y del precedente. Estos autores realizaron un estudio de multi-caso (veinte directores de proyecto –propiedades, de los cuales solo tres eran proyectos de construcción) con el fin de identificar las fuentes de incertidumbre con las que habitualmente se encuentran los gestores estudiados y qué oportunidades inducen. El resultado de su estudio fue que existen catorce fuentes de incertidumbre prioritarias agrupadas en seis categorías que pueden inducir hasta diez oportunidades-tipo agrupadas en cuatro áreas de oportunidad. Las fuentes de incertidumbre son las siguientes:

1. Turbulencias del contexto (contexto legal externo, contexto del mercado, incertidumbre regulatoria).
2. Incertidumbres relacionadas con los interesados en el proyecto (cambios solicitados por el cliente, el contrato, capacitación y experiencia de los distintos participantes en el proyecto, desconocimiento de la propiedad, relaciones cliente-contratista, asunciones erróneas acerca de las capacidades del contratista).
3. Incertidumbre tecnológica (aspectos técnicos, especificaciones técnicas estrictas).
4. Incertidumbre organizacional (cambios organizativos, incompatibilidades del sistema de gestión).
5. Incertidumbre del proyecto (complejidad desconocida).
6. Negligencias (incertidumbre auto-inducida).



Por otra parte, las oportunidades que las anteriores incertidumbres podrían inducir serían las siguientes:

- Oportunidades tecnológicas (innovaciones técnicas).
- Oportunidades relacionadas con la implementación de procesos (mejora de procesos en diferentes niveles de gestión, subcontratación, estandarización).
- Oportunidades de negocio del proyecto (identificación de soluciones técnicas originales, ampliaciones de pedidos por retrasos, penetración temprana en el mercado).
- Oportunidades de negocio futuras (relacionadas con el ciclo de vida del proyecto, ampliación de la base de conocimiento).

El estudio de Lechter et al. (2012) se basa en proyectos de muy distinto tipo y solo tres corresponden a obras; además su investigación se centra en propiedades. Ambas circunstancias implican que no todas las fuentes de incertidumbre ni las oportunidades relacionadas que estos autores han caracterizado podrán extrapolarse directamente al ámbito de la presente investigación, pero sin duda es una referencia muy a tener en cuenta de cara al diseño de la misma.

La visión de Chapman y Ward (2003) –centrada en el concepto de incertidumbre- tiene un carácter transgresor en relación a las visiones tradicionales -más centradas en el concepto de riesgo- además de –al igual que el planteamiento de Chan y Au (2009)- un enfoque más amplio e integral de la cuestión, pues es aplicable tanto para amenazas como para oportunidades. Pero en el fondo estas diferencias de criterio no responden más que a distintos planteamientos sobre cómo caracterizar y cómo gestionar una problemática en la que todos los autores coinciden: una obra está expuesta a múltiples circunstancias que pueden concretarse en eventos específicos o no (riesgos) y cuya esencia, así como su posible evolución -y por tanto su impacto en los objetivos de la obra- son inciertos.

Lhee et al. (2012) destacan la importancia de definir con precisión las reservas para contingencias de costes de cara al éxito de la obra y en línea con la idea de Chapman y Ward (2003) afirman que las reservas para contingencias tienen como fin cubrir una o más de las siguientes incertidumbres:

- Incrementos impredecibles de costes de mano de obra, materiales y equipos.
- Complejidad del proyecto.
- Carencias de diseño a la hora de efectuar las estimaciones.
- Errores de estimación.
- Singularidad de los procesos constructivos.
- Visión del personal que efectúa las estimaciones en relación a los riesgos.
- Requisitos imprevistos de seguridad y salud laboral y medioambiente.

Variabilidad-variación, incertidumbre y riesgo. Tres conceptos cercanos pero diferentes. A lo largo del capítulo segundo y en apartados del capítulo tercero anteriores a este, se ha abordado su descripción. La variabilidad o la variación del flujo de trabajo es una de las principales fuentes de riesgo e incertidumbre, es una de las principales causas que pueden comprometer la consecución de los objetivos de la obra, por ello ciertos autores se centran –tal

y como se ha expuesto en apartados anteriores- en la caracterización de reservas para contingencias cuyo objetivo instrumental es la absorción de la variabilidad de los procesos.

Wambeke y Liu (2011) definen la variación como la diferencia entre lo planificado y lo ocurrido realmente en términos tanto de la fecha de comienzo de una tarea como de su duración. Wambeke y Liu (2011) eligieron esta definición por dos razones:

- La diferencia entre lo planificado y la fecha de comienzo o la duración de las tareas impacta en la productividad de forma significativa.
- Esta definición aporta un medio directo y preciso de medir la variación.

Según estos autores existía una carencia en la literatura, pues si bien eran abundantes las referencias en torno a la variación del flujo de trabajo y el análisis de los factores que inciden en la productividad, no se había estudiado con suficiente profundidad las causas-raíz de la variabilidad en términos de cómo los factores de productividad afectan a las fechas de comienzo y a la duración de las tareas, tampoco se había analizado la magnitud de la variación, algo importante para determinar si el impacto de la misma es importante y merece por tanto atención. Por esta razón Wambeke y Liu (2011) centraron su estudio en las causas-raíz de la variabilidad del flujo de trabajo, uno de los factores de riesgo más ubicuos en construcción.

El estudio de Wambeke y Liu (2011) se basó en una revisión de la literatura sobre factores que influyen en la productividad, de esta revisión se obtuvieron cincuenta posibles causas de variación agrupadas en ocho categorías diferentes. Las categorías consideradas son las siguientes:

1. Pre-requisitos del trabajo: aspectos que deben estar concluidos antes del comienzo de una tarea.
2. Procedimiento detallado de diseño / trabajo: disponer de un diseño / planos precisos y un método de trabajo viable para acometer un cierta tarea.
3. Mano de obra: mano de obra disponible y capacitada para desarrollar las tareas requeridas.
4. Herramientas / equipamiento: herramientas y equipamiento necesarios disponible en suficientes cantidades y en las condiciones adecuadas.
5. Materiales y componentes: disponer de los materiales correctos y necesarios cuando y donde sean requeridos.
6. Condiciones de trabajo del emplazamiento: espacio físico disponible adecuado para el desarrollo del trabajo.
7. Dirección de obra / supervisión / flujo de información: sistemática establecida para definir el programa de trabajos, proveer de guía e instrucción y responder preguntas cuando surjan.
8. Tiempo atmosférico y condiciones externas: hechos que pueden ocurrir y que están fuera del control de la empresa

A partir de este listado se efectuó una encuesta solicitando que cada encuestado evaluara para cada una de las cincuenta causas de variación cuantas horas de retraso en el comienzo de las tareas, cuantas horas había alargado su duración y a cuantas personas había impactado en una semana típica de trabajo. La encuesta se realizó sobre el personal (jefes de

obra, encargados, capataces, oficiales) de doscientas sesenta empresas constructoras y subcontratistas en Estados Unidos y se obtuvieron ciento veinticuatro respuestas válidas. Sus resultados fueron validados posteriormente a través de entrevistas.

El estudio permitió identificar las causas de variación más importantes, responsables conjuntamente de una variación de diecinueve horas semanales. Esta magnitud sugiere una fiabilidad del programa semanal del 52%, consistente con la investigación de Ballard (2000). Las causas más importantes de variación –atendiendo tanto al retraso del comienzo como a la ampliación de la duración de las tareas- son:

- Tiempo empleado por la dirección facultativa cuando en responder dudas acerca de algún plano o elemento de diseño.
- Conclusión de las tareas previas.
- Obtención de permisos.
- Calidad de los documentos (errores de diseño o en los planos).
- Re-procesos.
- Pérdidas de tiempo sociales.
- Los trabajadores llegan tarde y/o dejan el trabajo antes de tiempo.
- Tiempo atmosférico.
- Falta de capacidad o experiencia de los trabajadores.
- Necesidad de guía o instrucciones de los supervisores.

El estudio de Wambeke y Liu (2011) no menciona en ningún momento de forma explícita que la variabilidad deba ser absorbida con colchones, se centra en describir sus causas-raíz para facilitar su reducción y mejorar así el flujo de trabajo, sin embargo son numerosos los autores -tal y como se expuso en apartados anteriores- que consideran que siempre va a existir una variabilidad residual que deberá ser acomodada con colchones, o lo que es lo mismo, que a partir de un cierto punto la mejora del flujo de trabajo solo se consigue mediante colchones. Así, se puede concluir que las causas-raíz de la variabilidad son un factor determinante de ciertas reservas para contingencias, de tal forma que el conocimiento de las causas-raíz de la variabilidad es un factor esencial para el correcto dimensionamiento de esos colchones.

#### CAUSAS DE LAS RESERVAS PARA CONTINGENCIAS.

Tal y como se expuso en la introducción de este apartado el segundo grupo de enfoques analizado aborda los factores, fuentes y causas de variabilidad, incertidumbre y riesgo desde una perspectiva explícitamente relacionada con la definición de reservas para contingencias, y no como las referencias hasta aquí analizadas que efectuaban el análisis de esos factores desde una perspectiva más amplia, como elemento de gestión de riesgos en general.

Uno de los estudios analizados más antiguos (Querns 1989) ya hablaba de una serie de “factores que determinan la cantidad de reserva para contingencias”: tipo de proyecto, la completitud del diseño, la complejidad del proyecto, el nivel de dificultad, el grado de estandarización, los tipos de presupuestos de los proveedores, el nivel tecnológico, la ubicación de la obra y el precio y las condiciones del mercado. Factores todos ellos

consistentes con los expuestos hasta este momento. En este caso la argumentación se realiza en sentido contrario a la realizada con los estudios anteriores: si las reservas para contingencias tienen como fin cubrir los riesgos existentes en la obra y su volumen depende de ciertos factores, esos factores son factores de riesgo (aunque Querns (1989) no lo afirma explícitamente). Thal et al. (2010) describen explícitamente los factores de riesgo que identificaron en su revisión literaria como “variables que impactan en las reservas para contingencias de costes” y como “variables que impactan en los sobrecostes”; la segunda de sus acepciones tiene más que ver con el tercer grupo de enfoques que serán tratados más adelante: aquellos que se centran en las causas de desviación como determinantes de las reservas para contingencias.

Pero probablemente la investigación identificada más relevante y cercana al fenómeno investigado en este trabajo dentro de este segundo grupo de enfoques es la de Russell et al. (2012), su título es bastante descriptivo: “Causas de los colchones de tiempo en la duración de las tareas de los proyectos de construcción”. El objetivo de su investigación es claro: determinar qué factores son las causas más severas y prevalentes de los colchones y determinar las diferencias de opinión al respecto entre distintos perfiles profesionales y empresariales. La investigación se apoya en un cuestionario que fue cumplimentado por ciento ochenta profesionales de distintos perfiles (jefes de obra, encargados, etc.) y procedentes de diferentes tipos de empresas (contratistas generales, subcontratistas). Para la redacción del cuestionario, Russell et al. (2012) extrajeron de la literatura, y de las discusiones internas del equipo de investigación y con diferentes profesionales del sector, cuarenta y siete causas de los colchones, que agruparon en torno a las ocho categorías establecidas por Wambeke y Liu (2011) y una novena adicional: las características del proyecto (guarda relación con las dudas e incertidumbre sobre las características del proyecto y de la propia empresa).

Ya se ha comentado que una parte de los cuarenta y siete factores de riesgo que conforman la base de la investigación de Russell et al. (2012) en torno a las causas de los colchones de tiempo, proceden de la extrapolación de las conclusiones de los estudios de ciertos autores acerca de las causas de las reservas para contingencias de costes. Por la misma razón sus conclusiones también pueden ser extrapoladas en sentido inverso e incluso más general.

La Tabla 3.9 presenta los cuarenta y siete factores de colchones de tiempo agrupados en torno a las nueve categorías, punto de partida de la investigación de Russell et al. (2012). El interés de esta tabla radica en su carácter integral y en el hecho de que recoge la esencia de los planteamientos de los autores analizados hasta este momento, todo ello sin olvidar la llamada de atención –ya expuesta- de Godfrey (2004) acerca de no caer en la tentación de analizar los riesgos de una obra en base a listados previos y cerrados. De hecho esta misma lista, a pesar de incluir aspectos relevantes tratados por otros autores (por ejemplo el tipo de contrato), no hace mención a riesgos procedentes de las asunciones efectuadas durante la planificación de la obra que se tratarán más adelante. Los autores no especifican la relación de estos factores con distintos perfiles de riesgo (amenazas u oportunidades), por lo que dado que la propia descripción de los factores es compatible con ambos sesgos, a efectos de esta investigación se considerará ambas posibilidades.

<p><b>1.- Factores relacionados con las características del proyecto</b>                  Tipo de contrato.                  Periodo contratado.                  Tamaño del proyecto.                  Complejidad del proyecto (interdependencia de actividades).                  Complejidad de las tareas para la empresa concreta (grado de dificultad / naturaleza inherente del trabajo).                  Tamaño de la empresa constructora.</p>
<p><b>2.- Factores relacionados con los pre-requisitos del trabajo.</b>                  Retrasos en la obtención de permisos para una parte específica del trabajo.                  Terminación de los trabajos previos (los trabajos previos no están concluidos).                  Re-procesos requeridos debido a la falta de calidad de los trabajos previos.                  Retrasos en las inspecciones de trabajos previos.</p>
<p><b>3.- Factores relacionados con los detalles de diseño / métodos de trabajo.</b>                  Constructibilidad del diseño.                  Calidad de los documentos (errores de diseño / omisiones).                  Rendimiento escaso debido a la falta de familiaridad con el alcance del trabajo.                  Especificaciones estrictas.                  Requisitos de control de calidad.                  Bajo grado de recurrencia de las tareas (incapacidad de desarrollar sistemas eficientes debido a que las tareas cambian constantemente).</p>
<p><b>4.- Factores relacionados con la mano de obra.</b>                  Fiabilidad de la mano de obra (preocupaciones sobre absentismo, gente llegando tarde o saliendo antes de tiempo).                  Disponibilidad de personal para el equipo de obra (tamaño de la plantilla reducido o inadecuado debido a otras tareas o proyectos).                  Ineficiencias en el equipo debido a falta de experiencia y capacitación.                  Preocupaciones sobre ser forzado a utilizar más mano de obra y caer en ineficiencias.                  Baja moral o falta de motivación.                  Barreras lingüísticas entre trabajadores y supervisores.</p>
<p><b>5.- Factores relacionados con el equipamiento y las herramientas.</b>                  Fiabilidad del equipamiento y de las herramientas de la empresa (tendencia a las averías, equipos antiguos u obsoletos).                  Disponibilidad del equipamiento y de las herramientas de la empresa (inventario mantenido por la propia compañía).                  Capacidad (productividad) del equipamiento y las herramientas.                  Tiempo de reparación de los equipos en caso de avería.                  Tiempo de sustitución de los equipos en caso de avería.</p>
<p><b>6.- Factores relacionados con los materiales y los componentes.</b>                  Recibir cantidades incorrectas de materiales.                  Recibir tipos incorrectos de materiales o materiales dañados.                  Recibir los materiales con retraso.</p>
<p><b>7.- Factores relacionados con las condiciones de trabajo y del lugar de trabajo.</b>                  Áreas de trabajo sobrecargadas de gente / congestionadas.                  Dificultades de acceso al área de trabajo.                  Medio de transporte de los materiales desde las zonas de acopio a las zonas de trabajo (grúa, montacargas, carros manuales).                  Distancia de transporte de materiales desde las zonas de acopio a las zonas de trabajo (por ejemplo, un edificio de una planta frente a un edificio de diez plantas).</p>
<p><b>8.- Factores relacionados con la dirección de obra / supervisión / flujo de información.</b>                  Confianza en el proceso de solicitud de información (RFI).                  Responsabilidades contractuales (penalizaciones, hitos contractuales, etc.).                  Preparación de las negociaciones de plazo de ejecución (asumiendo que la dirección de obra requerirá ejecutar las tareas en menos tiempo).                  Reconocimiento positivo de la empresa.                  Confianza en el encargado (basada en su reputación, experiencia, conocimiento y/o experiencias tenidas con él/ella).                  Confianza en el jefe de obra (basada en su reputación, experiencia, conocimiento y/o experiencias tenidas con él/ella).                  Confianza en la propiedad (basada en su reputación, experiencia, conocimiento y/o experiencias tenidas con él/ella).                  Necesidad de coordinación con otras empresas.                  Cambios en el alcance del trabajo (tendencia de la propiedad a efectuar cambios de alcance).                  Comunicación entre la propiedad / dirección de obra y el jefe de obra.                  Comunicación entre el jefe de obra y el encargado.                  Comunicación entre el encargado y los trabajadores.</p>
<p><b>9.- Factores relacionados con el tiempo atmosférico Y CONDICIONES EXTERNAS.</b>                  Condiciones climáticas y de tiempo atmosféricos tales como lluvia, y viento asociados con el emplazamiento de la obra.</p>

Nota: en la categoría 9 Russell et al. (2012) han eliminado la frase “Y CONDICIONES EXTERNAS” que sí consideraron Wambeke y Liu (2011).

**Tabla 3.9. Factores de colchones de tiempo (a partir de Russell et al. 2012).**

Además de ciertos datos demográficos, la encuesta solicitaba a los encuestados que valorasen para cada factor con qué frecuencia influía en su estimación de duración de las tareas y qué colchón (estimado en días) definirían para cada uno de los factores con el fin de proteger la duración de las tareas.

Las doce causas de colchones de tiempo más frecuentes fueron: la complejidad del proyecto, la complejidad de las tareas de la empresa, la calidad de los documentos, el tamaño del proyecto, la necesidad de coordinación con otras empresas, el periodo de contrato, la constructibilidad del diseño, la tendencia a los cambios de alcance, la distancia de transporte de materiales, el medio de transporte de materiales, el acceso al área de trabajo, el tiempo atmosférico / clima. Las doce causas más severas de colchones de tiempo fueron: la calidad de los documentos, la complejidad del proyecto, la complejidad de las tareas de la empresa, la tendencia a los cambios de alcance, el tiempo atmosférico / clima, la constructibilidad del diseño, el tamaño del proyecto, el acceso al área de trabajo, especificaciones estrictas, los requisitos de control de calidad, el bajo nivel de recurrencia y el retraso de los materiales. La mayor parte de las causas más relevantes están asociadas con intangibles como la información y la comunicación. De hecho, solo “el retraso de los materiales” es directamente una preocupación sobre recursos materiales (materiales, equipamiento, mano de obra).

El segundo de los objetivos de Russell et al. (2012) fue evaluar en qué medida las características del perfil profesional y empresarial de cada encuestado condicionaban sus respuestas. Las principales conclusiones de su estudio en este sentido fueron las siguientes:

- La percepción de riesgo evaluada en torno a la frecuencia de los factores y su severidad es mayor cuanto más cerca de la obra está el encuestado (menor en los directores de proyecto y mayor en los capataces).
- La percepción de riesgo evaluada también es diferente en función del tipo de empresa en el que trabaja el encuestado, así los trabajadores de empresas instaladoras manifiestan una mayor frecuencia y severidad en general, a continuación figuran las empresas de albañilería y obra civil y finalmente las empresas de acabados.
- Igualmente manifestaron un mayor nivel de severidad (aunque no de frecuencia) aquellos profesionales menos experimentados (menos de cinco años de experiencia).

#### CAUSAS DE DESVIACIÓN.

Fuentes o factores de variabilidad, incertidumbre y riesgo, expresiones cercanas pero con importantes matices diferenciales que se acaban de exponer. Causas de las reservas para contingencias, en esencia los citados factores pero analizados específicamente en su papel de inductores de las reservas para contingencias. Con el mismo objetivo –caracterizar la influencia de la variabilidad, la incertidumbre y el riesgo en el establecimiento de las reservas para contingencias- otros autores se centran en el análisis de las desviaciones (diferencia entre el desempeño real y las estimaciones) que se pueden producir por el efecto de la variabilidad, la incertidumbre y el riesgo en el desempeño (lo que Gehbauer et al. (2007) llaman perturbaciones) y/o porque las estimaciones son poco realistas (Leach 2003, Khamooshi y Cioffi 2012). Las estimaciones poco realistas no son más que un tipo específico de riesgo que no solamente puede inducir desviaciones sino comportamientos arriesgados en las empresas (Howell 2012), los factores que provocan estimaciones poco realistas son por tanto un tipo concreto de factores de riesgo.

A partir de los argumentos anteriores se puede concluir que los factores de riesgo son también causa de desviación (de hecho, como ya se expuso anteriormente Yeo (1990) lo afirma explícitamente), por lo que las causas de desviación son a su vez inductores de

reservas para contingencias. Abundando en esta idea, y como también ya se ha apuntado, autores como Thal et al. (2010) se basan en dos tipos de fuentes literarias para identificar los factores que afectan la estimación de reservas para contingencias (de costes): por una parte aquellos autores que hablan de “variables que impactan en las reservas para contingencias de costes” y por otra parte los estudios que se centran en “variables que impactan en los sobrecostes” (Harbuck 2004) (es decir, perturbaciones o causas de desviación).

Centrados en una de las fuentes mencionadas de desviación (las perturbaciones), Gehbauer et al. (2007) desarrollan un estudio empírico sobre los factores que provocan alteraciones del rendimiento durante la construcción de una obra. Estos autores definen las perturbaciones (p. 571) como “*hechos inesperados que provocan una interrupción o al menos un retraso en la ejecución de las tareas; provocan una discrepancia significativa entre los objetivos y los datos reales*”. De acuerdo con la definición expuesta de riesgo de PMI (2013), las perturbaciones descritas por Gehbauer et al. (2007) se corresponden tanto con los efectos de los riesgos como con los riesgos en sí. Como en anteriores discusiones, el planteamiento de estos autores es extensible a coste y/o alcance-calidad.

Para efectuar su análisis, Gehbauer et al. (2007) realizaron observaciones durante veinte días en diversas obras registrando un total de noventa y cinco perturbaciones. La Tabla 3.10 presenta las causas de las perturbaciones encontradas y su frecuencia.

CAUSA DE PERTURBACIÓN	FRECUENCIA (%)
Errores de ejecución.	42
Problemas de información.	27
Problemas de suministros.	12
Errores de planificación.	8
Fallos en los planes.	5
Averías de equipos.	2
Errores de comunicación.	1
Hechos fortuitos.	1
Tiempo atmosférico.	1

**Tabla 3.10. Causas de perturbaciones (a partir de Gehbauer et al. 2007).**

Siendo las perturbaciones la concreción práctica de los riesgos o sus efectos, las causas de estas serían por tanto factores o fuentes de riesgo. De hecho las “causas de perturbación” que mencionan Gehbauer et al. (2007) son consistentes con los factores de riesgo o causas de reservas para contingencias anteriormente descritas. Es destacable que el 8 % de las perturbaciones tuvieron su origen en errores de planificación, corroborando la idea ya expuesta de Howell (2012) acerca de que los problemas de planificación son en sí un factor de riesgo.

Por otra parte, profundizando en la planificación como causa de desviaciones, Noor y Tichacek (2009) afirman que durante la ejecución de una obra, los indicadores de desempeño y éxito se basan en criterios establecidos específicamente para el proyecto. Estos criterios – independientemente de lo cuidadosa y concienzudamente que hayan sido desarrollados- se basan en ciertas asunciones:

- Que ciertas cosas *son* correctas:
  - Las estimaciones de presupuestos.

- Las duraciones y la secuenciación de las actividades.
- El análisis de necesidades de recursos.
- Que ciertas cosas *ocurrirán*:
  - Los datos históricos en los que se basan las estimaciones son adecuados y se repetirán.
  - Los recursos estarán disponibles.
  - Los proveedores cooperarán y cumplirán con sus compromisos.
  - Otras partes del proyecto y/o terceras partes aportarán información y respuestas apropiadas.
- Que ciertas cosas *no ocurrirán*:
  - Huelgas.
  - Quiebras.
  - Mal tiempo atmosférico.
  - Gastos inesperados.
  - Incremento de los tipos de interés.

Todas las asunciones anteriores pueden inducir riesgos, riesgos que se deben cubrir con reservas para contingencias. Por lo tanto, las asunciones referidas por Noor y Tichacek (2009) son factores de riesgo; los dos últimos grupos se corresponden esencialmente con los factores de riesgo referidos por los autores ya tratados en este punto, la concreción de los riesgos asociados provocara “perturbaciones” en el desempeño y por tanto desviaciones; son por tanto también causas de desviación. Sin embargo los factores de riesgo que se deducen del primero de los grupos tienen que ver con que las estimaciones no sean realistas (Leach 2003, Khamooshi y Cioffi 2012) (en el contexto de la presente investigación estas estimaciones serían las efectuadas durante la planificación inicial de la obra). Noor y Tichacek (2009) plantean que algunos riesgos proceden de las asunciones efectuadas al realizar los programas de ejecución y los presupuestos en el marco de la planificación del proyecto, asunciones que por tal razón deben alterarse durante la obra a la hora de tomar ciertas decisiones (Castro-Lacouture et al. 2009).

En esta misma línea, Khamooshi y Cioffi (2012) establecen una relación entre la calidad de la planificación (programas de ejecución y presupuestos) y las probabilidades de alcanzar los objetivos de la obra, esto es, cuanto mejor sea la planificación menores serán las desviaciones. Destacan algo ya argumentado en este trabajo: de forma general las obras se concluyen en un plazo superior al previsto y con sobrecoste, en otras palabras, se cumple la Ley de Parkinson (“El trabajo se expande hasta emplear todo el tiempo disponible”). Todo ello incluso utilizando métodos probabilísticos para determinar la duración del proyecto como PERT o Monte Carlo. Las reservas para contingencias de tiempo y coste son un elemento que incorpora la valoración del riesgo y la incertidumbre a los programas y presupuestos. Pero su adecuado dimensionamiento no es el único factor que puede incrementar la fiabilidad de las predicciones. Leach (2003) y Khamooshi y Cioffi (2012) también defienden que el hecho de que las obras se completen en mayor plazo y con sobrecostes respecto a lo planificado inicialmente (es decir que se produzcan desviaciones) tiene que ver en ocasiones con la falta de capacidad de quienes planifican a la hora de estimar correctamente la variabilidad o con su exagerado



optimismo. Howell (2012) describe el estudio de Glenn Ballard presentado en marzo de 1994 a "The Northern California Construction Institute" sobre el nivel de cumplimiento de los programas de trabajos: solo el 54% de las tareas asignadas en base a una planificación efectuada según CPM se completaban a tiempo. Chen y Hartman (2000) achacan el fracaso de la obra a algo más genérico: no evaluar correctamente durante la planificación inicial los efectos del riesgo y la incertidumbre en los objetivos del proyecto, algo con lo que Howell (2012) coincide, añadiendo una causa de fracaso adicional: la inadecuada estimación de las reservas para contingencias de tiempo y coste para absorber la incertidumbre o cubrir los riesgos. En suma, el primer grupo de asunciones descrito por Noor y Tichacek (2009) introduce unos factores de riesgo no tratados hasta este momento (aunque ya se anticiparon en el capítulo segundo) y que para los anteriores autores son una causa capital de desviación y también causa de reservas para contingencias (Leach 2003): la asunción de la corrección de presupuestos y programas desarrollados en el marco de la planificación de las obras.

El estudio de Noor y Tichacek (2009) se centra en las propiedades y en las reservas para contingencias de costes, pero cualquiera de los factores mencionados puede ser extrapolado al contexto de este trabajo y a cualquier otro tipo de recurso-base de reservas para contingencias.

El estudio de Leach (2003) parte de una hipótesis: las desviaciones observadas entre el desempeño real y las estimaciones, incluso cuando estas incluyen reservas para contingencias, son debidas –entre otras razones- al sesgo incorporado en las estimaciones (presupuesto y programas) o en palabras de Noor y Tichacek (2009), son debidas a que las estimaciones no son correctas. A partir de ahí, Leach (2003) se centra en analizar las causas-raíz de las estimaciones poco realistas. El interés fundamental de su aportación radica en la caracterización de una fuente de riesgo e incertidumbre específica: las causas que inducen la realización de estimaciones sesgadas. Para Leach (2003) sesgo es cualquier factor que puede invalidar la agrupación de las variaciones de las tareas individuales para dimensionar colchones de tiempo o coste. Ya que el éxito de un proyecto se evalúa desde una única perspectiva en relación a las estimaciones (que la obra se ejecute en menor plazo y/o coste que el previsto), el estudio se centra únicamente en sesgos positivos, es decir factores que sistemáticamente pueden incrementar el coste o el plazo real en relación a lo planificado.

La Tabla 3.11 presenta las once causas de infra-estimación de coste y plazo identificadas por este autor.

CAUSA	DESCRIPCIÓN
Omisiones	No contemplar actividades esenciales para la ejecución de un proyecto.
Efecto confluencia	La confluencia de múltiples caminos en una programación provoca un incremento sistemático de la duración de un proyecto en comparación con la duración de los caminos individuales.
Errores	No contemplar tiempo y dinero para la corrección de errores en lo construido.
Exceso de confianza	Los estimadores suelen estimar los costes y la duración de las tareas de forma optimista.
Colas	Tareas que no se pueden ejecutar porque los recursos necesarios están siendo empleados en otras actividades (falta de nivelación de recursos).
Multi-tareas	Un recurso crítico suele ser compartido por varios proyectos.
Eventos de riesgo especiales	El campo de la gestión de riesgos convencional.
El síndrome del estudiante	No comenzar una tarea hasta que llegue la fecha programada a pesar de que pudiera haberse comenzado antes.
Comportamiento político	Los ejecutores suelen tender a concluir las tareas a tiempo aunque no mucho antes de lo previsto con el fin de que en lo sucesivo no se recorte el tiempo asignado para su ejecución, contando con esto, en ocasiones las estimaciones se infra-valoran.
Falta de comunicación la necesidad de reprocesos	Lo que implica que se continúe infra-estimando.
Nivel de esfuerzo	Por definición esta causa no provoca sesgo en el plazo, solo en el coste. Son trabajos que tienen que ver con el proyecto en general, no con una tarea concreta y cuyo coste se infra-valoran (costes indirectos Dikmen et al. (2012)).

**Tabla 3.11. Causas de infra-estimación de coste y plazo (a partir de Leach 2003).**

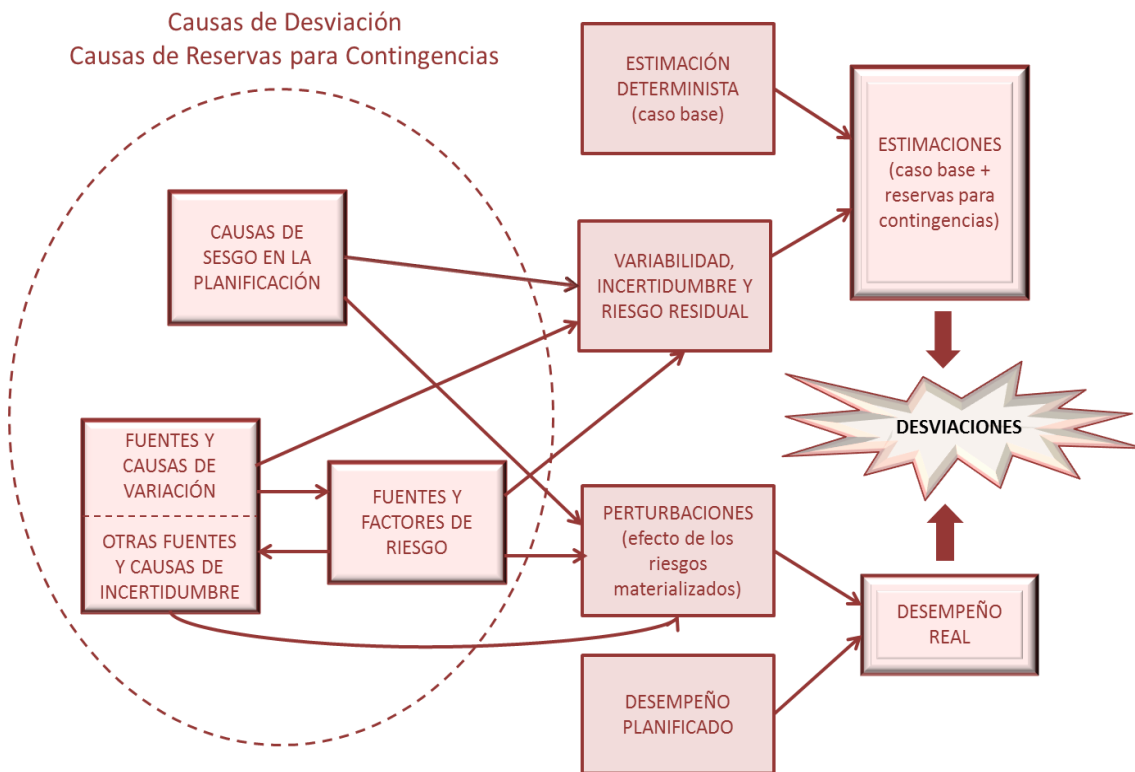
A partir de aquí este autor propone incluso un método de estimación de reservas para contingencias específicas cuyo objeto es cubrir este tipo de riesgos. El método se describirá en el apartado siguiente.

Adafin et al. (2014) realizan un estudio de la literatura con el fin de caracterizar las causas de desviación entre la estimación inicial de costes y el desempeño final. Si bien estos autores también destacan la importancia de una estimación inicial fiable como vía para minimizar las desviaciones, su enfoque difiere del de Leach (2003), pues para ellos la estimación de costes iniciales como herramienta presupuestaria fiable que garantice la certidumbre de los costes estimados depende esencialmente de que los riesgos hayan sido correctamente evaluados, sin considerar todos los sesgos que los estimadores introducen según Leach (2003).

A lo largo de este apartado se han descrito diversos esfuerzos para caracterizar los determinantes de las reservas para contingencias relacionados con la existencia de variabilidad, incertidumbre y riesgo en las obras. Se describieron algunos estudios cuyo objetivo era identificar y analizar los factores o fuentes de variabilidad, incertidumbre y riesgo, no solo como causa de reservas para contingencias, sino como elemento esencial de la gestión de riesgos en general. Finalmente también se contemplaron otros enfoques que analizaban la misma cuestión pero desde el punto de vista de las causas de las desviaciones entre el desempeño real y el planificado. En este sentido, el enfoque de Burroughs y Juntima (2004) es integrador, pues hallaron mediante análisis de regresión una serie de inductores de riesgo

(factores de riesgo) que ellos mismos denominaron también causas de desviación de costes y causa de reservas para contingencias; estos factores son: nivel de definición del proyecto, uso de nuevas tecnologías, la complejidad del proyecto, la estrategia de contratación y ejecución de la obra y finalmente, el porcentaje que supone el coste de los equipos en el coste total de la obra.

El Gráfico 3.7 plantea una visión global de lo tratado en este apartado.



**Gráfico 3.7. Determinantes de las reservas para contingencias relacionados con variación, incertidumbre y riesgo.**

### 3.5.2.- Los objetivos de la obra como restricciones en la toma de decisiones.

En el punto anterior se ha descrito diferentes visiones acerca de uno de los determinantes más relevantes de las reservas para contingencias: los factores de riesgo. Pero no es el único determinante a considerar, pues las reservas para contingencias no se dimensionan inicialmente ni se gestionan a lo largo de la obra únicamente en función del nivel de riesgo existente. En este punto se analizará el papel que los objetivos de la obra juegan en la definición de las reservas para contingencias.

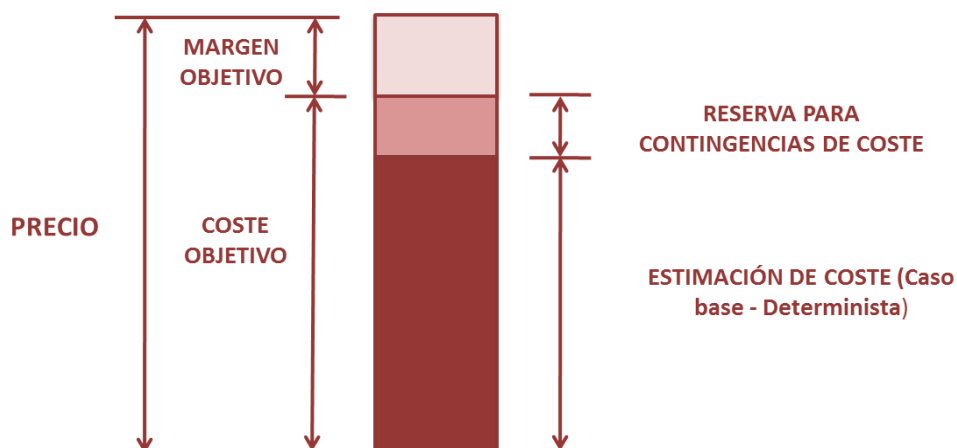
Howell et al. (1993b) afirman que los objetivos de la obra se definen a partir de diferentes premisas negociadas por diversas áreas de la empresa. Y se deben definir de forma flexible, algo que ya se trató en el capítulo segundo, no se deben fijar de una vez y para siempre. Esta visión –como ya se ha expuesto– es contrapuesta a la de Chapman y Ward (2003), quienes consideran la falta de claridad en la definición de los objetivos como una fuente de incertidumbre.

A partir de este argumento de Howell et al. (1993b), y a pesar de que durante la fase de estudios se produzca una primera definición de objetivos, un momento en el que puede tener lugar una revisión de los mismos es -una vez conseguido el contrato- durante la planificación inicial de la obra, para ello se podrá tener en cuenta las siguientes tres premisas:

- Por una parte los parámetros de contratación. Dependiendo del tipo de contrato se concretarán de una forma u otra, pero la empresa constructora siempre asume con su cliente un cierto nivel de compromiso en torno al plazo, al precio y a las especificaciones de ejecución de la obra (Fisher 2004).
- Por otra parte las estimaciones deterministas de coste, plazo y alcance-calidad realizadas en el contexto de la planificación inicial de la obra (el caso base) (PMI 2013).
- Finalmente la valoración del nivel de incertidumbre y riesgo existente en relación a las estimaciones deterministas (las reservas para contingencias).

Así, la diferencia entre los objetivos de coste, duración y alcance-calidad y los costes, plazos y alcance-calidad estimados de forma determinista deberá coincidir con las reservas para contingencias de coste, tiempo y alcance-calidad respectivamente (Barraza 2011).

El Gráfico 3.8 ilustra la relación entre los anteriores conceptos para el caso del objetivo económico de la obra.



**Gráfico 3.8. Restricciones de las reservas para contingencias de costes.**

Adicionalmente, Howell et al. (1993b) puntualizan que los objetivos de la obra son algo más que metas; expresan restricciones (de recursos tales como tiempo y coste y restricciones técnicas tales como tasas de producción y requisitos de la misma) que la organización impone a los gestores de la obra, son una guía, una herramienta, para la toma de decisiones por su parte. A partir de esta idea, la relación entre estos conceptos se podría concretar de dos formas extremas (y también de manera intermedia).

Bajo la primera de estas posibilidades extremas se trataría de alcanzar un cierto nivel de probabilidades de alcanzar los objetivos de costes sin tener en cuenta el precio de contrato. Las reservas para contingencias de coste reflejan la incertidumbre existente en torno a los costes estimados de forma determinista (el caso base), en la medida en que las reservas para contingencias sean mayores, los objetivos de coste son menos ambiciosos y por tanto las

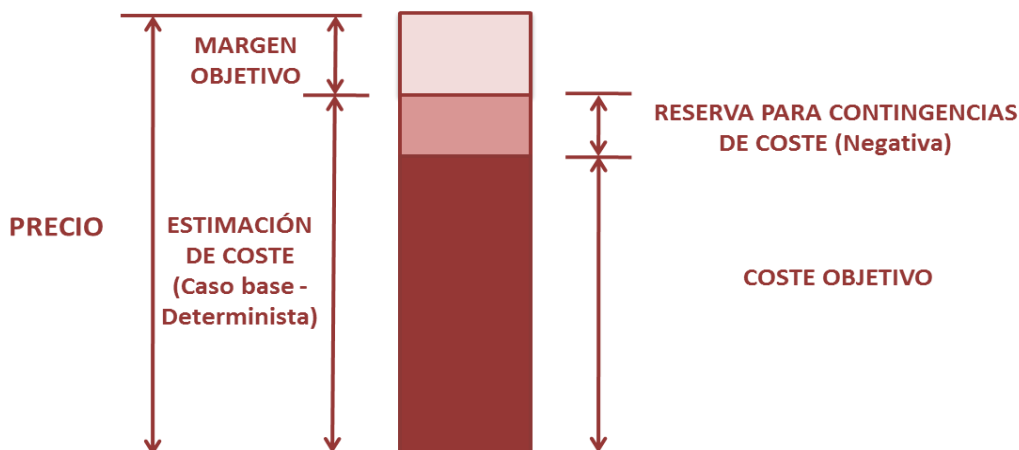
probabilidades de alcanzarlos aumentan (PMI 2013). Bajo este enfoque, las reservas para contingencias (es decir, el nivel de riesgo apreciado en la obra) determinarían los objetivos de coste de la obra. Pero esta opción no parece consistente con la idea de Howell et al. (1993b) acerca del carácter restrictivo de los objetivos.

Sin embargo, bajo la segunda de estas posibilidades extremas se trataría de establecer unos objetivos de coste coherentes con un margen adecuado a partir del precio de contrato y la estimación determinista de costes realizada en el marco de la planificación inicial de la obra (caso base), sin tener en cuenta el nivel de riesgo existente. La consecuencia práctica de este argumento es que serían las reservas para contingencias de coste las que se verían restringidas por los objetivos y no al revés, la decisión sobre qué cantidad definir inicialmente como reserva para contingencias de coste estaría condicionada por los objetivos que define la empresa en cada obra concreta a partir del precio ofertado y de las estimaciones de coste (el caso base). En este caso, las reservas para contingencias se definirían de forma subsidiaria, no en función del nivel de riesgo apreciado, sino como una consecuencia de los objetivos definidos y de la estimación de costes. Los objetivos serían una restricción para la toma de decisiones, en este caso acerca del establecimiento de las reservas para contingencias (Howell et al. 1993b) y tácitamente expresarían también un nivel de riesgo asumible para la empresa (PMI 2013).

Es posible que la realidad se configure en torno a aspectos de ambas situaciones extremas, ni los objetivos se definirán de manera un tanto voluntarista no teniendo en cuenta el nivel de riesgo existente, ni se establecerán de una forma inocente sin contar con el precio de contrato. Esta cuestión deberá ser investigada.

A partir del argumento anterior, en algún caso cabría la posibilidad de que la diferencia entre el objetivo de coste definido y la estimación determinista de costes fuera nula, lo que implicaría que las reservas para contingencias deberían ser nulas. En apartados anteriores se expuso la visión de Smith y Bohn (1999) y Laryea y Hughes (2011) sobre la tendencia de las empresas a valorar el riesgo o no en sus ofertas. Según estos autores las empresas constructoras son renuentes a cotizar el riesgo explícitamente en las licitaciones para no perder competitividad, fiando la optimización de las obras a reclamaciones planificadas incluso durante la fase de estudios (Rooke et al. 2004). Es también importante recordar aquí que según Laryea y Hughes (2011) el que las ofertas no incluyan colchones de dinero explícitos no quiere decir que estos no existan, de hecho en su estudio identificaron que los colchones iban “ocultos” en las mediciones y en los precios unitarios. No se han identificado estudios similares a los referidos que se centren en la fase de construcción, pero cabe plantearse si durante la ejecución de la obra las empresas no definirán los colchones de forma oculta, como parte de las estimaciones teóricamente deterministas (caso base), de manera similar a como describen Smith y Bohn (1999) y Laryea y Hughes (2011) que ocurre durante la fase de estudios. Se volverá más adelante sobre el carácter implícito u oculto de las reservas para contingencias.

Tanto el Gráfico 3.8 como el argumento desarrollado en los párrafos anteriores llevan implícita una idea importante: el riesgo tiene un perfil negativo (amenaza) y por tanto las reservas para contingencias de costes –determinadas por los objetivos o determinando a los objetivos- tienen signo positivo. No obstante, tal y como se discutió en el apartado 3.4.1, el perfil de riesgo puede ser positivo (oportunidad), por lo que en este caso los objetivos de coste podrían ser inferiores a las estimaciones y las reservas para contingencias netas de costes ser negativas. En este caso, el Gráfico 3.8 se transformaría –de acuerdo con el Gráfico 3.6- según se expresa en el Gráfico 3.9.



**Gráfico 3.9. Restricciones de las reservas para contingencias de costes (negativas).**

¿Definen las empresas constructoras los objetivos teniendo en cuenta de forma rigurosa el nivel de riesgo o por el contrario la definición de sus objetivos viene fundamentalmente condicionada por el precio al que se consiguió contratar la obra en cuestión?, o lo que es lo mismo, ¿definen las empresas constructoras reservas para contingencias de forma previa a la definición de objetivos o establecen los objetivos quedando definidas las reservas de forma subsidiaria? ¿Valoran las oportunidades o solo las amenazas? ¿Influye el tipo de modelo de desarrollo de proyectos en estas cuestiones? ¿Definen las empresas durante la planificación inicial de las obras reservas para contingencias explícitas, o lo hacen de forma implícita u oculta tal y cómo argumentan Smith y Bohn (1999) y Laryea y Hughes (2011) que ocurre en la fase de estudios? Sin duda la relación existente entre objetivos, reservas para contingencias y estimaciones (de coste, plazo y alcance-calidad), junto con el doble perfil del concepto de riesgo introducen importantes cuestiones que deberán ser investigadas.

### 3.5.3.- Carácter dinámico de la gestión de reservas para contingencias.

En el capítulo segundo se expuso que según PMI (2013), una de las acciones a llevar a cabo durante la fase de MONITORIZACIÓN Y CONTROL DE RIESGOS (dentro del proceso genérico de gestión de riesgos) era determinar si las reservas para contingencias debían modificarse para alinearlas con una evaluación más actualizada de los riesgos. Esta idea introdujo algo que ya a lo largo del capítulo tercero se ha venido apuntando como un aspecto intrínseco del fenómeno investigado: las reservas para contingencias tienen un ciclo de vida fruto de su relación con los conceptos de riesgo, incertidumbre y variabilidad (que son variables a su vez a lo largo de la obra). El tiempo es por tanto un determinante de las reservas para contingencias, por lo que su gestión debe ser dinámica (Horman y Kenley 1998, Zhao 2006), Khamooshi y Cioffi 2012).

#### RAZONES QUE JUSTIFICAN EL CARÁCTER DINÁMICO DE LA GESTIÓN DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS.

Si el nivel de riesgo e incertidumbre es variable a lo largo de la obra (Al Bahar y Crandall 1990, Flyvbjerg et al. 2002, Noor y Tichacek 2009) y las reservas para contingencias son una herramienta esencial de gestión de riesgos cuyo nivel debe ser coherente con los riesgos existentes (Godfrey 2004, Rowe 2005, Molenaar et al. 2010), el volumen de reservas debe ser reevaluado a lo largo de la obra (Godfrey 2004, Noor y Tichacek 2009, Howell 2012).

Howell (2012) aporta otro factor que apoya el carácter dinámico de la gestión de reservas para contingencias, pues no solo reconoce que el nivel de incertidumbre es variable a lo largo de la obra, sino que la percepción de la misma por parte de los gestores también lo es. De hecho, su estudio evidencia que al comienzo de las obras se suele infravalorar la incertidumbre existente.

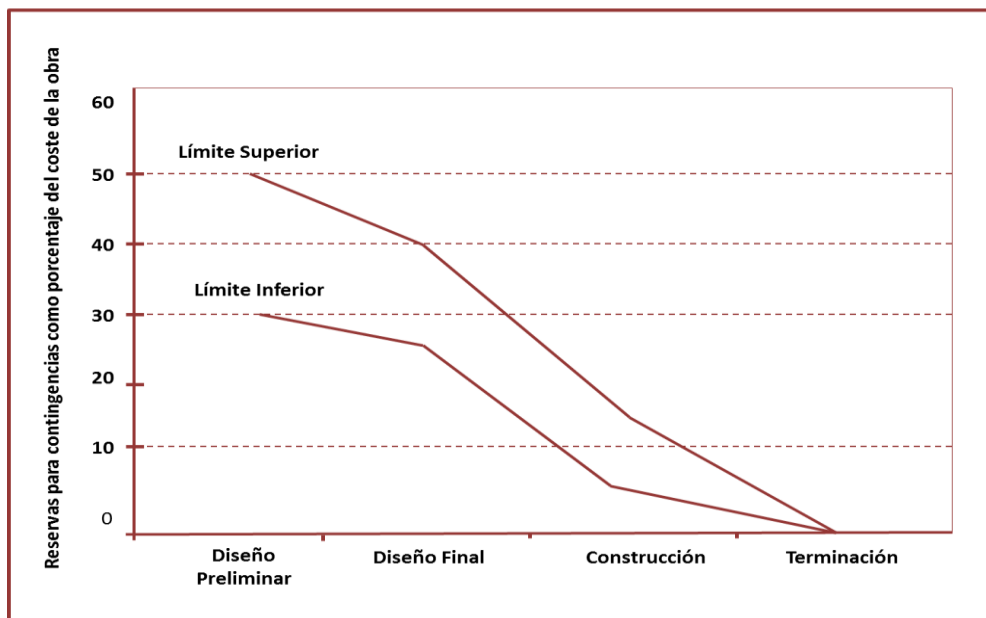
Finalmente, Lee et al. (2006) destacan que otra razón que justifica la necesidad de gestionar dinámicamente los colchones (ellos se centran en los de tiempo aunque su argumento es extensible a los otros tipos) es que el desempeño real de las obras suele ser diferente al planificado.

Riesgo e incertidumbre variable durante la obra, variabilidad en su percepción por parte de los gestores a lo largo del tiempo y variabilidad en el desempeño de las obras son los tres factores que justifican que el concepto de reservas para contingencias debe ser visualizado y gestionado de forma dinámica.

#### ETAPAS DEL CICLO DE VIDA DE LAS RESERVAS PARA CONTINGENCIAS.

PMI (2013) describe las etapas del ciclo de vida de las reservas para contingencias. Las reservas son definidas durante la planificación de la respuesta a los riesgos y a lo largo de la vida del proyecto pueden utilizarse, reducirse o eliminarse. De forma similar, Molenaar et al. (2010) argumentan que uno de los objetivos del proceso de monitorización y control de riesgos es efectuar el seguimiento y facilitar la resolución de las reservas para contingencias.

El Gráfico 3.10 presenta el perfil habitual del volumen global de reservas para contingencias de costes a lo largo de su ciclo de vida. En este caso la perspectiva temporal del gráfico propuesto por Rowe (2005) va más allá de la fase de construcción, pero el argumento es igualmente válido: habitualmente los riesgos y la incertidumbre decrecen y por tanto el nivel de reservas debe decrecer.



**Gráfico 3.10. Reducción de las reservas para contingencias a lo largo de la vida del proyecto (Rowe 2005).**

## PRINCIPIOS DE GESTIÓN DINÁMICA DE LAS RESERVAS PARA CONTINGENCIAS.

De la comparación de las anteriores referencias de PMI (2013) y Molenaar et al. (2010) surge un primer principio a considerar. La resolución de las reservas (segunda etapa de su ciclo de vida) se puede concretar de tres formas: utilizándose (si el riesgo asociado se manifiesta), reduciéndose (si el riesgo asociado se reevalúa con un impacto menor) o eliminándose (si el riesgo asociado se evita o transfiere).

PMI (2013) (p. 265) profundiza en el principio de adecuación continua de la reserva al nivel de riesgo asociado al proponer el análisis de reservas como herramienta en el marco del proceso de monitorización y control de riesgos. *A lo largo de la ejecución del proyecto, pueden presentarse algunos riesgos, con impactos positivos o negativos sobre las reservas para contingencias del presupuesto o del cronograma. El análisis de reservas compara la cantidad de reservas para contingencias restantes con la cantidad de riesgo restante en un momento dado del proyecto, con objeto de determinar si la reserva es suficiente.*

En un estudio iniciático, Murray y Ramsaur (1983) afirmaban que quizás el aspecto más importante y difícil de la gestión de las reservas para contingencias es la necesidad de evaluar la tasa a la que se van consumiendo y evaluar la adecuación de las reservas pendientes de utilizar para cubrir los riesgos remanentes. Demasiado frecuentemente se permite que las reservas para contingencias se consuman antes de completar la obra, por ello es necesario efectuar un seguimiento sistemático de las mismas.

Rowe (2005) también defiende la necesidad de seguimiento continuo de las reservas para contingencias, pues si se detectase que son excesivamente bajas será necesario tomar acciones o incrementar su volumen, mientras que si se detecta que son excesivas se debe reconducir esos recursos a un uso más productivo tan pronto como sea posible.

Otra referencia en este sentido es la de Zhao (2006), quien en el marco de su propuesta de un método de definición y gestión continua de reservas para contingencias de costes, destaca la necesidad de crear un plan de reducción de las reservas para contingencias y gestionar su extinción de forma controlada.

## IMPORTANCIA DE LOS MÉTODOS DE GESTIÓN DINÁMICA DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS.

Hasta este momento se han aportado ciertas referencias en torno a la importancia del carácter dinámico de las reservas para contingencias, su ciclo de vida y algunos principios de gestión, todo lo cual induce a pensar que la sistematización de su gestión continua es algo necesario, sin embargo Xie et al. (2012) destacan que son muy escasas las propuestas recogidas por la literatura de métodos gestión continua de reservas para contingencias. No obstante, en el siguiente apartado se recogerá el método propuesto por estos autores.

## LA PRÁCTICA REAL DE LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS EN LA GESTIÓN DINÁMICA DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS.

Si según Xie et al. (2012) son escasas las referencias de métodos para gestión dinámica de las reservas para contingencias, aún más escasas son las referencias empíricas sobre el proceder real de las empresas constructoras al respecto, de hecho la única referencia identificada –y que ya se expuso en apartados anteriores– es la de Ford (2002). Este autor expone que en los primeros estadios de la obra, los jefes de obra o directores de proyecto tratan de resolver la incertidumbre existente sin utilizar las reservas para contingencias de costes, en la medida que la obra va avanzando la incertidumbre se reduce y por tanto los gestores tienden a utilizar las reservas en acelerar la obra, cuando el hito del plazo de ejecución está claro, los gestores se focalizan en utilizar las reservas para tratar de añadir



alcance-calidad al producto a fin de incrementar el valor aportado al cliente y/o en mejorar el resultado económico de la obra.

### **3.5.4.- Utilización consistente de las reservas para contingencias.**

Diversos autores ponen de manifiesto la necesidad de que las reservas para contingencias no sean mal utilizadas, esto es, que su uso sea consistente con su naturaleza; este criterio sería el cuarto determinante intrínseco de la gestión de las reservas considerado. Chen y Hartman (2000) defienden la importancia de que el uso de las reservas para contingencias sea consistente, afirmando que si las reservas para contingencias no se aplican razonablemente pueden hacer fracasar una obra potencialmente viable, mientras que si no se aplican adecuadamente pueden crear problemas financieros. Molenaar et al. (2010) plantean que el uso inconsistente de las reservas para contingencias de costes es uno de los factores que inducen sobrecostes en las obras.

Murray y Ramsaur (1983) aseguran que las reservas para contingencias tienen como propósito esencial aportar protección respecto a las múltiples incertidumbres que rodean un proyecto de construcción, pero en ningún caso deben ser un vehículo para absorber o conciliar problemas de rendimiento.

Querns (1989) destaca lo que no debe ser una reserva para contingencias (de costes): no es beneficio potencial, ni una provisión de fondos para hacer frente a cambios de alcance o incrementos de precios de materiales.

Moselhi (1997) parte del reconocimiento de lo complejo del concepto y de que puede significar cosas diferentes para distintas empresas y gestores, pero según él es posible efectuar un resumen de las características que el consenso de los autores asignan al buen uso y al mal uso de las reservas para contingencias (este autor y los otros dos se centran en reservas de costes, pero su análisis es extensible a los otros tipos de reservas básicas):

- Su propósito es cubrir costes adicionales provenientes de errores de diseño, accidentes e interrupciones de la obra, riesgo regulatorio, imprecisiones de las estimaciones, cambio tecnológico o anomalías en el arranque de la obra.
- Por otra parte no forma parte del propósito de las reservas incrementar el beneficio, hacer frente a incrementos de alcance, incrementos de precios de compra, gastos generales o errores humanos (es decir, diferencias en costes debidas a negligencia, dobles imputaciones, etc.). Molenaar et al. (2010) también destacan que las reservas no deben utilizarse para cubrir errores.

Más recientemente, Noor y Tichacek (2009) afirman que el único fin de las reservas para contingencias (de costes) es mitigar los riesgos potenciales.

Quizá en este aspecto no sea factible la extrapolación a la empresa constructora de las ideas que diversos autores generan en el contexto de la gestión de reservas para contingencias desde el punto de vista de la propiedad (ámbito en el que se centran Murray y Ramsaur (1983), Querns (1989), Moselhi (1997) y Noor y Tichacek (2009)), de hecho el único estudio empírico realizado sobre empresas constructoras que se ha encontrado (Ford 2002) – ya mencionado-, afirma algo opuesto a los anteriores autores, pues según él los últimos usos de las reservas para contingencias (secuencialmente en el tiempo) son la mejora del alcance-calidad y el beneficio. Pero también es posible que esta discrepancia se deba a la complejidad del concepto reconocida por Moselhi (1997) y otros autores, pues el estudio de Ford (2002) no

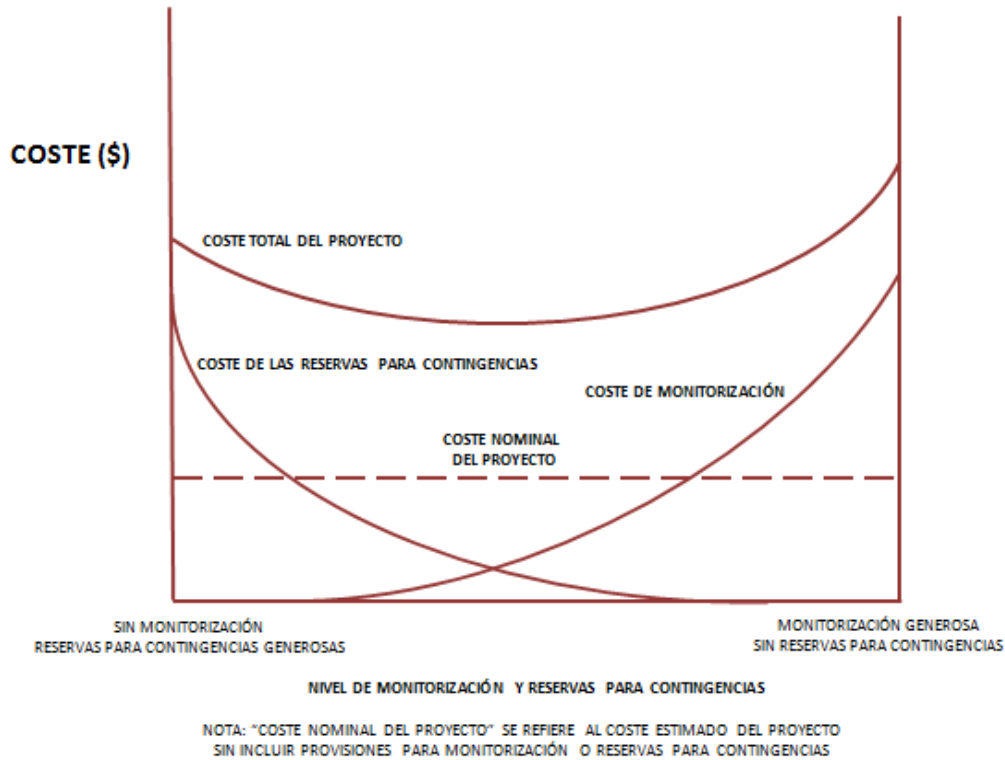
solo se realizó a partir de entrevistas con jefes de obra de empresas constructoras, sino también con directores de proyecto de empresas promotoras.

Por otra parte, en términos prácticos cabe preguntarse acerca de la viabilidad de supervisar el uso consistente de las reservas para contingencias. Si estas son explícitas, como algunos autores sugieren (Murray y Ramsaur 1983, Molenaar et al. 2010), su supervisión es factible, pero si son implícitas u ocultas como otros autores afirman (Ford 2002, Leach 2003, Zhao 2006, Chan y Au 2009, Howell 2012, Dikmen et al. 2012, Khamooshi y Cioffi 2012), esta supervisión puede no ser viable. Murray y Ramsaur (1983) aseguran que si las reservas no se utilizan para su propósito deben eliminarse, quizá esta sea una de las razones por las que parece que los jefes de obra hacen una gestión personalista y oculta de las mismas (Ford 2002). Pero por otra parte, Zhao (2006) afirma que la falta de transparencia en la gestión de las reservas para contingencias ha inducido al error de considerarlas como una especie de comodín presto para cubrir cualquier coste extra que de otra forma no podría ser legítimamente computado. Un concepto como este, que parece oculto, es difícil de gestionar. El reto está en sacarlas a la luz sin eliminarlas, pues su necesidad es clara.

### **3.5.5.- El coste de las reservas para contingencias.**

En el capítulo segundo se planteó la necesidad de definir en cada obra un balance realista coste-beneficio entre el impacto económico de la materialización de los riesgos (tanto impactos explícitos como ocultos (Godfrey 2004)) y el coste de su gestión (Cabano 2004). Las reservas para contingencias son una herramienta de gestión de riesgos, que como otras tiene un coste. Este es, por tanto, el último de los determinantes de la gestión de las reservas para contingencias que se va tratar en este apartado: su coste.

Según Ruskin (1981) existen dos enfoques para gestionar los riesgos aceptados en obra. Una de ellas es la monitorización y el control del desempeño a fin de detectar las desviaciones con margen suficiente para poder reaccionar y no comprometer la consecución de los objetivos. Otra posibilidad sería la dotación de reservas para contingencias de tiempo, dinero y otros recursos para absorber las desviaciones que pudieran surgir. El estudio de Ruskin (1981) se basa en que ambas alternativas tienen un coste y por tanto –partiendo de que ambos enfoques se podrán utilizar simultáneamente- el coste total de la gestión de los riesgos aceptados sería el resultado de la suma de ambos. Este autor también plantea que en cada caso existe un coste total óptimo, fruto de una combinación concreta de ambos enfoques. El Gráfico 3.11 ilustra este planteamiento.



**Gráfico 3.11. Costes de gestión de riesgos aceptados: costes de monitorización-control y costes de reservas para contingencias (Ruskin 1981).**

Según este gráfico, para alcanzar un determinado nivel de probabilidad de alcanzar los objetivos de la obra, existen dos alternativas extremas y contrapuestas (e infinitas estrategias intermedias): o bien se define una reserva para contingencias “generosa” y no se monitoriza nada en absoluto el ocurrir de la obra (en cuyo caso el coste de la reserva es máximo y el de la monitorización nulo) o lo contrario (en cuyo caso el coste de la reserva es nulo y el de la monitorización máximo). Ruskin (1981) postula que existe una combinación óptima de ambas estrategias desde el punto de vista de su coste total, es decir que la curva de coste totales presenta un mínimo.

En apartados anteriores se discutió la necesidad o no de la existencia de los colchones o al menos de su reducción. Koskela (1992), Horman y Kenley (1998) y Espino et al. (2012) consideran que ciertos colchones (los inventarios) pueden ser un desperdicio a eliminar, aunque destacan la necesidad de contar con otros tipos de colchones para como los de capacidad para absorber la variabilidad intrínseca de los procesos productivos. Howell y Ballard (1996) y Ballard (2005) reconocen el papel que su reducción controlada tiene en la mejora de procesos. La postura de Howell (2012) sintetiza la visión general de la literatura respecto a la necesidad o no de los colchones: en general no son un desperdicio y su existencia es esencial, pues su reducción excesiva convierte a las organizaciones en menos resilientes, induciendo incluso prácticas de trabajo inseguras. El estudio de Ruskin (1981) es antiguo, de las primeras referencias halladas sobre reservas para contingencias. Quizás por ello contempla como factible algo que ninguno de los autores posteriores estima: se pueden gestionar con las mismas probabilidades de éxito los riesgos de una obra sin colchones, pues aunque efectivamente concluya que la estrategia de gestión más eficiente requiere su utilización, implícitamente plantea que puede ser igualmente probable gestionar un proyecto exitosamente con colchones o sin ellos (siempre que la monitorización y el control del mismo sean adecuados). Ruskin (1981) también llega a la conclusión de que los colchones son necesarios,

pero con una argumentación diferente a las de autores posteriores, más pragmática: el fondo de su argumento es que la utilización de un cierto nivel de colchón ahorra costes a la obra.

### **3.6.- MODELOS DE GESTIÓN DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS.**

#### **3.6.1.- Aspectos generales.**

A lo largo del apartado anterior se han descrito los factores de tipo intrínseco (derivados de la naturaleza del concepto) que determinan la gestión de las reservas para contingencias. Estos factores, junto con los que proceden del propio contexto del concepto -tratados en el capítulo segundo-, condicionan la gestión de las reservas y por tanto los modelos que se generen a tal fin.

Los modelos de gestión utilizados por las empresas para la gestión de las reservas para contingencias están en la base misma de este proyecto. En el capítulo primero se justificó la procedencia de esta investigación con dos argumentos básicos. El primero tiene que ver con el hecho de que si bien la literatura propone numerosos métodos formales de definición de reservas para contingencias, los estudios cuyo objeto sea evidenciar la práctica real de las empresas constructoras en torno a la gestión de las mismas son muy escasos y de carácter no integral (Thal et al. 2010, Laryea y Hughes 2011, Howell 2012). En este sentido, Howell (2013) afirma explícitamente que es necesario investigar acerca de la naturaleza y la cantidad de reservas para contingencias que determinan las organizaciones implicadas en una obra. El segundo argumento tiene que ver otra laguna que se aprecia en el conocimiento existente sobre la gestión de reservas para contingencias: las escasas ideas reflejadas en la literatura sobre la práctica real de las empresas no tienen base empírica. Efectivamente, un buen número de autores asumen -sin apoyarse en evidencias empíricas- que la práctica actual de las empresas a la hora de definir y gestionar las reservas para contingencias se basa en el juicio subjetivo y no en la aplicación de métodos rigurosos (Yeo 1990, Moselhi 1997, Baccarini 2004, Hart 2007, Anderson et al. 2009, Idrus et al. 2010, Kim et al. 2013, Adafin et al. 2014). Baccarini (2005b) confirma esta última idea, pues afirma que a pesar de la ubicuidad de las reservas para contingencias (de costes) en el cuerpo teórico de gestión de costes de la obra, muy poca investigación empírica se había llevado a cabo acerca del significado que tiene el concepto para los profesionales del sector, su alcance y los métodos que utilizan para su estimación. Más adelante se expondrán los resultados de su investigación. Baccarini (2005b) es un estudio centrado en propiedades, no en contratistas, pero su idea de partida es perfectamente válida en el momento presente en relación a las empresas constructoras y la fase de ejecución de los proyectos.

Una de las ideas mejor soportadas empíricamente en relación a la práctica real de las empresas constructoras es que estas no utilizan los métodos propuestos por el mundo académico o incluso que no los conocen (Smith y Bohn 1999, Ford 2002), pero a pesar de ello es relevante -de cara al objeto de este trabajo- tener en cuenta los modelos propuestos a lo largo de los últimos años, pues la lógica utilizada por los diferentes autores para justificar su método puede ayudar a entender la naturaleza del fenómeno investigado amén de a identificar las variables o grupos de variables de gestión de reservas para contingencias, facilitando así el diseño de la investigación.

No se han identificado referencias que planteen modelos de gestión de reservas para contingencias de alcance-calidad, sí para el resto de los tipos descritos a lo largo de este capítulo.

El Anexo 2.3 (en su apartado específico se aporta URL de un enlace en el que se puede descargar), presenta las características de las sesenta referencias analizadas que proponen o evalúan modelos o métodos de gestión de reservas para contingencias. A continuación se presentan las conclusiones más destacables que se pueden extraer del citado Anexo 2.3:

- Veintisiete referencias se centran en la propiedad, diecinueve en contratistas y catorce son inespecíficas.
- Cincuenta y cuatro referencias se centran en reservas para contingencias de tiempo y coste, tres en colchones de inventarios de materias primas, dos en colchones de obra en curso y una en colchones de capacidad.
- Cuarenta y ocho referencias proponen o analizan métodos de gestión de reservas para contingencias cuyo fin es definir las en las fases de estimación inicial de los proyectos, catorce se focalizan en gestión dinámica.
- Veintinueve referencias asumen sin base empírica ciertas características de la gestión real de las empresas, solo una referencia (Ford 2002) basa sus propuestas en un estudio empírico de la fase de ejecución de las obras, aunque no integral (se centra en costes) y no exclusivo de la empresa constructora (pues también investiga propiedades).

Como se puede apreciar –y ya se anticipó en apartados anteriores- son escasos los estudios centrados en la empresa constructora, no obstante buena parte de las conclusiones de los estudios centrados en propiedades son extensibles a las constructoras, pues existe un paralelismo a nivel de gestión de riesgos entre la fase previa de un proyecto para la propiedad y la planificación inicial que efectúa la empresa constructora una vez que ha contratado una obra.

### **3.6.2.- Modelos de gestión de reservas para contingencias de tiempo y coste.**

En apartados anteriores se argumentó la necesidad de analizar simultáneamente los riesgos de sobrecoste y de desviación del plazo de ejecución (Hollmann 2011, Dikmen et al. 2012), por ello, ambos tipos de reservas para contingencias fueron caracterizados en paralelo. Por la misma razón, también sus modelos de gestión –en algunos casos integrales- se van a tratar conjuntamente.

Las reservas para contingencias de coste han sido las más tratadas por la literatura, de hecho de las cincuenta y cuatro referencias consideradas, cuarenta y dos evalúan o proponen modelos de gestión de reservas para contingencias de coste (exclusivamente). No obstante el hecho de que este tipo de reservas hayan sido las más extensa e intensamente estudiadas ha permitido caracterizar ciertos aspectos básicos de las mismas y de sus modelos de gestión que han sido extrapolados por otros autores de forma explícita a otro tipo de reservas (Russell et al. 2012).

En este apartado se va a efectuar una descripción de los principales métodos publicados para gestionar las reservas para contingencias de tiempo y coste, previamente y como punto de partida se van a plasmar las escasas referencias que se centran en aportar ideas características de la gestión real por parte de las empresas de las reservas para contingencias (en general), pues en general el fundamento de la propuesta de los citados modelos se basa en la posibilidad (y necesidad) de mejorar las prácticas actuales de las empresas.

### 3.6.2.1.- La práctica real de las empresas.

Tal y como se expuso en la introducción de este apartado autores como Yeo (1990), Moselhi (1997), Baccharini (2004), Hart (2007), Anderson et al. (2009), Idrus et al. (2010), Kim et al. (2013) o Adafin et al. (2014), aseguran –en general sin apoyarse en evidencias empíricas- que el enfoque más habitual para la estimación de reservas para contingencias de coste por parte de las empresas es utilizar la experiencia previa y el juicio subjetivo para determinar su tamaño, un tamaño que en el caso de los colchones de tiempo y coste puede ser único para todo el proyecto (definido como un porcentaje del total de los costes o la duración del caso base) o dividido en partes asignadas a unidades de obra o capítulos concretos.

Ante la falta de evidencias empíricas al respecto, el estudio ya citado de Baccharini (2005b) trata de comprobar si la descripción efectuada en el párrafo anterior coincide con el proceder real de las empresas (propietarias), para ello realizó una encuesta sobre setenta y ocho profesionales de diferentes propiedades en Australia. Los resultados de la encuesta son concluyentes: el 77% de los encuestados utilizan el modelo del porcentaje único para estimar la reserva para contingencias de coste. Más aún, el 46% de los profesionales trabajan en organizaciones que carecen de una política de empresa en relación a las reservas para contingencias (se estiman por tanto en base al juicio subjetivo del decisor) y el 36% no gestionan el uso de las mismas una vez definidas. Según Baccharini (2005b) estos datos sugieren que hay mucho terreno por delante de cara a mejorar la comprensión, la estimación y la gestión de las reservas para contingencias de costes.

El estudio de Baccharini (2005b) apoya las asunciones antes mencionadas que diversos autores plasman en sus documentos acerca del *modus operandi* de las propiedades en torno a la definición de reservas para contingencias de costes. En este punto cabe plantearse, ¿es extensible esta idea a las empresas constructoras tal y como se apuntó al principio de este apartado?, por otra parte ¿se basa la definición de otros tipos de reservas para contingencias también en el juicio subjetivo?

En anteriores apartados se han citado y se han presentado las conclusiones de los estudios empíricos que Smith y Bohn (1999), Ford (2002) y Laryea y Hughes (2011) realizaron sobre empresas constructoras y su gestión de las reservas para contingencias. El de Ford (2002) es el único que se centra en la fase de construcción, pues los otros dos se basan en la fase de estudios dentro de los procesos de licitación. Pero los tres postulan que la estimación de reservas para contingencias de costes por parte de las empresas constructoras se basa en el juicio subjetivo, aunque sin embargo –y ahí estaría el matiz diferencial respecto a lo planteado por los estudios basados en propiedades- no toman la forma de un porcentaje general o parcial explícitamente definido, sino que tienen un carácter oculto, formando parte de las mediciones y de los precios unitarios. Parcialmente en contra de esta visión, Idrus et al. (2010) aseguran que los contratistas suelen definir de forma subjetiva durante las licitaciones una reserva para contingencias de coste única y global (no distribuidas) en base a un porcentaje de los costes.

En relación a la posibilidad de extender el criterio evidenciado por Baccharini (2005b) a otro tipo de reservas para contingencias, González et al. (2009) aseguran que las prácticas de definición de colchones de inventarios de obra en curso siguen un patrón intuitivo e informal, mientras que Horman y Thomas (2005) aseguran que lo mismo ocurre a la hora de definir los colchones de inventario de materias primas. En la misma línea se expresa Barraza (2011), cuyo estudio se centra en reservas para contingencias de tiempo, por lo que sí parece que la idea del juicio subjetivo como base del método real y actual utilizado por las empresas implicadas en un proyecto de construcción sea extensible a cualquier tipo de reserva para contingencias.

A partir de los argumentos anteriores se puede concluir que las dos principales ideas aportadas por la literatura (Smith y Bohn 1999, Ford 2002 y Laryea y Hughes 2011) en relación a las prácticas reales de gestión de reservas para contingencias por parte de las empresas constructoras son:

- (i) su estimación se realiza en base al juicio subjetivo
- (ii) los colchones de tiempo y coste son ocultos, no explícitos.

Sin duda, existe un amplio campo para investigar al respecto, pues además, tal y como se ha expuesto en diversas ocasiones a lo largo de este trabajo, el estudio de Ford (2002) es el único que se centra en el alcance de esta investigación (la fase de construcción) aunque de forma no integral.

Como se argumentará más adelante, la literatura refleja diferentes visiones críticas sobre las supuestas prácticas habituales de las empresas en torno al fenómeno investigado. Estas visiones críticas impulsan la propuesta de nuevos modelos que diferentes autores efectúan para optimizar la gestión de colchones, a su vez, los modelos posteriores tratan de superar las limitaciones apreciadas en los planteados con anterioridad, limitaciones que se suelen considerar causa de un hecho constatado: las empresas no utilizan los diversos modelos propuestos. Y la repetición sucesiva de este esquema conduce -tal y como se recordó en la introducción de este apartado- hasta el punto de partida de esta investigación: las empresas constructoras siguen sin utilizar los modelos analíticos propuestos por el mundo académico para gestionar reservas para contingencias porque estos son excesivamente complejos (Seung y Hiung 2004, Idrus et al. 2010, Barraza 2011) y no tienen en cuenta sus prácticas reales, entre otras razones porque no han sido claramente analizadas y documentadas (Laryea y Hughes 2011, Howell 2012).

Sin embargo –tal y como se argumentó en el capítulo primero-, solo a partir del conocimiento exhaustivo de la realidad se podrán desarrollar propuestas para mejorar la gestión de las reservas para contingencias, pues tal y como expresan Laryea y Hughes (2011) (p. 250), *“nuestra capacidad para prescribir mejoras depende de nuestra capacidad para describir la realidad con precisión”*. Para Francis y Hester (2004) comprender las prácticas actuales es la base de partida para involucrarse en lo que las empresas realmente hacen para, a partir de ahí, poder influir o sugerir métodos alternativos –en este caso de gestión de las reservas para contingencias. Por contra, tal y como se detallará en este capítulo, la gran mayoría de los trabajos sobre reservas para contingencias que han sido estudiados describen modelos de gestión formales o derivados analíticamente, complejos y sin una base empírica acerca de cómo gestionan realmente las empresas constructoras las reservas para contingencias.

### 3.6.2.2.- Características deseables de los modelos de gestión de reservas para contingencias.

En este punto y antes de comenzar a describir los principales modelos publicados, es conveniente profundizar en las características deseables de un método de gestión de reservas para contingencias. Burger (2003) se centra en argumentar el porqué de la necesidad de un método formal y cuáles deberían ser sus características. Para este autor, las reservas para contingencias tienen un efecto trascendental en la viabilidad de un proyecto, de ahí la necesidad de un método para su gestión basado en algo más que la propia experiencia del estimador. Así, las características deseables de un método de gestión de reservas para contingencias serían:

- El método debe ser estadísticamente verificable y debe estar basado en sólidos axiomas matemáticos.

- Para aprovechar el juicio humano y mejorar la utilidad práctica del método, este debería contar como mínimo con las siguientes características: (i) la facilidad de uso, (ii) la lógica del método debe ser transparente para el estimador y (iii) los “inputs” requeridos no deben ser ambiguos para el estimador.

Con un enfoque similar, Molenaar et al. (2010) plantean las cinco características que según ellos debe tener el método utilizado para analizar y evaluar riesgos (fase del proceso de gestión de riesgos en la que se incluye la definición inicial de reservas para contingencias), características que pueden extrapolarse al método específico de gestión de reservas para contingencias. Así, estos autores afirman que el método o herramienta elegida deberá aportar un equilibrio entre sofisticación y facilidad de uso, contando con las siguientes características:

- La herramienta debe ayudar a determinar las reservas para contingencias de tiempo y coste.
- La herramienta debe permitir incluir el conocimiento explícito de los miembros del equipo de proyecto en relación al emplazamiento, el diseño, las condiciones políticas y el enfoque del proyecto.
- La herramienta debe permitir responder rápidamente a los cambios del mercado, niveles de precio y asignación contractual de riesgos.
- La herramienta debería ayudar a fomentar la claridad en la comunicación entre los miembros del equipo de proyecto y entre el equipo y la dirección sobre las incertidumbres del proyecto y sus impactos.
- La herramienta, o al menos su resultado, debería ser fácil de utilizar y comprender.

Finalmente, Hollmann (2009) cita los principios generales que cualquier metodología debe cumplir según la Guía de Buenas Prácticas RP 40R-08-Estimación de Reservas para Contingencias. Principios Generales de la AACE (*“Association for Advancement of Cost Engineering”*).

- Responder a los objetivos del cliente, sus expectativas y requerimientos.
- Facilitar decisiones eficaces en gestión de riesgos.
- Apta para su uso.
- Comenzar con la identificación de todos los inductores de riesgos a partir de información recibida de todas las partes implicadas.
- Los métodos deben conectar con claridad los inductores de riesgos con los resultados a nivel de plazo y coste.
- Evitar riesgos auto-infligidos.
- Deben tener una base empírica.
- Deben aprovechar la experiencia y el conocimiento de los profesionales. Y,
- Deben aportar resultados obtenidas estadísticamente de tal forma que apoyen la toma de decisiones eficaz y la gestión de riesgos.

Los estudios anteriores coinciden en que la facilidad de uso, el rigor y la capacidad para aprovechar el conocimiento humano debe ser características deseables en los métodos



de gestión de las reservas para contingencias. De las referencias de Francis y Hester (2004), Laryea y Hughes (2011) y Howell (2013) se puede extraer un requisito adicional: los métodos propuestos deben tener en cuenta las prácticas reales de las empresas

### 3.6.2.3.- Modelos de gestión de reservas para contingencias de tiempo y coste propuestos en la literatura.

De acuerdo con el Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua, RAE (2011), un *modelo* es un *arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo*, pero en otra acepción se define como un *esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, como la evolución económica de un país, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento*. Por otra parte RAE (2011) define *gestionar* como *hacer diligencias conducentes al logro de un negocio o de un deseo cualquiera*. A partir de estas dos definiciones, un modelo de gestión de reservas para contingencias sería un marco definitorio de las acciones a desarrollar para alcanzar los objetivos de las mismas. Un modelo por tanto debe abordar una cuestión esencial: cómo determinar el tamaño de las reservas para contingencias, y de hecho la mayor parte de las referencias analizadas se centran en ello, por lo que su propuesta es más bien un método de estimación que un modelo completo. Pero el tamaño de las reservas –siendo esencial- no es la única decisión que se debe tomar al gestionarlas; a lo largo de este apartado se presentaran diversas referencias cuyas aportaciones permiten argumentar las distintas áreas de decisión a las que debe apoyar un modelo y que ya se expusieron al plantear las conclusiones del Anexo 2.3. Los diferentes aspectos de la gestión de las reservas para contingencias a los que debe dar respuesta un modelo coinciden esencialmente con las variables explicativas de su gestión, que tal y como ya se apuntó es una de las principales conclusiones que se pretenden extraer en este punto.

A continuación se van a describir los métodos o familias de métodos más representativos que han ido planteándose en los últimos años para estimar y gestionar las reservas para contingencias de costes y tiempo (de forma conjunta o diferenciada). La Tabla 3.12 presenta una categorización inicial de las principales familias de modelos basada esencialmente en los cuatro tipos de métodos de estimación de reservas para contingencias de tiempo y coste descritos por Hollmann (2009). Además del método de estimación del tamaño de la reserva se debe tener en cuenta –tal y como se ha argumentado en el párrafo anterior- que un modelo debe apoyar la toma de decisiones en otras áreas (además del tamaño del colchón) que se irán documentando a lo largo de este apartado, entre ellas está algo que ya ha surgido: el formato que adopte la reserva (cifra global o detallada, explícita u oculta). Se añade un quinto tipo de método genérico (“otros”) en los que se incluirán aquellas técnicas que no encajan en la clasificación de Hollmann (2009).

<b>MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE COLCHONES DE TIEMPO Y COSTE</b>	
1.	JUICIO DE EXPERTOS.
2.	PAUTAS PREDETERMINADAS. Se hace uso de diversos niveles de juicio subjetivo por una parte y empirismo por otra.
3.	ANÁLISIS CON SIMULACIÓN. El juicio de expertos se incorpora en el diseño de la simulación. Dos tipos esenciales: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Estimación por rangos.</li> <li>○ Valor esperado.</li> </ul>
4.	MODELIZACIÓN PARAMÉTRICA. Se basa en la definición de un algoritmo con base empírica para cuyo desarrollo se han utilizado distintos grados de juicio subjetivo. Hay dos tipos fundamentales: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Análisis de regresión.</li> <li>○ Redes neuronales artificiales.</li> </ul>
5.	OTROS. Se incluyen en este grupo –entre otros- los métodos que se apoyan en lógica difusa.

**Tabla 3.12. Tipos de métodos de estimación de reservas para contingencias de tiempo y coste (a partir de Hollmann 2009).**

Hollmann (2009) considera que el juicio subjetivo juega un papel en los cuatro grupos de métodos por ellos planteados tal y como se refleja en la Tabla 3.12, de hecho este argumento es uno de los principales en los que se apoya un grupo de métodos que se van a tratar también a continuación: los basados en lógica difusa (Tah et al. 1993, Andi 2004, Idrus et al. 2010).

El JUICIO DE EXPERTOS es un conjunto de decisiones subjetivamente tomadas por expertos en base a su sólido criterio y experiencia profesional. De hecho, según Burroughs y Juntima (2004) una de las principales limitaciones del método radica en la dificultad existente para disponer en cada obra de auténticos expertos con una experiencia y comprensión suficiente del proyecto de construcción a nivel de costes, riesgos y estimaciones. A partir del JUICIO DE EXPERTOS se pueden definir reservas globales o detalladas (Burroughs y Juntima 2004).

Uno de los estudios más antiguos que se han analizado (Murray y Ramsaur 1983) plantea un procedimiento de definición y gestión dinámica de reservas para contingencias de costes basado en el JUICIO DE EXPERTOS, pero apunta un matiz interesante: de cara a incrementar la eficacia de las reservas, estas deben ser definidas en base a los riesgos existentes y además deben ser actualizadas a lo largo de la obra. El estudio de Murray y Ramsaur 1983 aporta otra de las áreas que debe afrontar un modelo integral de gestión de reservas para contingencias y que es coherente con uno de los determinantes de las mismas que se describieron anteriormente: las reservas para contingencias deben gestionarse durante todo el ciclo de vida de la obra.

El JUICIO DE EXPERTOS sería el método habitualmente utilizado por las empresas según se discutió en apartados anteriores.

A partir de esta base, ciertos autores manifiestan sus críticas –negativas y positivas- al modelo o modelos basados en el juicio subjetivo, mientras que otros –independientemente del método empleado para determinar su importe- critican (también negativa y positivamente) la definición de una única reserva global.

Estas críticas son generalmente el punto de partida de los diversos modelos que se tratarán en este apartado. Así, Al Bahar y Crandall (1990) consideran que la determinación de

los colchones en base al juicio subjetivo conduce a la arbitrariedad, Anderson et al. (2010) plantean como principal inconveniente del modelo el hecho de que impide la cuantificación del nivel de confianza relacionado con las reservas así definidas. Baccarini (2004) y Adafin et al. (2014) consideran el método como arbitrario y causa de las desviaciones que se aprecian de forma generalizada en las obras. Oberlender (1993) no lo critica de forma abierta, pero sí afirma que su eficacia está condicionada por la extensión de la experiencia del decisor (en línea con Burroughs y Juntima 2004) y por la disponibilidad de datos históricos en los que apoyarse.

Efectuando una comparación con el sector manufacturero, González et al. (2011) aseguran que la construcción está aún pendiente de recorrer el camino que va desde la intuición y el juicio subjetivo como base para la toma de decisiones a enfoques más robustos apoyados en herramientas analíticas.

Sin embargo, alineados con la idea de Hollmann (2009) expuesta al comienzo de este punto, ciertos autores justifican e incluso reivindican el papel de la subjetividad en la definición de reservas para contingencias, introduciéndola en algunas ocasiones en los modelos que proponen. Tah et al. (1993) justifican la utilización del juicio subjetivo con dos argumentos, por una parte dada la falta de datos para estimar la distribución de probabilidad requerida por los métodos probabilísticos (se tratarán más adelante), las decisiones se deben tomar en base al juicio subjetivo, pero además es que los parámetros involucrados en estas decisiones se describen mejor lingüísticamente en base al juicio subjetivo que en términos matemáticos. A partir de esta idea de partida, estos autores proponen un método de estimación de reservas para contingencias de costes basado en lógica difusa que se expondrá más adelante. Barraza (2011) defiende que el hecho de que los profesionales no utilicen los métodos propuestos para superar los problemas de la subjetividad tiene que ver con la complejidad de los mismos, sin embargo Burger (2003) aun reconociendo que el modelo basado en el juicio subjetivo es mejorable, lo justifica y al igual que Tah et al. (1993) lo incorpora en su método. Burger (2003) argumenta que en el mundo de los negocios de hoy en día -basado en la competencia-, los únicos recursos disponibles para tomar decisiones en la mayor parte de los casos son: una información incompleta y poco fiable, tiempo escaso y poco dinero. Los directivos y responsables se ven forzados a tomar decisiones cuyo impacto es millonario con esos recursos tan limitados. No tienen más opción que apoyarse en su propia experiencia y juicio para generar una cifra como reserva para contingencias, que en muchos casos no solo yerra el blanco, sino el conjunto de los objetivos. Sin embargo la importancia de estas decisiones requiere el uso de métodos precisos para modelizar la incertidumbre inherente al juicio humano al determinar las reservas para contingencias.

Dikmen et al. (2012) son más categóricos en la defensa del juicio subjetivo de cara a la estimación de las reservas para contingencias. Estos autores comienzan su argumento diferenciado entre un juicio “basado en los criterios de una persona” y otro “subjetivo”, pues el adjetivo “subjetivo” tiene una connotación negativa, denota arbitrariedad. Pero el razonamiento subjetivo o basado en los criterios personales, siempre es necesario para tomar cualquier tipo de decisión, incluso –como se verá más adelante- a la hora de aplicar métodos que pretendan superar las limitaciones de los modelos basados puramente en él. PMI (2013) defiende el valor del juicio subjetivo, pero no de cualquiera, pues destaca el JUICIO DE EXPERTOS (el juicio subjetivo de personas expertas, tal y como se definió anteriormente) como herramienta a contemplar en numerosos procesos, incluso en gestión de riesgos.

En esta línea de valoración del juicio de los expertos como criterio de decisión, Seung y Hyung (2004) critican la complejidad de los métodos analíticos y destacan que un método de análisis de riesgos y por ende de definición de reservas para contingencias de coste debe basarse en obtener el juicio de los decisores. Estos autores concluyen su estudio asegurando que las futuras investigaciones sobre métodos de definición de reservas para contingencias se

centrarán en obtener el conocimiento de los expertos y se basará en la ciencia cognitiva para abordar el esquema de representación del conocimiento.

Pero quizá la idea más categórica en defensa del juicio subjetivo como herramienta de toma de decisiones la aporta Senior (2012). En el capítulo segundo se discutieron diversos enfoques en relación a la toma de decisiones en construcción, en este contexto, Senior (2012) asegura que ninguna de las herramientas y modelos de gestión existentes para su uso en múltiples áreas de la obra (gestión del plazo, del coste, gestión de riesgos, etc.) sustituye al elemento central de cualquier proceso de decisión: el pensamiento humano.

En relación al segundo aspecto característico del modelo más usualmente empleado por las empresas para la definición de reservas para contingencias, Yeo (1990) critica la definición de las reservas para contingencias de coste de un proyecto como una cantidad global, es decir una cantidad única sin asociar de forma particulariza a ítems concretos, por ser demasiado simplista y difícilmente verificable. En la misma línea, Thompson y Perry (1992) destacan ciertas debilidades del método de la cantidad global:

- Con toda probabilidad la cifra definida se relaciona arbitrariamente con el proyecto en cuestión.
- Hay una tendencia a cubrir el riesgo de forma duplicada, pues algunos estimadores están inclinados a incluir reservas para contingencias en sus mejores estimaciones (coherente con la visión de las reservas ocultas de Smith y Bohn 1999, Ford 2002, Zhao 2006, Chan y Au 2009, Laryea y Hughes 2011, Howell 2012).
- La adición de un porcentaje de coste implica un nivel de certidumbre en relación al coste final que no siempre está justificado.
- La cantidad global añadida indica el potencial de riesgo negativo (amenaza), no indica el potencial para reducciones de costes (oportunidades) y podría por tanto esconder la mala gestión del proyecto.
- Dado que el porcentaje cubre todos los riesgos con una reserva para contingencia de costes, tiende a desviar la atención de aquellos riesgos que afecten al plazo de ejecución, al rendimiento y a la calidad.
- No fomenta la creatividad en la práctica de estimación, pues permite que esta se convierta en rutinaria, hecho que puede propagar descuidos.

Baccarini (2004) cuestiona las reservas para contingencias de costes globales definidas de forma subjetiva por su falta de eficacia. Este autor realizó un estudio sobre cuarenta y ocho proyectos de construcción de carreteras promovidos por una organismo público en Australia. El resultado de su estudio es que si bien la reserva para contingencias global media fue del 5,24% del precio del contrato, los sobrecostes medios ascendieron al 9,92%. El mismo autor publicó un estudio en 2013 centrado en analizar doscientos veintiocho proyectos de infraestructuras de agua desarrollados en Australia (Baccarini y Love 2013). Los resultados fueron similares a los del estudio de 2004; si bien la reserva para contingencias global media fue del 8,46% del precio del contrato, los sobrecostes medios ascendieron al 13,58%. Este hecho es considerado por los mismos autores como razón suficiente para estimar las reservas para contingencias de una forma más exhaustiva, basándose en la realidad estadística de los incrementos de costes en las obras.

También con sesgo crítico negativo acerca de la reserva para contingencias global, ya se expuso (al tratar los métodos de planificación de Ruta Crítica y Cadena Crítica) la visión de Barraza (2011), otro defensor de la asignación de reservas especificadas a nivel de actividad.

Sin embargo, tal y como se expuso en apartados anteriores, bajo el método de la cadena crítica (CCPM) subyace el argumento opuesto, pues CCPM agrupa los colchones repartidos por todas las actividades en los puntos en los que sus caminos confluyen con el crítico y al final del proyecto (colchón global). Lee et al. (2006) van más allá al argumentar que los colchones flexibles (en tamaño y en localización) son estratégicamente más valiosos a la hora de proteger los objetivos de la obra que no definir ningún colchón o hacerlo a nivel de cada actividad

En relación al segundo grupo de métodos planteado por Hollmann (2009), Van Niekerk (2012) afirma que se pueden utilizar PAUTAS PREDETERMINADAS con varios niveles de complejidad, lo más simple sería la utilización de una reserva para contingencia de coste y/o tiempo global (por ejemplo un porcentaje de coste y/o la duración base) para ser aplicada en todos los presupuestos o programaciones de un cierto tipo. En el otro extremo de complejidad figuraría la utilización de tablas complejas o mecanismos de valoración que emplean resultados de los métodos basados en MODELIZACIÓN PARAMÉTRICA (el cuarto grupo de métodos de Hollmann 2009). Un enfoque frecuentemente empleado es establecer una tabla de valores y rangos de reservas para contingencias para cada clase de proyecto con valores alternativos y rangos para los riesgos más comunes.

Querns (1989) plantea un modelo de gestión de reservas para contingencias de costes basado en PAUTAS PREDETERMINADAS cuyas principales características son las siguientes:

- Deben distinguirse diferentes importes de reservas para distintas fases del proyecto (una vez más el aspecto dinámico de la gestión de reservas).
- Deben distinguirse diferentes importes de reservas para diferentes tipos de obra.
- Los importes de reservas que conforman las pautas se deben estimar subjetivamente en función del riesgo apreciado por el decisor, aunque también sugiere la posibilidad de utilizar Monte Carlo para cuantificar el efecto de los riesgos.
- Las reservas deben definirse de forma distribuida en las distintas unidades de obra siempre que exista conocimiento y capacidad para ello. De esta forma su seguimiento y actualización es más fácil.

Günham y Arditi (2007) proponen un modelo de definición de reservas para contingencias de costes globales a partir de unas pautas definidas efectuando un análisis histórico del desempeño real de proyectos similares. En una línea similar, Harper et al. (2014) efectúan un estudio con el objetivo de definir indicadores de rendimiento del proceso de estimación de costes de agencias de transporte en EEUU. Uno de las cinco categorías en las que según estos autores se basa una estimación de costes precisa es el volumen de reservas para contingencias. Su planteamiento se basa en que, efectuando un seguimiento de la evolución de las cantidades definidas como reserva para contingencias de costes en diferentes proyectos, se pueden obtener datos que permitan comprender la cantidad adecuada de reserva que es necesaria para un proyecto determinado. Su propuesta es en definitiva un modelo de definición de PAUTAS PREDETERMINADAS a partir de datos históricos.

Prasad (2008) destaca que las ventajas de los métodos basados en PAUTAS PREDETERMINADAS son su sencillez, facilidad de comprensión y consistencia. Entre sus inconvenientes menciona que puede no tener en cuenta riesgos específicamente relacionados con un proyecto concreto y que dado que las pautas se generan habitualmente a partir del juicio de expertos sus resultados pueden ser subjetivos. Anteriormente se describieron los pros y las contras de la subjetividad como base de la estimación de las reservas. Burroughs y Juntima (2004), Prasad (2008) y Noor y Tichacek (2009) destacan como principal carencia de

este método la tendencia a sobre-estimar las reservas en proyectos complejos y a infra-estimarlas en los más sencillos.

Como se ha podido apreciar los dos primeros tipos de métodos descritos por Hollmann (2009) interactúan. Específicamente el método del JUICIO DE EXPERTOS sería el utilizado para la definición de reservas para contingencias en base al criterio profesional de expertos en proyectos independientes, mientras que las PAUTAS PREDETERMINADAS podrían ser establecidas a partir de la opinión de expertos y también –como se ha apuntado en párrafos anteriores a partir de métodos de MODELIZACIÓN PARAMÉTRICA para su aplicación tipificada según el tipo de proyecto.

Los métodos basados en el JUICIO DE EXPERTOS y en PAUTAS PREDETERMINADAS conformarían lo que Moselhi (1997) denomina métodos “DETERMINISTAS”, mientras que a los restantes los englobaría en la categoría genérica de “PROBABILÍSTICOS”.

El siguiente grupo de métodos sería el conformado por aquellos que se basan en el ANÁLISIS POR SIMULACIÓN. Estos métodos surgirían a raíz de la constatación de la falta de rigor de los métodos basados completamente en el juicio subjetivo, pues tal y como se expuso anteriormente, ya en 1989 autores como Querns (1989) apuntan la posibilidad de utilizarlos. Dentro de este grupo, Hollmann (2009) destaca dos métodos: estimación de rangos y valor esperado. El mismo autor defiende en un estudio posterior (Hollmann 2011) la estimación conjunta con estos tipos de métodos de reservas para contingencias de tiempo y coste. Ambos métodos se pueden apoyar en Monte Carlo como herramienta de simulación, una herramienta ya descrita en el capítulo segundo y que está avalada por PMI (2013) como técnica de análisis cuantitativo de riesgos y de definición de reservas para contingencias de tiempo y coste.

Según Hollmann (2009) la estimación por rangos se puede basar en la EDT (estructura de desglose de trabajos) y de una forma más precisa en aquellos conceptos o unidades de obra críticos. El equipo de obra asigna a cada actividad, unidad de obra o elemento de coste un rango de tres valores de coste y/o tiempo de ejecución (más probable, pesimista y optimista) y una función de distribución de probabilidad (triangular, beta...). Si existen correlaciones significativas entre elementos de coste deben ser contempladas. Con los parámetros de los elementos de coste y tiempo y las distribuciones de probabilidad como entradas se corre una simulación de Monte Carlo. Los resultados son las funciones de distribución del coste y del plazo de ejecución totales, a partir de las cuales se pueden determinar las reservas para contingencias globales de tiempo y coste en función del nivel de aversión al riesgo del decisor. Este proceso debería ser desarrollado regularmente a lo largo de la obra para actualizar los valores estimados inicialmente de reservas para contingencias.

Diversos autores proponen variantes de este método, así Ahmad (1992) plantea caracterizar los tres valores de coste y tiempo de las unidades de obra típicas de una empresa en base a datos históricos y asociar a cada paquete de trabajo una distribución triangular para de esta forma poder decidir en cada proyecto concreto el volumen de reserva para contingencias de costes a partir de las unidades de obra concretas que lo conformen; además considera que la reserva global debe ser distribuida a cada paquete de trabajo. Zhao (2006) y Noor y Tichacek (2009) resaltan la importancia de basar el análisis en la EDT, que actuaría como una guía en torno a la que estructurar el pensamiento humano, porque –tal y como asegura Hollmann (2009)- el juicio subjetivo forma también parte de estos métodos, pues la determinación de los rangos y de la función de distribución asociada a cada elemento de coste se efectúa en base a él. De hecho, Prasad (2008) considera que esto es precisamente uno de los principales hándicaps de este método.

Rowe (2005) plantea otra variante de este método – CTS –“Contingency Tracking System”- que se focaliza en el aspecto dinámico de la gestión de las reservas para contingencias de costes, tratando de determinar el nivel de reserva adecuado en cada momento del ciclo de vida de una obra.

Yeo (1990) y Moselhi (1997) proponen sendos métodos que Baccarini (2005a) denomina “métodos de los momentos” y que son coherentes con el grupo genérico de estimación por rangos. El matiz diferencial estriba en que la función de distribución asociada al proyecto completo no se estima con una simulación de Monte Carlo, sino simplemente sumando las funciones de distribución de cada elemento de coste. El problema de estos métodos es que parte de una asunción que no siempre es correcta: los elementos de coste son independientes entre sí.

Barraza (2011) proponen un método que denomina “Stochastic Allocation of Project Allowances (SAPA)” también basado en Monte Carlo. La peculiaridad de su método es que se centra en la definición de colchones de tiempo a nivel de actividad, no globales.

Otro método probabilístico, de análisis de simulaciones es el método del valor esperado, basado –tal y como se comentó en el capítulo segundo- en el concepto de Valor Monetario Esperado (EMV). Según Hollmann (2009) este método difiere del de estimación por rangos en que evalúa directamente el impacto –en coste y/o tiempo- de los riesgos identificados, en lugar de evaluar el coste y/o el plazo de ejecución de los diferentes elementos de la obra de forma probabilística en base a tres valores. Así, el método del valor esperado asocia a cada riesgo un valor económico o temporal a partir del producto de su probabilidad de ocurrencia y de su impacto. Cuando el valor esperado de un riesgo está afectado por varios eventos interrelacionados se puede utilizar un árbol de decisión para evaluarlo. Si no se realiza un análisis probabilístico, la reserva para contingencia global será la suma de los valores esperados de los riesgos contemplados. Si se considera oportuno realizar un análisis probabilístico, se deberían asignar tres valores de probabilidad-impacto a cada riesgo y asociarle una función de distribución de probabilidad. Al igual que en el caso anterior, si existen correlaciones significativas –en este caso entre riesgos- deben ser contempladas. Con los tres valores de cada riesgo, las funciones de distribución y las correlaciones entre ambos se corre una simulación de Monte Carlo. Los resultados son las funciones de distribución de los impactos en el coste y en el plazo de ejecución de los riesgos analizados, a partir de las cuales se puede determinar las reservas para contingencias globales de tiempo y coste en función del nivel de aversión al riesgo del decisor. Este proceso debería ser desarrollado regularmente a lo largo de la obra para actualizar los valores estimados inicialmente de reservas para contingencias.

El Gobierno de Hong Kong introdujo un método de estimación de reservas para contingencias de costes llamado “Estimating using Risk Analysis” (ERA)” que se basa en la estimación del valor esperado de los riesgos identificados. Mak y Picken (2000) efectúan un estudio en el que comparan cuarenta y cinco proyectos desarrollados utilizando ERA como método de estimación de las reservas para contingencias y doscientos ochenta y siete proyectos que utilizaron el método tradicional. Los resultados muestran una gran diferencia en variabilidad y consistencia entre ambos grupos, pues los proyectos ERA estimaron sus reservas para contingencias de una forma mucho más precisa que los otros.

Ciertos autores destacan algunos aspectos negativos de la simulación “tradicional” de Monte Carlo. Oberlender (1993) alerta que Monte Carlo puede inducir a infra-estimar el coste total de una obra cuando el coste de dos o más actividades está correlacionado, pues Monte Carlo puede definir el coste de una actividad como alto y el de la otra como bajo, cancelando sus efectos. Khamooshi y Cioffi (2012) aseguran que Monte Carlo sobrevalora las probabilidades de duraciones de la obra inferiores a las esperadas, por lo que sugieren en su

método la utilización de funciones de distribución alternativas a la triangular o a la beta. En concreto, estos autores consideran que la distribución de probabilidad de coste y duración óptima a asociar a cada tarea para efectuar la simulación es la que se derive de datos históricos de ese tipo de tarea. En caso de no contar con esos datos, sugieren la caracterización de la duración y el coste de cada tarea en función del error máximo (máximo coste o duración menos mínimo coste o duración) y no de los tres valores. De una forma más genérica, Chen y Hartman (2000) afirman que el principal problema de los métodos de simulación es que las funciones de distribución elegidas pueden no representar fielmente la variación del coste y el tiempo de los elementos de coste asociados. De hecho, Poshdar et al. (2014) aseguran que en construcción la función de distribución subyacente es desconocida en la mayor parte de los casos. Por ello realizaron un estudio empírico a fin de caracterizar estadísticamente la variabilidad de los procesos en construcción de una forma más precisa y flexible. Los resultados de su estudio son los siguientes:

- La función BETA es una buena opción en niveles de variabilidad inferiores al 100% (según el indicador COV de Hopp y Spearman (2011)).
- La función BURR es una mejor opción cuando la variabilidad se sitúa entre el 100% y el 150%.

El estudio de Poshdar et al. (2014) tiene como meta mejorar las bases de partida para la creación de métodos de definición de colchones a partir de la adecuada caracterización estadística del principal inductor de los mismos: la variabilidad de los procesos. Con una base conceptual similar, aunque centradas en las reservas para contingencias de costes, se pueden mencionar tres investigaciones realizadas en Australia entre 2012 y 2014. En todas ellas participa Peter E.D. Love y se efectúan desde el punto de vista de la propiedad. El esquema de las tres es similar: plantean implícitamente un método de definición de reservas para contingencias de coste globales basado en la función de distribución que modeliza más adecuadamente la variabilidad del coste de ciertos tipos de proyectos. El resultado de cada estudio no es generalizable, de hecho lo que demuestran conjuntamente los tres estudios es que cada tipo de proyecto responde a un modelo diferente (una función de distribución diferente), no obstante, lo que sí es generalizable es la lógica que subyace a las tres investigaciones. Así, conocer la función de distribución de los sobrecostes permite una toma de decisiones de más calidad sobre el tamaño de la reserva para contingencias de costes global, pues el decisor puede estimar el porcentaje de probabilidades de sobrecoste para un cierto nivel de reserva para contingencias.

El primero de estos estudios (Love et al. 2012) analiza doscientos setenta y seis proyectos (ciento sesenta y uno de edificación y ciento quince de obra civil). Concluye que la función de distribución que mejor modeliza los sobrecostes en este caso es la de Frechet (3P). No obstante, si se discriminan los proyectos por tamaños, el resultado es el siguiente:

1. Proyectos cuyo importe de adjudicación es inferior a 1 MA\$: Distribución de Cauchy.
2. Proyectos cuyo importe de adjudicación está comprendido entre 1 MA\$ y 10 MA\$: Distribución de Wakeby.
3. Proyectos cuyo importe de adjudicación está comprendido entre 11 MA\$ y 50 MA\$: Distribución de Burr (4P).

El segundo estudio (Baccarini y Love 2013) analiza –tal y como se expuso anteriormente- doscientos veintiséis proyectos de infraestructuras de agua y concluye que sus sobrecostes se modelizan con la distribución Wakeby. Finalmente, Love et al. (2014) efectúan



un estudio al objeto de determinar cuál es la función de distribución que mejor modeliza los sobrecostos en proyectos de construcción de carreteras para, a partir de ahí y al igual que los esfuerzos anteriores, derivar el volumen de reserva para contingencias de costes en función de un cierto nivel de tolerancia al riesgo. La muestra en la que se apoyan Love et al. (2014) para determinar esta función de distribución está compuesta por datos procedentes de cuarenta y nueve proyectos de construcción de carreteras desarrollados en Australia. El resultado de su estudio es que la función de distribución que mejor se adapta a este caso es la Log-Logística.

Un estudio similar a los anteriores pero centrado en reservas para contingencias de tiempo es el de Gurgun et al. (2013). Estos autores proponen un método probabilístico de estimación de reservas para contingencias de tiempo para las propiedades. Estima diversos niveles de reservas de tiempo global en función de diversos niveles de ejecución de la obra. Es un método probabilístico, pues para estimar los niveles de reservas se basan en datos reales de retrasos de ejecución en proyectos de infraestructuras de transporte en EEUU.

A la vista de los esfuerzos descritos en los dos párrafos anteriores se puede pensar que la tendencia en los últimos años consiste en proponer métodos de definición de reservas para contingencias de coste y tiempo globales, para tipos específicos de proyectos a partir del estudio estadístico de datos históricos de proyectos similares. Este enfoque habilita implícitamente a las causas de desviación como inductores de las reservas para contingencias.

El cuarto y último grupo de métodos destacados por Hollmann (2009) es el de MODELIZACIÓN PARAMÉTRICA. Van Niekerk (2012) puntualiza que un modelo paramétrico de estimación de costes es aquel que está compuesto por una o varias funciones de coste (variable dependiente) y por varias causas o inductores de coste (variables independientes). Una estimación paramétrica incluye algoritmos de estimación o relaciones estimadas entre los costes que son de naturaleza altamente probable.

Ya en el dominio de la gestión de la obra, la MODELIZACIÓN PARAMÉTRICA se asocia normalmente con la estimación de costes a partir de los parámetros de diseño, pero para la estimación de reservas para contingencias es usual que las variables independientes sean parámetros de riesgo. Por ejemplo, un factor de riesgo tal como el nivel de definición del alcance puede ser puntuado para un conjunto de obras ya cerradas, efectuando un análisis de regresión frente al incremento real de coste y/o duración que tuvo lugar en las mismas en relación a lo previsto. Al hacer esto, la regresión aportará un algoritmo e información estadística acerca del rango de impacto de ese factor de riesgo. Este método requiere disponer de datos históricos con un rango de riesgos y resultados. La principal ventaja de este método es su facilidad de uso, mientras que su principal desventaja es la complejidad de su desarrollo. Tal y como se apuntó anteriormente suelen aportar la materia prima para el establecimiento de PAUTAS PREDETERMINADAS.

Los métodos específicos de MODELIZACIÓN PARAMÉTRICA más conocidos son el análisis de regresión multi-variable y el método de redes neuronales artificiales.

Burroughs y Juntima (2004) definen el análisis de regresión como una técnica estadística para determinar la ecuación que mejor encaja con un conjunto de observaciones de una variable respuesta y múltiples variables explicativas con el fin de hacer la mejor estimación de la verdadera relación que subyace entre estas variables. Van Niekerk (2012) menciona tres tipos de análisis de regresión: regresión lineal simple (una única variable independiente y una única variable dependiente cuya relación es lineal), regresión múltiple (una variable dependiente y varias variables independientes con una relación lineal) y regresión polinómica (una variable dependiente y una o varias independientes cuya relación es polinómica).

Van Niekerk (2012) expone que utilizar análisis de regresión para la estimación de reservas para contingencias requiere la recolección de datos históricos de obras y encontrar la relación entre los factores de riesgo definidos que provocan desviaciones entre las estimaciones de coste y/o plazo de ejecución y los resultados reales. A diferencia de otros métodos, la regresión se basa en datos reales y por tanto integra el conocimiento de los expertos en el establecimiento de las reservas al tiempo que simultáneamente disminuye la subjetividad y las restricciones de disponibilidad de recursos humanos (expertos). Una desventaja del análisis de regresión es que requiere formalizar matemáticamente la función que describe los datos históricos y que generalmente no es adecuado para tratar con las numerosas interacciones entre la gran cantidad de variables que se dan en un proyecto.

Baccarini (2006) destaca la validez del enfoque de análisis de regresión para modelizar los costes de una obra y predecir el coste final de la misma, sin embargo, este autor se sorprende de la escasa investigación realizada al respecto y en concreto del hecho de que la mayor parte de los modelos de análisis de regresión no tienen en cuenta la reserva para contingencias de coste como una de las variables del modelo. Efectivamente, este autor efectúa una profunda revisión del estado del arte del tema e identifica catorce estudios sobre la aplicación de análisis de regresión a la modelización del coste del proyecto; según este autor solamente dos estudios (Oberlender y Trust 2000 y Burroughs y Juntima 2004) definían en ese momento como variable dependiente la reserva para contingencias de costes del proyecto en cuestión.

Thal et al. (2010) describen su propuesta acerca de un modelo de regresión múltiple basado en diez variables independientes extraídas de diversas causas de sobrecoste y factores de riesgo identificados en la literatura. La variable dependiente es el sobre-coste inducido por estas variables. Estos autores comprobaron el modelo con los datos históricos de veinticinco proyectos y el resultado fue que la diferencia entre los sobre-costes reales y los predichos por el modelo fue del 0,3%, mientras que la diferencia ascendió al 11,2% en el caso de una reserva para contingencia del 5% establecida en función de una pauta predeterminada.

Más recientemente, Kim et al. (2013) proponen un método (BMCMC – “*Bayesian Markov Chain Monte Carlo*”) para determinar el precio óptimo de oferta por parte del contratista y por tanto el volumen de reserva para contingencias de costes a incluir en la misma. En su método tratan de compatibilizar dos cuestiones:

- Por una parte incorporar el juicio subjetivo de los profesionales aunque las decisiones de precio se tomen objetivamente.
- Por otra parte, incorporar las suficientes reservas para contingencias como para proteger los objetivos del proyecto sin perder competitividad.

El método BMCMC es en esencia un método de regresión múltiple, pero con el beneficio añadido de ser capaz de utilizar tanto datos obtenidos por evaluación subjetiva como de forma objetiva a partir de una función de probabilidad. Así, el modelo BMCMC es relativamente más adecuado cuando el tamaño de la muestra de datos históricos es insuficiente o cuando los datos deben ser gestionados de acuerdo con la experiencia y el conocimiento subjetivo.

El otro método de modelización paramétrica es el basado en redes neuronales artificiales (ANN), una tecnología de proceso de información que simula el cerebro humano y el sistema nervioso (Chen y Hartman 2000). Según Baccarini (2005a) la estructura de las ANN imita el sistema nervioso al permitir que las señales se muevan a través de una red de elementos procesadores simples (similar a las neuronas) mediante una serie de interconexiones entre dichos elementos. Estos elementos de proceso se organizan en una

secuencia de capas que consiste en una capa de entrada seguida de una o más capas ocultas y culminando en una capa de salida. Los procesadores de entrada aceptan los datos en la ANN (por ejemplo variables que son causa de sobre-coste de las obras), los procesadores ocultos representan las relaciones entre los datos y la capa de salida produce el resultado requerido (por ejemplo el importe de sobre-coste). Las ANN emplean un mecanismo para aprender y adquirir capacidades de resolución de problemas a partir de ejemplos de “entrenamiento” al detectar relaciones ocultas entre los datos y generalizar soluciones a los nuevos problemas. Las ANN son adecuadas para modelos de datos no lineales, en contraste con los enfoques lineales que utilizan regresión.

Chen y Hartman (2000) aseguran que las ANN permiten predecir el sobre-coste de una obra, guiando de ese modo a los gestores en la definición de una reserva para contingencias adecuada. Estos autores utilizaron ANN para predecir el coste final de proyectos de construcción de infraestructuras de una empresa petrolera utilizando diecinueve factores de riesgo como datos de entrada. El principal hallazgo fue que el 75% de las veces, el coste final predicho se alineó con la variación real, es decir, donde el modelo ANN predijo un sobrecoste/reducción de coste, ocurrió un sobrecoste/reducción de coste. La predicción efectuada con ANN fue más precisa que la efectuada con regresión múltiple.

Lhee et al. (2012) plantean un modelo ANN a partir de setecientos setenta y dos proyectos de re-asfaltado desarrollados por el Departamento de Transportes de Florida (FDOT) en los años 2004-2006. Los datos de entrada del modelo serían quince causas de sobrecoste y el resultado del mismo es que permite predecir con precisión el sobrecoste de los proyectos de forma previa a su contratación. Estos autores definen la reserva para contingencias de costes como la diferencia esperada entre el coste inicialmente contratado de un proyecto y su coste final, por lo que la conclusión de esta investigación es que el modelo ANN permite determinar con precisión el volumen de reserva para contingencias. En un estudio posterior, Lhee et al. (2014), plantean una versión optimizada de su modelo, a ser aplicado en dos etapas.

Dentro del apartado de OTROS figuran una serie de propuestas que si algo tienen en común es su punto de partida: la necesidad de mejorar los diversos enfoques descritos hasta este momento.

La primera de estas propuestas se basa en la teoría de lógica difusa.

Una referencia al respecto es la de Tah et al. (1993), quienes en su estudio demostraron la aplicación de la teoría de lógica difusa a la estimación subjetiva de riesgos como base para la definición de reservas para contingencias durante la realización de ofertas de licitación por parte de una empresa constructora. El argumento de partida de estos autores - ya expuesto anteriormente- es que ante la falta de datos, el juicio subjetivo es la mejor manera de estimar los parámetros estadísticos necesarios para análisis con simulación, pero además ese tipo de conceptos se expresan mejor lingüísticamente que matemáticamente.

Tah et al. (1993) destacan que la teoría de lógica difusa permite tratar con rigor el juicio subjetivo humano mediante la creación de modelos matemáticos adecuados donde el carácter subjetivo de los datos de entrada se aprecia de forma transparente en los resultados. Es destacable que además, el juicio humano se expresa lingüísticamente con términos vagos: “bastante”, “mucho”, etc. La teoría de lógica difusa se enmarca en el esfuerzo por generar sistemas expertos en el marco de la gestión del conocimiento. La teoría de lógica difusa fue desarrollada por Zadeh (“Fuzzy sets”, 1965) para tratar con el conocimiento impreciso. Él consideraba que precisión y sustancia eran conceptos incompatibles al hablar de información. En el campo de la gestión de los riesgos de la obra, esto sería equivalente a forzar a los gestores a exponer con tal exactitud su política contractual que ni ellos mismos creerían que tal expresión describe su forma de actuar. Desde sus comienzos la teoría de lógica difusa se ha

desarrollado en muy distintos ámbitos, desde la automática y el control hasta la gestión financiera, sin embargo, estos autores destacan que en 1993 los conceptos de lógica difusa no se habían explorado correctamente en construcción.

El modelo propuesto por Tah et al. (1993) plantea la definición detallada de reservas para contingencias asociadas a riesgos concretos a partir de unas pautas predeterminadas que recogen la política de la empresa, para ello parten de una estructura de desglose de riesgos que en el nivel más alto refleja tres tipos de riesgos: riesgos locales, riesgos globales y riesgos externos. De una forma similar a Laryea y Hughes (2011), estos autores plantean que las reservas son definidas en esos tres niveles por tres decisores diferentes: los estimadores, los directivos de estudios y la alta dirección, respectivamente. A partir de aquí los autores efectúan un análisis de riesgos basado en lógica difusa para un ejemplo concreto (la construcción de una presa) y llegan a la conclusión de que el nivel de “riesgo local” es “moderado”, a lo que en función de las citadas pautas predeterminadas le correspondería un importe concreto como reserva para contingencias.

Con un enfoque similar, Andi (2004) propone un método de determinación de reservas para contingencias de costes en la fase de licitación basado en el método de los tres valores. Su modelo propone la definición de reservas individualizadas para cada paquete de trabajo y una reserva global. Previamente y a partir de lógica difusa, clasifican los paquetes de trabajo en uno de los tres posibles niveles de incertidumbre (baja, media y alta) sobre el coste más probable que han definido; cada uno de estos tres niveles determinaría de forma diferenciada los valores optimista y pesimista del paquete de trabajo como porcentajes del coste más probable. También plantea la definición de una reserva global en base a la función de distribución del conjunto del proyecto para riesgos menos concretos.

Los modelos propuestos por Tah et al. (1993) y por Andi (2004) son modelos mixtos (una posibilidad contemplada por Hollmann (2009)), pues proponen la definición de reservas para contingencias en función de pautas predeterminadas y del método de los tres valores, respectivamente, pero utilizan lógica difusa –de forma instrumental- para valorar los riesgos de la obra (Tah et al. 1993) y caracterizar la incertidumbre sobre los costes más probables (Andi 2004).

Tal y como se expuso anteriormente Idrus et al. (2010) consideran al juicio subjetivo como una herramienta esencial de gestión de riesgos, lo que unido a la dificultad que según ellos tiene la utilización de métodos estadísticos para la estimación de reservas para contingencias, impulsa su propuesta de una herramienta de definición de reservas para contingencias de costes en la fase de licitación de las obras, basada en lógica difusa a fin de aprovechar el juicio subjetivo de los contratistas. El modelo de estos autores también es un modelo mixto, en este caso Idrus et al. (2010) plantean una única reserva de costes global cuyo tamaño es función del impacto de los factores de riesgos considerados, siendo a su vez el impacto de cada factor de riesgo función de su probabilidad de ocurrencia y de su severidad. El modelo propuesto por estos autores es, desde el punto de vista de cómo cuantificar el tamaño de la reserva para contingencias, un modelo tipo “valor esperado”. En este modelo, se utiliza lógica difusa para estimar el impacto de cada factor de riesgo individual. La relación entre este impacto y los dos factores de los que depende (probabilidad de ocurrencia y severidad) se fundamenta aplicando una regla tipo “IF-THEN” para introducir el juicio subjetivo del contratista en el proceso de evaluación de riesgos, que se basa en el uso de expresiones lingüísticas como “bajo”, “medio” o “alto”.

Sin relación con los métodos basados en lógica difusa, es relevante recordar la visión de Leach (2003), que se presentó en el apartado anterior, acerca de la importancia que tiene el sesgo de la planificación en el desempeño del proyecto. La idea central de su estudio es que el sesgo de los estimadores (que se basa en once causas expuesta en la Tabla 3.11) provoca

que en general se generen planificaciones no realistas, causa por sí mismas de desviación. Así, para este autor la incertidumbre de los proyectos tiene dos componentes, una de ellas tiene un origen aleatorio, la otra es debida al sesgo de las planificaciones. A partir de ahí, su método para definir reservas para contingencias de tiempo y coste propone absorber la incertidumbre aleatoria con un colchón definido con cualquiera de los métodos analíticos, prioritariamente basado en Monte Carlo, mientras que para absorber la incertidumbre provocada por el sesgo de las planificaciones propone que las empresas actúen en dos fases. En una primera instancia recomienda añadir colchones de tiempo y dinero adicionales estimados según una pauta que el mismo autor particulariza para cada una de las once causas de sesgo, pero a partir de ahí el autor propone que las empresas vayan analizando los datos históricos de desviaciones de sus proyectos para generar de forma particulariza sus propios colchones tendentes a absorber la incertidumbre fruto del sesgo de las planificaciones.

Otra aportación encuadrada en el grupo de “otros modelos” es la de Xie et al. (2012). Estos autores proponen un modelo de gestión de reservas para contingencias de costes especialmente focalizado en la actualización del volumen de reservas a lo largo de la obra, algo coherente con el carácter dinámico de las mismas que ya fue argumentado anteriormente. Además del objeto en sí del modelo, la originalidad de la propuesta de estos autores se basa en la introducción en construcción de un concepto muy habitual de gestión de riesgos financieros: VaR (“Value at Risk”). VaR es una medida estadística de las máximas pérdidas que se pueden producir con una cierta probabilidad durante un determinado periodo de tiempo bajo condiciones normales, por ejemplo, un VaR bisemanal de 7.000 USD con un 90% de confianza significa que hay un 10% de probabilidades de que en cualquier periodo de dos semanas las pérdidas sean superiores a 7.000 USD.

A partir del concepto de VaR, Xie et al. (2012) proponen un método en el que las “pérdidas” serían los sobrecostes esperados en la obra en cuestión y en un periodo de tiempo dado, el VaR estimado para cada periodo sería un indicador del sobrecoste esperable y por tanto del nivel de reservas para contingencias necesario. Para la estimación de los sobrecostes esperados se parte de datos históricos del mismo proyecto, aunque la primera estimación del VaR y por tanto de las reservas para contingencias iniciales se realizaría en función de datos de proyectos similares. Una de las ventajas del método es que si bien sigue requiriendo el juicio de expertos para definir el periodo histórico de referencia y el periodo futuro de pronóstico, trata de reducir la arbitrariedad de los juicios, pues a diferencia de los métodos basados en el análisis de simulación no requiere estimar costes, duraciones o riesgos concretos, evaluar su impacto o su probabilidad de ocurrencia. El método basado en VaR contempla los riesgos en función de sus efectos económicos (los sobrecostes). Los factores de riesgo son –tal y como se ha expuesto anteriormente- causas de desviación y por tanto causas de reservas para contingencias. Sin embargo, los mismos autores destacan algunos de los puntos oscuros del método propuesto: la necesidad de contar con datos históricos de un largo periodo de tiempo.

Lee et al. (2006) proponen un original modelo de gestión de colchones de tiempo, particularmente para el caso de proyectos cuyo diseño y ejecución se realizan de forma concurrente, cuyas principales características son las siguientes:

- La ubicación de los colchones debe ser flexible, pero prioritariamente deben situarse al comienzo de una actividad (no al final). La razón es que así se aprovecha el efecto positivo que tiene en el rendimiento –hasta un cierto límite- la presión del calendario y refuerza la idea de que se debe planificar cada tarea previamente a su ejecución de forma detallada como medio de evitar retrasos.
- Cuando sea necesario, el colchón puede dividirse en dos, estando ubicado el segundo colchón en el centro de la ejecución de la tarea.

- El tamaño de los colchones se dimensiona mediante simulación.

Dentro de los métodos específicos para dimensionar colchones de tiempo, en particular para aquellos proyectos que utilicen “Cadena Crítica” (CCPM), destaca la reciente propuesta de Ma et al. (2014). Según estos autores, la fiabilidad de la planificación efectuada con CCPM depende en gran medida del rigor con el que se hayan estimado el tamaño de los colchones (de proyecto y de alimentación); sin embargo, tal y como aseguran González et al. (2011) CCPM no provee líneas claras para determinar ese tamaño. Ma et al. (2014) plantean su modelo (UAM – “*Uncertainty-Aware Method*”) con el fin de superar las deficiencias que según ellos tienen los métodos habitualmente utilizados (bien un excesivo tamaño de los colchones, o bien colchones poco robustos al no contemplar todas las incertidumbres posibles). De acuerdo con su método el tamaño de los colchones se determina algebraicamente a partir de los valores de unos indicadores por ellos definidos que permiten evaluar la incertidumbre existente en torno a cinco dimensiones:

- Incertidumbre del entorno del proyecto.
- Complejidad de la actividad.
- Flexibilidad de la actividad.
- Estrechez de recursos.
- Preferencia al riesgo.

Han et al. (2014) proponen un método para evaluar el flujo de caja de las obras, particularmente aplicable a las obras internacionales, en un entorno de incertidumbre. Para ello caracterizan la incertidumbre en torno a dos grupos de factores: factores financieros y factores específicos del proyecto; estos último están particularmente condicionados por la percepción del riesgo y los umbrales de exposición asumibles para cada empresa concreta. A partir de ahí, su método permite evaluar con precisión el flujo de caja esperado y por tanto las reservas para contingencias de costes necesarias.

Finalmente, y también dentro del apartado de “otros modelos”, es destacable el propuesto por Ford (2002), el único estudio empírico identificado sobre las prácticas actuales de las empresas constructoras en relación a la gestión de riesgos con reservas para contingencias durante la ejecución de las obras.

Ford (2002) propone un modelo de gestión de reservas para contingencias de coste más sencillo y pragmático que los modelos analíticos, pues de hecho está basado en gran medida en la visión que de acuerdo a su investigación empírica anteriormente detallada tienen los jefes de obra (decisores esenciales respecto a las reservas para contingencias). Es también el modelo más integral de los analizados, pues aporta respuestas a los problemas básicos de la gestión de las reservas:

- En cuanto a quién debe gestionar las reservas su planteamiento se basa en la realidad observada: los jefes de obra.
- Por lo que respecta a qué tipo de reserva utilizar, su propuesta es que se debe aprovechar el potencial del presupuesto como herramienta de gestión. Propone la reserva para contingencia de costes como forma de proteger el plazo, el alcance-calidad y el objetivo económico del proyecto en sí.
- En relación a la definición del tamaño de la reserva su planteamiento también se basa en la práctica real de las empresas: los jefes de obra dimensionan las reservas en base

a su juicio subjetivo, con un procedimiento oculto, con el fin de mantener el control de las mismas.

- En línea con el argumento anterior, para este autor las reservas también toman una forma oculta.
- Su modelo asume la realidad que él observó en su investigación en torno a los cuatro aspectos anteriores. La originalidad de su propuesta estriba en plantear una herramienta de gestión dinámica de las reservas a lo largo de la obra.

Efectivamente, el modelo de Ford (2002) consta de cuatro sub-sistemas: (i) cuentas de garantía, (ii) emergencias, (iii) control del cronograma y (iv) mejora de la calidad. El modelo se basa en el esquema mental que según esta investigación siguen los gestores a la hora de tomar decisiones sobre reservas para contingencias: simplificar un problema complejo con múltiples objetivos en un conjunto de problemas más sencillos con objetivos únicos. El sub-sistema de cuentas de garantía simula los requerimientos monetarios, acumulaciones y asignaciones dinámicas de dinero entre las cuatro cuentas y el uso de las reservas para contingencias. El sub-sistema de emergencias modeliza el descubrimiento y la resolución de emergencias. El sub-sistema de control del cronograma modeliza los efectos de las emergencias en el desempeño a nivel de plazo y la percepción y gestión de los retrasos. El sub-sistema de mejoras simula la adición de valor al edificio o infraestructura mediante la aplicación de los fondos de reservas para contingencias. Cada sub-sistema también modeliza una forma de desempeño de la gestión de las reservas. El modelo de simulación es un sistema de ecuaciones de diferencias no lineales que describen las estructuras de información y los procesos de toma de decisión empleados para gestionar las reservas para contingencias. Dado que no se puede resolver analíticamente, el comportamiento del sistema se simula en el tiempo.

El modelo fue comprobado mediante la simulación de diferentes escenarios, algunos extremos, como la no aparición de emergencias o la existencia de elevados importes de reservas para contingencias, también se simulaban escenarios más usuales. El resultado de la comprobación fue que el modelo es consistente con las pautas de gestión de reservas que Ford (2002) obtuvo de su estudio de caso: las reservas son utilizadas al principio de la obra de forma muy prudente y solo para atender emergencias, conforme la obra avanza las reservas se utilizan para asegurar el plazo de ejecución y ya en la parte final para mejorar la calidad del producto, aflorando las reservas residuales como mayor beneficio de la obra.

Una vez comprobada su validez, el modelo puede servir para simular ciertas condiciones de ejecución de un proyecto y definir así el volumen óptimo de reservas para contingencias de costes y la estrategia de gestión de las mismas a seguir (agresiva o conservadora).

Como se ha evidenciado en este apartado, la literatura aporta una importante cantidad de métodos de gestión de reservas para contingencias de tiempo y coste. El factor genérico que induce su generación es la superación de las carencias de los métodos preexistentes, por lo que cabe preguntarse si la eficacia de los diversos métodos propuestos ha ido incrementándose. Existe un interesante trabajo que recoge un estudio empírico -aunque no integral- al respecto: el ya mencionado en varias ocasiones de Burroughs y Juntima (2004).

Este artículo expone un interesante estudio realizado sobre mil quinientos proyectos de construcción de diferentes tamaños (desde menos de 100.000 USD hasta 1.500 MUSD), la mitad de los cuales fueron concluidos después del año 2000. De todos los proyectos se disponía de información detallada sobre su coste y alcance, volumen de las reservas para contingencias de costes definidas y método de definición de reservas utilizado, también se

contaba con información en torno a los cinco factores de riesgo que estos autores identificaron mediante análisis de regresión (nivel de definición del proyecto, uso de nuevas tecnologías, complejidad del proyecto, estrategia contractual y de ejecución y peso de los costes de los equipos). El objeto de estos autores fue evaluar la eficacia de diferentes métodos de estimación de reservas para contingencias, en concreto compararon cuatro métodos: juicio de expertos, porcentaje predeterminado (pautas predeterminadas), análisis de riesgos (estimación por rangos y valor esperado) y análisis de regresión. Para efectuar la comparación crearon un indicador denominado “Contingency Performance Indicator (CPI)”, que se define como el valor absoluto de la diferencia entre la reserva para contingencias de costes realmente utilizada y la definida inicialmente, medido como un porcentaje del coste estimado. Así, un CPI de cero indicaría que la reserva para contingencia estuvo perfectamente calculada. Los resultados de su estudio fueron los siguientes:

- En proyectos grandes el CPI ha sido prácticamente constante durante el periodo 1994-2004, en torno a un 7%, mientras que en proyectos pequeños, el CPI ha empeorado claramente, pasando de una media de 6% en 1994-95 a una media de 10% en 2002-03. El resultado es especialmente sorprendente si se tiene en cuenta que en el periodo analizado la implantación de técnicas sofisticadas (análisis de riesgos) de estimación de reservas para contingencias creció desde un 20% antes del año 2000 hasta más de un 30% en los años posteriores.
- En contra de la creencia existente en la industria no existe una diferencia significativa entre la eficacia de los cuatro métodos de estimación de reservas para contingencias que se comparan.
- Pero si se analiza el CPI de los cuatro métodos en proyectos bien definidos se observan diferencias importantes, pues el CPI de los métodos “tradicionales” está en torno al 7,5%, mientras que el de los métodos basados en análisis de riesgos regresión es del 6,5%.
- Sin embargo, si los proyectos no están bien definidos, la utilización del método de análisis de riesgos lleva a un desastre, pues el CPI medio asciende al 13%, mientras que el CPI de los métodos tradicionales se sitúa en torno al 9%.
- La técnica de análisis de regresión obtiene valores de CPI estables independientemente del nivel de definición del proyecto y ligeramente inferiores a los métodos tradicionales.

Las conclusiones del estudio de Burroughs y Juntima (2004) son impactantes, pues el punto de partida de buena parte de la gran cantidad de métodos propuestos en los últimos años era la ineficacia de los métodos considerados tradicionales. Bien es cierto que la investigación de estos autores no es integral, pues no evalúa algunos de los métodos más recientes (redes neuronales artificiales, lógica difusa), pero sí pone de manifiesto que los métodos basados en análisis de simulación no son más eficaces que los tradicionales en cualquier circunstancia y que si bien el análisis de regresión es algo más eficaz, quizá no lo suficiente como para justificar su uso de forma generalizada dada la complejidad de su implantación.

Polat y Bingol (2013) también efectuaron un estudio comparativo de la eficacia de dos métodos de estimación de reservas para contingencias de costes: Lógica Difusa y Regresión Múltiple. Su estudio se basa en el análisis de treinta y seis obras internacionales desarrolladas por veinte compañías constructoras turcas en veinte países. El resultado de su investigación es que el modelo basado en Lógica Difusa supera al de Regresión Múltiple, aunque ambos pueden ser utilizados con éxito para calcular el tamaño de las reservas para contingencias de



costes a incluir por parte de las empresas constructoras en las ofertas de licitación de proyectos internacionales.

Anteriormente se argumentó que la razón esencial por la que en general las empresas no utilizan o incluso no conocen los métodos propuestos por la literatura es su complejidad, las conclusiones del estudio de Burroughs y Juntima (2004) introducen otra posible causa adicional: su ineficacia, lo que refuerza la necesidad de explorar en profundidad las prácticas reales de las empresas en torno a la gestión de riesgos con reservas para contingencias como base para posteriormente poder proponer modelos de gestión cercanos, con una base empírica, sencillos, integrales y rigurosos.

### **3.6.3.- Modelos de gestión de colchones de inventarios (materias primas).**

En el apartado 3.4.4 se describieron las características esenciales de los colchones de inventarios (materias primas y WIP) y capacidad. Los siguientes son los aspectos más relevantes a tener en cuenta de cara a modelizar su gestión:

- Los tres tipos de colchones se usan simultánea y alternativamente, pero los más eficientes son los de capacidad. Su uso suele ser decidido en diferentes ámbitos (capacidad por los jefes de obra, inventarios por los encargados).
- Las referencias analizadas se focalizan en el balance coste-beneficio como determinante esencial a considerar para definir el tamaño del colchón, quizá la razón esté en la idea de Hormann (2000) citada por Hormann y Thomas (2005) respecto a las diferentes características de las diversas reservas para contingencias en cuanto a su coste y a su responsividad (los colchones de inventario y capacidad son los más responsivos pero se incurre en su coste total desde el momento de su definición; en el otro extremo, los colchones de dinero son menos responsivos pero no se incurre en su coste máximo hasta que se aplican), por ello su dimensionamiento debe responder al equilibrio entre el coste que implica su existencia y el plazo / coste que ahorran al mejorar el flujo de trabajo.
- Si bien las referencias existentes sobre este tipo de colchones son muy escasas en relación al total, suelen referir estudios empíricos, quizá por el carácter menos estratégico de estos colchones. Estos estudios empíricos suelen centrarse en experimentar con distintos niveles de colchón, poniendo de manifiesto que cada proceso es diferente en cuanto al tamaño óptimo de colchón.

No se han hallado en la literatura propuestas de modelos analíticos o de otro tipo para dimensionar el tamaño óptimo de los colchones de materias primas en obra. Hormann y Thomas (2005) aseguran que las empresas constructoras los definen de forma intuitiva (es decir en base al juicio subjetivo). En apartados anteriores se han descrito los estudios efectuados y citados por Hormann y Thomas (2005) acerca de la influencia del nivel de inventario de materias primas en la productividad, hecho que también confirman Thomas et al. (2005); algunas de las ideas vertidas por Hormann y Thomas (2005) visualizadas en conjunto pueden ser consideradas como inspiradoras -si no de un modelo de gestión- si al menos de una serie de buenas prácticas a tener en cuenta a la hora de dimensionar el volumen óptimo de inventario de materias primas.

- Cada proceso presenta un nivel de variabilidad diferente y requiere por tanto un nivel de inventario diferente.

- Para cada caso existe un nivel óptimo de inventario por encima del cual se incurre en costes que no compensan la seguridad que aporta el colchón además de que incluso cae la productividad, mientras que por debajo del nivel óptimo se produce una caída de la productividad, amén de incrementar el riesgo de ruptura de stock.
- Otra ventaja de los colchones de materias primas es indicar una meta de producción.
- La adecuación del nivel de inventario a las características de la producción es un objetivo esencial, pues su consecución libera a los responsables de micro-gestionar cada aspecto de la producción, de modo que puedan dedicar su tiempo a actividades más importantes y críticas.

Un esfuerzo que también aporta buenas prácticas para la gestión de colchones de inventarios de materias primas es el ya citado de Thomas et al. (2005). El planteamiento de estos autores tiene como meta comenzar a desarrollar prácticas y procedimientos adecuados para configurar la disciplina de la gestión de materiales en el emplazamiento, entendiendo como tal la asignación de espacios y recursos para la recepción, el almacenamiento y la manipulación de materiales a fin de soportar las tareas de construcción y minimizar las ineficiencias debidas a la congestión y el exceso de movimientos del material. Algunos de los principios que defienden para regir la gestión de materiales en obra están relacionados con el tamaño del acopio (esto es, el tamaño del colchón):

- Siempre que sea posible se debe incorporar el material al proceso de construcción directamente desde el camión del proveedor (tamaño de colchón cero).
- Hay que asegurar que el ritmo de entrega de los materiales por parte del proveedor es compatible con el ritmo de montaje.

Thomas et al. (2005) destacan la escasez de investigaciones en cuanto a la gestión de los materiales en obra, una escasez que es mayor si cabe en el papel de los acopios como colchón para absorber la variabilidad de los procesos.

#### **3.6.4.- Modelos de gestión de colchones de inventarios (WIP).**

González et al. (2009) proponen y validan un Modelo Analítico Multi-objetivo (MAM) (coste, plazo y/o productividad) para diseñar colchones de obra en curso basado en modelado Simulación-Optimización y en Pareto. Su modelo se concreta en la generación de nomogramas basados en dos variables (tiempo y tasas de producción) que permiten calcular gráficamente el tamaño de los colchones de obra en curso en obras de edificación repetitivas. El criterio de dimensionamiento de los colchones es maximizar el balance coste-beneficio de los colchones. Al validar el modelo propuesto con dos estudios de caso, demostraron la viabilidad de estrategias de diseño de colchones de obra en curso para incrementar el rendimiento de las obras, no obstante, la magnitud de estas mejoras de rendimiento dependerán del contexto de cada obra (estacionalidad, complejidad de la ejecución, tipos de procesos, nivel de variabilidad, asunciones del modelado, etc.), de los decisores concretos de cada obra, de la voluntad del equipo de obra de aplicar las estrategias de definición de colchones y del nivel de control de la cadena de suministros.

Otro esfuerzo destacable de cara a proponer metodologías para dimensionar de forma óptima colchones de obra en curso es el de González et al. (2011). Estos autores parten –al igual que muchos otros planteamientos- de la carencia de métodos prácticos que permitan a las empresas mejorar la gestión de los colchones de obra en curso. El modelo descrito en el párrafo anterior de González et al. (2009) es un modelo de planificación, pero estos mismos

autores asumen que no cubre las necesidades más operativas, a nivel de programación y control, por contra el modelo de González et al. (2011) se centra en estos ámbitos. Su modelo que se denomina "Reliable Commitment Model (RCM)". RCM es una herramienta de apoyo a la toma de decisiones basada en los principios "Lean", que utiliza modelos estadísticos para desarrollar planes de trabajo fiables a nivel operativo. RCM ayuda a gestionar los colchones de obra en curso utilizando información de la obra e indicadores de fiabilidad de planificación que resultan en mejoras de rendimiento del proyecto, tales como productividad de la mano de obra y progreso del proyecto. González et al. (2011) validan su modelo en un caso real (varias viviendas unifamiliares). El principal hallazgo de su estudio de validación fue que el rendimiento del proyecto mejora más con la utilización de colchones de obra en curso mayores que los habitualmente definidos por los profesionales de obra.

RCM utiliza modelos de regresión múltiple para predecir el avance de los procesos a nivel operativo, de modo que el marco del modelo RCM es similar al de los modelos de pronóstico de demanda utilizados en manufactura. La variable independiente del modelo RCM es la "predicción de progreso de los trabajos en el periodo" y las variables independientes son: el "número de trabajadores por periodo", el "tamaño del colchón de obra en curso al principio del periodo" y finalmente el "progreso planificado en el periodo".

### **3.6.5.- Modelos de gestión de colchones de capacidad.**

Horman y Kenley (1998) afirman que los sistemas manufactureros gestionados bajo la estrategia "Lean" se protegen mediante recursos adicionales de mano de obra y maquinaria, los colchones de capacidad desarrollan la misma función que los colchones de inventario en sistemas convencionales (no "Lean"), pero son más adecuados a un enfoque de producción "Just in Time".

Ya se expuso como para ciertos autores los colchones de capacidad son más eficientes que los de inventarios, no obstante, Horman y Kenley (1998) destacan que su utilización implicaría desafiar uno de los paradigmas de producción tradicionales: el de la utilización de los recursos a su máxima capacidad.

Al igual que en el caso de los colchones de inventarios de materias primas no se han identificado referencias acerca de modelos analíticos o de otro tipo para dimensionar el tamaño óptimo de los colchones de capacidad. No obstante, en este caso, incluso su utilización práctica es algo no explorado.

### **3.7.- CARENCIAS DETECTADAS EN EL ESTADO DEL CONOCIMIENTO.**

La revisión del estado del arte es la base fundamental para el diseño de la investigación, para lo cual no solo se tendrá en cuenta la caracterización del concepto investigado derivada del análisis de la literatura, sino también -y muy especialmente- las carencias del conocimiento actual, puestas de manifiesto a lo largo del este capítulo y que se resumen a continuación.

- No se han encontrado referencias sobre las reservas para contingencias de alcance y calidad, más allá de la afirmación de su existencia (Horman y Kenley 1998, Milberg y Tommelein 2003, Godfrey 2004).
- No se han hallado referencias que aborden de forma explícita la utilización de las reservas para contingencias para gestionar oportunidades. Todas las referencias

analizadas tratan las reservas para contingencias en el contexto de la gestión de amenazas.

- Tampoco se han encontrado estudios que afronten de forma integral la gestión de las reservas para contingencias. La propuesta más completa sería la de Ford (2002), que aunque con un enfoque global en cuanto a los objetivos de la obra, se centra únicamente en reservas para contingencias de costes.
- La mayor parte de los métodos de gestión de reservas para contingencias que han sido propuestos en los últimos años son de origen analítico, no partiendo de una base empírica sólida e integral.
- Son escasos los estudios (ninguno basado en empresas españolas) que se centran en las empresas constructoras, y menos aún aquellos que tratan de describir sus prácticas reales. Más aún, solo se ha identificado un estudio (Ford 2002) sobre empresas constructoras en la fase de ejecución de las obras.
- Numerosas investigaciones asumen sin fundamentos empíricos ciertas características de la gestión real de las empresas (por ejemplo que la definición del tamaño de las reservas para contingencias se efectúa en base al juicio subjetivo) (ver Anexo 2.3).

El carácter eminentemente teórico de la mayor parte de los modelos existentes, junto a su excesiva complejidad y su falta de particularización para las empresas constructoras puede justificar que estas los utilicen escasamente. El objeto de este proyecto es contribuir a romper este círculo vicioso, realizando un trabajo empírico que explore y describa de forma integral el proceder real de las empresas constructoras, habilitando así la posibilidad de proponer métodos de gestión de reservas para contingencias con una base real que puedan ser considerados útiles y prácticos por las empresas.

**IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES DE  
GESTIÓN DE RESERVAS PARA  
CONTINGENCIAS**

**4.- IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES DE GESTIÓN DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS.**

4.1.- DECISORES ACERCA DE LAS RESERVAS.

4.2.- TIPOS DE RESERVAS A DEFINIR.

4.3.- FORMATO DE LAS RESERVAS (OCULTO O EXPLÍCITO, GLOBAL O DETALLADO).

4.4.- TAMAÑO INICIAL DE LAS RESERVAS. MÉTODO DE ESTIMACIÓN.

4.5.- ACTUALIZACIÓN Y APLICACIÓN DE LAS RESERVAS A LO LARGO DE LA VIDA DE LA OBRA.

#### **4.- IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES DE GESTIÓN DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS.**

Uno de los principales aspectos analizados en el capítulo tercero han sido los modelos y métodos de gestión de reservas para contingencias que diferentes autores han ido proponiendo a lo largo del tiempo. Tal y como se afirmó en el último apartado del capítulo anterior, en general estos modelos de gestión de reservas para contingencias no tienen carácter integral; la mayor parte se limitan a proponer procedimientos o métodos para la definición del tamaño inicial de ciertos tipos de reservas (fundamentalmente de coste), algunos se focalizan en cómo amoldar ese tamaño al nivel de riesgo existente a lo largo de la obra (gestión dinámica), mientras que otros aportan información sobre quién gestiona las reservas o el formato de las mismas. Pero en conjunto, los modelos analizados permiten derivar lo que es una conclusión esencial de la revisión del estado del arte: los grupos de variables de gestión de reservas para contingencias por parte de la empresa constructora durante la ejecución de la obra. Estos grupos de variables –consistentes con la estructura del conocimiento existente reflejado por la Tabla 3.4- se articulan en torno a las principales áreas de decisión del proceso de gestión de reservas para contingencias, decisiones que deberán ser coherentes con la naturaleza del concepto, con los determinantes intrínsecos que de ella se derivan –abordados en el apartado 3.5- y con los condicionantes derivados del contexto genérico -tratado a lo largo del capítulo segundo.

Los grupos de variables identificados, que se van a desarrollar a continuación son:

1. Decisores acerca de las reservas.
2. Tipos de reservas a definir.
3. Formato de las reservas (oculto o explícito, global o detallado).
4. Tamaño inicial de las reservas. Método de estimación.
5. Actualización y aplicación de las reservas a lo largo de la vida de la obra.

##### **4.1.- DECISORES ACERCA DE LAS RESERVAS.**

Un primer grupo de variables de gestión de reservas para contingencias implica identificar la(s) persona(s) responsables de su gestión, o desde una perspectiva más amplia, quién o quienes toman decisiones que influyen en su gestión. En el capítulo segundo se describió lo que PMI (2013) define como el “propietario de la respuesta a los riesgos”; una de sus misiones es gestionar las reservas para contingencias, pues desde esta perspectiva las reservas son un elemento del proceso de respuesta a los riesgos. Sin embargo, los distintos modelos teóricos de gestión de reservas para contingencias que se han analizado no suelen afrontar esta cuestión, salvo algunos que tienen una base empírica. Así, Ford (2002) afirma que en la fase de construcción son los jefes de obra los que gestionan y deben gestionar las reservas para contingencias (de costes). Centrados en la fase de estudios, Tah et al. (1993) y Laryea y Hughes (2011) aseguran que en las ofertas económicas las reservas para contingencias de costes se definen en tres niveles de la organización (sin expresar si trabajan coordinadamente o no): por una parte los propios estimadores de las ofertas, por otra los directivos de estudios y finalmente la alta dirección.

Un primer perfil de “decisor” es el que subyace en las referencias aquí citadas explícitamente: los decisores “directos”, aquellas personas que definen el tamaño, el formato y el tipo de las reservas a generar. Pero a la luz del esquema anticipado en el primer párrafo de

este apartado, se podría pensar que todas aquellas personas que influyan de una forma u otra en la concreción práctica de los factores determinantes –extrínsecos o intrínsecos- de las reservas para contingencias, también van a influir –en esta ocasión de forma “indirecta”- en la gestión de las mismas, esto es, en la definición del tipo de reserva a generar, su formato, su tamaño o en cualquier aspecto de su gestión.

Es cierto que los mencionados estudios de Tah et al. (1993) y Laryea y Hughes (2011) se centran en la fase de estudios, pero dando por buena una extensión parcial de los argumentos de estos autores a la fase de construcción, a partir de esas referencias, la de Ford (2002) y otras, se podrían extraer de la literatura algunas conclusiones parciales en torno al/los gestores de reservas para contingencias por parte de las empresas constructoras durante la ejecución de las obras:

- Pueden existir varios decisores diferentes, directos o indirectos, que podrían trabajar coordinadamente o no en la gestión de las reservas para contingencias.
- Russell et al. (2012) destacan que distintos perfiles profesionales valoran el riesgo de forma diferente, de modo que cuanto más cerca de la obra, mayor nivel de riesgo se aprecia en general; por tanto, dada su diferente percepción del riesgo, el perfil profesional del decisor puede condicionar su decisión, tanto en cuanto a qué tipo de reserva utilizar como en cuanto a qué tamaño de reserva definir o con qué formato.
- Howell (2012) refiere que habitualmente los gestores suelen adolecer de optimismo al comienzo de las obras, infravalorando la incertidumbre y por tanto infra-estimando las reservas para contingencias.

#### **4.2.- TIPOS DE RESERVAS A DEFINIR.**

En el apartado 3.4 se presentaron y se describieron los diferentes tipos de reservas para contingencias propuestas por diversos autores en función de distintos criterios:

- (i) quién es el dueño del riesgo (propiedad, proyectistas, empresa constructora),
- (ii) cuál es el perfil del riesgo (amenaza u oportunidad, introduciendo así el concepto de reserva para contingencias “negativa”),
- (iii) cuál es la fase del proyecto (estudios, construcción),
- (iv) finalmente en base al recurso en el que se expresa la reserva (tiempo, dinero, especificaciones, materias primas, WIP, capacidad) y el objetivo a cubrir por ella (objetivo instrumental: cubrir riesgos, absorber incertidumbre o variación, objetivo finalista: proteger el plazo de ejecución, el coste o el alcance-calidad de la obra).

La Tabla 3.6 resume los diferentes tipos de reservas para contingencias identificados en la literatura en función de los cuatro criterios mencionados.

En relación a la decisión sobre qué tipo de reserva utilizar, es importante tener en cuenta el carácter multi-objetivo de las mismas (apartado 3.4.4), de tal forma que tal y como se refleja en la Tabla 3.6, reservas cuyo recurso básico sea tiempo, dinero o alcance-calidad, pueden ser utilizadas para cubrir los tres objetivos finalistas esenciales (plazo, coste y alcance-calidad). Así, Ford (2002) propone un modelo que plantea utilizar las reservas para contingencias de dinero con el fin de proteger los tres objetivos principales de la obra. En la misma línea, González et al. (2009) plantean utilizar los colchones de obra en curso para proteger los objetivos de plazo, coste y productividad. Pero el potencial carácter multi-objetivo



de las reservas para contingencias, no es óbice para que otros autores se centren en modelos mono-objetivo (por ejemplo, colchones de tiempo para cubrir el plazo de ejecución (Barraza 2011)).

Por lo que respecta a las reservas (generalmente llamadas colchones) cuyo objetivo instrumental es absorber la variabilidad del flujo de producción, en el apartado 3.4.3.4 se expuso que los tres tipos principales (inventarios de materias primas, inventarios de obra en curso y colchones de capacidad) podían ser utilizados de forma alternativa, aunque ciertos autores (Horman y Kenley 1998) defiendan priorizar la utilización de colchones de capacidad por ser más eficientes. Sin embargo Ballard y Howell (1995) plantean que los tres tipos de colchones son necesarios simultáneamente, conformando lo que ellos denominan “*plan buffers*” o colchones de planificación (el cuarto tipo de colchón, tratado en el punto 3.4.3.5).

Abundando en la utilización simultánea de los colchones de inventarios y capacidad, aunque con un enfoque diferente al de Ballard y Howell (1995), el estudio efectuado sobre contratistas mecánicos por Alves y Tommelein (2004) evidencia que si bien los directivos suelen asignar colchones de capacidad a las obras, los jefes de obra y encargados protegen redundantemente las actividades individuales con colchones de inventario, idea esta que entre otras cosas confirma dos aspectos tratados en el apartado anterior: la diferente visión del riesgo dependiendo del perfil profesional y la existencia de distintos decisores –coordinados o no.

Hasta este momento, en este punto el debate se ha centrado –de forma tácita- en las reservas para contingencias cuyo fin es proteger los objetivos de la obra de amenazas, pero tal y como se detalló en los apartados 3.4.1 y 3.5.1, a partir del propio concepto de riesgo –amenaza u oportunidad- podrían tener sentido las reservas para contingencias de signo opuesto a fin de aprovechar las oportunidades identificadas. Un modelo de gestión de reservas para contingencias también debería reconocer la existencia de este tipo de reservas; más aun teniendo en cuenta que como ya se expuso en el capítulo segundo, amenazas y oportunidades son dos caras de una misma moneda, y por tanto, deben gestionarse conjuntamente (Chapman y Ward 2003).

A la vista de los argumentos vertidos en este apartado, se pueden extraer ciertas conclusiones parciales sobre lo aportado por la literatura en relación al objeto de este punto:

- Es posible proteger los objetivos de la obra con un único tipo básico de reserva para contingencia (tiempo, dinero, especificaciones), pero también se puede hacer con varios, definidos coordinada e integralmente o no.
- Es posible gestionar las oportunidades de la obra con reservas para contingencias de signo opuesto.
- Idealmente podría ser viable absorber la variabilidad únicamente con colchones de capacidad, pero la literatura también aporta argumentos sobre la utilización conjunta de colchones de inventario (materias primas y WIP) y capacidad, independientemente de que igual que ocurre con los anteriores se definan de forma integral y coordinada o no.

#### **4.3.- FORMATO DE LAS RESERVAS (OCULTO O EXPLÍCITO, GLOBAL O DETALLADO).**

Por lo que respecta al primero de los aspectos del formato de las reservas –su posible carácter oculto o explícito- y en concreto en relación a las reservas de coste, las referencias son escasas, la mayor parte de los modelos de gestión que recoge la literatura no definen este aspecto más que de forma tácita, centrándose en general en dimensionar el tamaño inicial de

las reservas. No obstante, a lo largo del apartado 3.6 se expuso la visión de los escasos autores que abordan este aspecto y lo que es más importante la lógica que subyace bajo sus argumentos. Así, Smith y Bohn (1999), Chan y Au (2009) y Laryea y Hughes (2011) aseguran que los contratistas son renuentes a incluir colchones de dinero en sus ofertas económicas para no perder competitividad, incorporando reservas tácitas (ocultas) en forma de mayores mediciones o costes unitarios. Ford (2002) afirma que los jefes de obra ocultan los colchones de dinero en los presupuestos de ejecución de las obras para no perder el control sobre las reservas. Mientras tanto, otros autores como Zhao (2006) se centran en las consecuencias del hecho y no en sus causas, limitándose a reconocer que los presupuestos suelen incluir colchones ocultos de dinero, lo que conduce a resultados caóticos. Por otro lado, la opción alternativa a las reservas ocultas -los posibles colchones explícitos de dinero-, se deriva de forma tácita de la mayor parte de las referencias analizadas.

Continuando con este primer aspecto del formato y en relación a los colchones de tiempo, las referencias son aún más escasas que en el caso de los de coste. Leach (2003) expone que lo más usual es que estos se distribuyan de forma oculta entre las distintas tareas adicionalmente a los colchones explícitos propios de cadena crítica (en caso de emplear este método de programación).

No se han hallado referencias explícitas sobre el formato (oculto o explícito) de las tolerancias en las especificaciones. No obstante, tal y como ya se expuso en el apartado 3.4.3.1, ante los argumentos de Rooke et al. (2005) y en el contexto específico de los modelos tradicionales, cabría preguntarse si efectivamente las empresas constructoras se comportan de forma oportunista en relación al alcance y/o la calidad de las obras, “generando” implícitamente una reserva para contingencia de alcance-calidad que se concretase en reducciones unilaterales (y fraudulentas) del alcance y/o la calidad con el fin de optimizar sus objetivos a nivel de plazo de ejecución y/o coste de la obra. Tampoco se han identificado referencias sobre el formato (oculto o explícito) de los colchones de inventario y capacidad, por lo que a priori cabe contemplar ambas posibilidades.

En relación al otro aspecto del formato de las reservas de tiempo y dinero, esto es, si pueden ser globales o detalladas, la literatura aporta numerosas referencias a favor o en contra de cada alternativa que han sido expuestas con detalle en el apartado 3.6.2.3. Solo destacar aquí que por su propia naturaleza, de forma general, solo las reservas para contingencias de tiempo y dinero pueden tener un carácter global.

En suma, a partir de la literatura y acerca del formato de las diferentes reservas para contingencias se puede concluir lo siguiente:

- Las reservas para contingencias de tiempo y coste pueden ser ocultas o explícitas, globales o detalladas. La decisión concreta en ambos casos no está determinada por los mayores o menores niveles de riesgo o incertidumbre presente en la obra en cuestión, sino por razones de índole táctico que es importante analizar; por otra parte, el formato elegido puede tener consecuencias en el devenir de la obra que también pueden ser analizadas a priori.
- El resto de los posibles tipos de reservas no pueden ser globales de forma general, aunque si explícitas u ocultas.

#### **4.4.- TAMAÑO INICIAL DE LAS RESERVAS. MÉTODO DE ESTIMACIÓN.**

Decidir el tamaño inicial de las reservas para contingencias es uno de los principales aspectos a abordar por un modelo de gestión de las mismas y por tanto uno de los grupos de

variables más relevantes de esta investigación, de hecho una buena parte de las referencias bibliográficas analizadas se centra en ello. En el apartado 3.6 se han descrito los métodos propuestos por la literatura para la definición del tamaño de los distintos tipos de reservas para contingencias. En el Anexo 2.4 se puede apreciar cómo la gran mayoría de las propuestas se centran en las reservas de coste y, en menor medida, en reservas de tiempo y obra en curso. No existen referencias sobre métodos para dimensionar las reservas de alcance-calidad, materias primas y capacidad.

La Tabla 3.12 presenta y detalla los principales grupos de métodos identificados en la literatura para la definición del tamaño de colchones de tiempo y de coste: juicio de expertos (juicio subjetivo de expertos), pautas predeterminadas, análisis con simulación, modelización paramétrica y “otros” (métodos mixtos, lógica difusa, etc.).

El apartado 3.6.2.1 se centra en aquellas propuestas focalizadas en explorar y describir el proceder real de las empresas. La mayor de los esfuerzos analizan propiedades, unos pocos empresas constructoras en la fase de estudios y solo uno (Ford 2002) se centra en empresas constructoras durante la fase de construcción. Numerosas referencias efectúan asunciones sobre el proceder real de las empresas sin una base empírica, en cualquier caso, el consenso de la literatura es que las empresas definen el tamaño de las reservas para contingencias en base al juicio subjetivo y que no utilizan e incluso desconocen los métodos formales propuestos por la literatura científica.

El juicio subjetivo, o mejor dicho la superación del mismo como método de definición de reservas para contingencias, ha sido el motor fundamental del surgimiento de los métodos analíticos. Sin embargo, tal y como ponen de manifiesto diversos autores y se ha argumentado en el apartado 3.6.2.3, el juicio subjetivo también es una herramienta esencial de los métodos analíticos, quizás por ello las últimas propuestas de métodos de definición de reservas valoran e incorporan el juicio subjetivo en sus planteamientos; un ejemplo es la inclusión de los principios de lógica difusa en el cuerpo teórico de los métodos de gestión de reservas para contingencias a fin de dar un tratamiento más preciso al juicio subjetivo. Es también destacable la aparente ineficacia relativa de ciertos métodos en comparación al basado en el juicio subjetivo que se describió en las conclusiones parciales del apartado 3.6.2 a partir de la referencia de Burroughs y Juntima 2004.

En resumen y por lo que respecta al objeto de este punto, la abundancia de referencias en la literatura respecto a diversos métodos de definición de reservas para contingencias, justifica que esta es una de las variables de su gestión más relevantes. Un modelo de gestión de reservas para contingencias debe identificar el método o los métodos para estimar su tamaño y acotar el papel a desempeñar por el juicio subjetivo en ese proceso.

#### **4.5.- ACTUALIZACIÓN Y APLICACIÓN DE LAS RESERVAS A LO LARGO DE LA VIDA DE LA OBRA.**

Los cuatro apartados anteriores configuran el proceso inicial de definición de las reservas para contingencias en torno cuatro grupos de variables o áreas de decisión: QUIÉN las gestiona, QUÉ TIPO de reservas se van a utilizar, QUÉ formato van a tener y finalmente CUÁL va a ser su tamaño inicial.

A lo largo del capítulo segundo y tercero, se describieron los distintos tipos de reservas para contingencias como elementos del programa de ejecución de trabajos, como componentes del presupuesto de la obra o en su caso, como parte de la planificación del alcance-calidad de la misma. Por todo ello, la definición inicial de las reservas para

contingencias se produciría en el marco de la planificación inicial de la obra una vez conseguido el contrato, antes de que los riesgos se puedan empezar a concretar.

Sin embargo, tal y como se argumentó con detalle en el apartado 3.5.3, la gestión de las reservas para contingencias debe tener un carácter dinámico, como consecuencia –entre otras razones- del ciclo de vida del proyecto en general y del diferente nivel de riesgo e incertidumbre presente en sus distintas fases. De tal forma que si el nivel de riesgo e incertidumbre es variable a lo largo de la obra (Al Bahar y Crandall 1990, Flyvbjerg et al. 2002, Noor y Tichacek 2009) y las reservas para contingencias son una herramienta esencial de gestión de riesgos cuyo nivel debe ser coherente con los riesgos existentes (Godfrey 2004, Rowe 2005, Molenaar et al. 2010), el volumen de reservas debe ser reevaluado a lo largo de la obra (Godfrey 2004, Noor y Tichacek 2009, Howell 2012). Como consecuencia, la gestión de las reservas no se debe limitar únicamente al proceso inicial mencionado en el primer párrafo de este apartado, sino que debe desarrollarse de forma dinámica a lo largo de la vida de la obra.

Además de justificar la necesidad de gestionar de forma dinámica las reservas para contingencias, en el apartado 3.5.3 también se describió su ciclo de vida típico, se expusieron los principios esenciales a tener en cuenta de cara a planificar su gestión a lo largo de toda la obra y se apuntó la escasez de referencias centradas en definir métodos específicos de gestión dinámica de las reservas para contingencias; en el apartado 3.6.2.3 se describió el método de gestión dinámica –en esencia un método de reevaluación de los colchones de dinero- propuesto por Xie et al. (2012), una de las escasas referencias al respecto.

Uno de los principios de la gestión dinámica de las reservas para contingencias propone que en general su resolución (segunda etapa de su ciclo de vida) se puede concretar de tres formas: utilizándose (si el riesgo asociado se manifiesta), reduciéndose (si el riesgo asociado se reevalúa con un impacto menor) o eliminándose (si el riesgo asociado se evita o transfiere) (PMI 2013). En otras palabras, durante el ciclo de vida de una reserva para contingencias caben dos alternativas respecto al destino de su recurso base, o bien se consume –total o parcialmente- o bien se reasigna –también de forma total o parcial. Pero de acuerdo con lo expuesto en el apartado 3.5.4, la aplicación de las reservas para contingencias, es decir el destino de su recurso base, debe ser consistente con su naturaleza, aspecto en el que –coherentemente con el carácter controvertido de las reservas destacado por Patrascu (1988)- se aprecia una cierta diversidad de criterios en la literatura:

- Hay autores que plantean que el destino de las reservas residuales al final de una obra es aflorar en forma de beneficio (Ford 2002); sin embargo para otros autores las reservas no son beneficio potencial (Querns 1989, Moselhi 1997).
- En otro orden de cosas, hay autores que sugieren que las reservas no deben aplicarse para absorber errores o faltas de rendimiento (Murray y Ramsaur 1983, Molenaar et al. (2010). De forma más amplia, Zhao (2006) afirma que no deben utilizarse para cubrir cualquier coste extra que de otra forma no podría ser legítimamente computado.

Murray y Ramsaur (1983) aseguran que si las reservas no se utilizan para su propósito deben eliminarse; quizá esta sea una de las razones por las que parece que los jefes de obra hacen una gestión personalista y oculta de las mismas (Ford 2002).

No obstante, más allá de su diversidad de pareceres, las diferentes visiones de estos autores tienen algo en común: la aplicación de las reservas para contingencias tiene unos límites; por tanto, un modelo de gestión de reservas para contingencias, además de plantear la reevaluación de las mismas durante la obra, debería delimitar su aplicación, o lo que es lo mismo, debería determinar el destino de su recurso base a partir de las dos alternativas antes

mencionadas: en qué consumirlo y a qué destino reasignar el montante remanente. PMI (2013) defiende la necesidad de contar con un protocolo de definición y asignación de reservas para contingencias, pero la única referencia identificada que plantea una idea concreta al respecto es la ya mencionada de Ford (2002): en las primeras fases de la obra, las empresas constructoras reservan los colchones de dinero para cubrir eventos inesperados, una vez que la obra avanza y el nivel de riesgo va disminuyendo utilizan el dinero sobrante de los colchones en acelerar la obra y cuando el plazo de ejecución presenta poca incertidumbre, utilizan el dinero remanente en mejorar el alcance-calidad de la obra y en mejorar los beneficios de la empresa.

A modo de conclusión de este capítulo, la Tabla 4.1 recoge los grupos de variables de gestión de reservas para contingencias. La tabla aporta cinco grupos de variables complementados con algunos aspectos que han sido argumentados a lo largo de los últimos apartados.

<b>GRUPOS DE VARIABLES DE GESTIÓN DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS</b>
<p><b>1. Decisores acerca de las reservas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Co-existencia de decisores directos y decisores indirectos</li> <li>• Coordinación o no entre decisores</li> <li>• Diferente visión del riesgo en función del perfil profesional</li> <li>• Diferente visión del riesgo por los decisores a lo largo de la obra</li> </ul>
<p><b>2. Tipos de reservas a definir</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencial multi-objetivo de las reservas de dinero, tiempo y alcance</li> <li>• Reservas para contingencias y gestión de oportunidades</li> <li>• Carácter alternativo pero con diferentes niveles de eficiencia de los colchones de inventario y capacidad</li> </ul>
<p><b>3. Formato de las reservas (oculto o explícito, global o detallado)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Causas y consecuencias del formato elegido</li> <li>• Global o detallado: solo elegible para colchones de tiempo y dinero</li> </ul>
<p><b>4. Tamaño inicial de las reservas. Método de estimación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elección o creación de uno o varios métodos</li> <li>• Incorporación del juicio subjetivo</li> </ul>
<p><b>5. Actualización y aplicación de las reservas a lo largo de la vida de la obra</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Método de reevaluación</li> <li>• Criterios de aplicación</li> <li>• Criterios de re-asignación</li> </ul>

**Tabla 4.1.- Grupos de variables de gestión de reservas para contingencias.**



## **MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

## **PARTE III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

### **5.- MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.**

5.1.- INTRODUCCIÓN. EL ESTUDIO DE CASO.

5.2.- EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN.

5.3.- CALIDAD METODOLÓGICA Y CIENTÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN.



## **5.- MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.**

### **5.1.- INTRODUCCIÓN. EL ESTUDIO DE CASO.**

El objeto de esta investigación es caracterizar cómo gestionan las empresas constructoras los riesgos durante la ejecución de las obras con reservas para contingencias, o lo que es lo mismo, explorar y describir el modelo de gestión real de reservas para contingencias utilizado por las empresas constructoras durante la ejecución de las obras. A lo largo del capítulo segundo se ha evidenciado el carácter complejo del contexto de la gestión de reservas para contingencias, un contexto en el que el componente social de la empresa juega un papel esencial, por ello el enfoque cualitativo, propio de las ciencias sociales, debe estar muy presente en esta investigación.

El estudio de caso es uno de los muchos métodos de investigación cualitativa. En el capítulo primero de este trabajo se expuso que el método básico de esta investigación sería el estudio de caso. En este apartado se van a resumir las características más relevantes de este método, justificando además su elección.

En la literatura existen numerosos textos que ilustran y describen el método del estudio de caso, no obstante, la referencia fundamental que se considerará en este trabajo es una obra del sociólogo americano Robert K. Yin: "Case Study Research: Design and Methods" (4ª Ed, 2009). Yin (2009) define el método del estudio de caso de forma doble.

Por una parte un estudio de caso es un análisis empírico que investiga un fenómeno contemporáneo en profundidad y dentro de su contexto real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no son evidentes. En otras palabras, se usará el método del estudio de caso porque se desee comprender un fenómeno de la vida real en profundidad, pero tal comprensión incluya importantes condiciones de contexto.

La segunda definición sugerida por Yin (2009) del estudio de caso destaca que este método se enfrenta a una situación técnicamente peculiar en la que hay muchas más variables de interés que fuentes de evidencias, y por consiguiente se apoya en múltiples fuentes de evidencia, con los datos debiendo converger en triangulación, lo que provoca adicionalmente que se beneficie del desarrollo previo de proposiciones teóricas para guiar la recolección y el análisis de datos.

Las anteriores definiciones recogen las características clave de una investigación susceptible de ser abordada con un estudio de caso:

- Importancia del contexto.
- Variables muy numerosas.
- Necesidad de investigar en profundidad.

Con el fin de justificar la elección del método del estudio de caso para esta investigación se describen a continuación sus características en torno a los anteriores aspectos definitorios del método.

A lo largo de los capítulos segundo y tercero se han descrito las características del contexto de la gestión de las reservas para contingencias recogidas por la literatura; en esencia, las reservas para contingencias son una herramienta de gestión de riesgos, pero también un componente de los presupuestos y de los programas de los trabajos de las obras, además de un potencial inductor de mejora continua en las empresas, y todo ello en un entorno

social (la obra). No es posible aislar el concepto de reserva para contingencias de su contexto: gestionar reservas para contingencias es gestionar riesgos, pero es también gestionar el coste, el alcance, la calidad y el plazo de ejecución de la obra, y quizá lo más relevante: gestionar reservas para contingencias es también gestionar personas.

Por otra parte, ya en el capítulo primero de este trabajo se apuntó la gran cantidad de variables que intervienen en la definición y la gestión de las reservas para contingencias (Russel et al. 2012, Wambeke et al. 2011, Smith y Bohn 1999). Bien es cierto que las fuentes potenciales de datos (profesionales de la construcción, empresas, etc.) para esta investigación son también muy numerosas, lo que -salvando el condicionante de la oportunidad- podría haber inducido a contemplar para esta investigación un método alternativo (una macro-encuesta, por ejemplo). Pero una encuesta -de forma aislada- no es el enfoque más adecuado para investigar en profundidad un fenómeno complejo (las reservas para contingencias) y su contexto (riesgo, coste, calidad, alcance, plazo de ejecución, personas), pues como apunta Yin (2009) las encuestas pueden intentar tratar el fenómeno, pero su capacidad para investigar el contexto es extremadamente limitada. El diseñador de la encuesta, por ejemplo, está permanentemente tratando de limitar el número de variables a analizar (y por tanto el número de preguntas que pueden ser respondidas) con el fin de que se correspondan con el número de encuestados.

Es esencial además tener en cuenta que una buena parte de la gran cantidad de variables mencionadas en el párrafo anterior están relacionadas con el carácter social ya argumentado de la construcción, las personas juegan un papel clave en la mayoría de las obras, más aún en el caso de las reservas para contingencias, cuya gestión presenta un carácter oculto, personalista y subjetivo (Ford 2002). Un fenómeno de estas características debe ser estudiado en profundidad, desde diferentes perspectivas, tratando de recoger y analizar la mayor cantidad de matices posibles y a partir de datos provenientes de diferentes fuentes.

Profundizando en la justificación de la elección del método del estudio de caso, Yin (2009) afirma que el método de investigación debe ser elegido en función de las características que presente el hecho investigado en torno a tres condiciones:

- (i) La clase de preguntas de la investigación.
- (ii) El control que pueda tener el investigador sobre el comportamiento de los hechos a estudiar.
- (iii) El hecho de que la investigación se centre sobre fenómenos actuales o no.

Según Yin (2009) el estudio de caso es un método adecuado cuando la investigación pretende explorar, describir o explicar el cómo y el porqué del hecho estudiado. Este enfoque es totalmente adecuado a la presente investigación, pues su objetivo esencial es describir y explicar exhaustiva e integralmente cómo y por qué las empresas constructoras gestionan sus riesgos en las obras mediante la utilización de reservas para contingencias.

Desde el punto de vista de las condiciones segunda y tercera, el estudio de caso es elegible en investigaciones de fenómenos contemporáneos cuando los comportamientos relevantes no pueden ser manipulados por el investigador, circunstancia esta que se corresponde con el presente estudio, pues el investigador no es protagonista del hecho investigado sino mero observador de la práctica actual de las empresas analizadas en torno al fenómeno analizado (la gestión de reservas para contingencias).

Por todo lo anterior se considera que el estudio de caso debe ser el método básico para desarrollar la presente investigación. Sin embargo, tal y cómo argumenta el citado Yin

(2009) los diferentes métodos pueden solaparse y no tienen por qué ser excluyentes, así una encuesta puede formar parte de un estudio de caso (como en esta investigación) o a la inversa. En la misma línea se pronuncian Miles et al. (2013) al reivindicar el eclecticismo en investigación cualitativa.

Siguiendo con el solape entre diferentes métodos de investigación, es necesario destacar particularmente el papel que el enfoque etnometodológico –cuyas principales características se expusieron en el capítulo segundo- juega en esta investigación. La etnometodología pretende comprender el hecho investigado a partir de la visión que sobre el mismo tienen sus protagonistas (en este caso se tratará de conversar con el personal de la empresa constructora para comprender cómo y por qué gestionan las reservas para contingencias), reportándolo de una forma neutra, sin efectuar juicios de valor sobre sus acciones (Francis y Hester 2004). Fellows y Liu (2008) defienden una idea similar al afirmar que en el campo de la gestión la verdad y la realidad no existen de forma independiente, sino que son construcciones sociales, por ello los investigadores deben tratar de determinar la verdad y la realidad desde la perspectiva colectiva de los protagonistas, ver a través de sus ojos. La principal aplicación concreta de la etnometodología se deriva del hecho de que comprender las prácticas actuales –y no efectuar asunciones sobre las mismas, tal y como Laryea y Hughes (2011) afirman que ocurre de forma generalizada en las investigaciones realizadas sobre reservas para contingencias- es una buena base de partida para involucrarse en lo que las empresas realmente hacen para, a partir de ahí, poder influir o sugerir métodos alternativos –en este caso de gestión de las reservas para contingencias.

Lo anteriormente expuesto justifica –si no exige- que el enfoque etnometodológico sea muy tenido en cuenta en el desarrollo de este proyecto, no solo porque como método de investigación encaja con el carácter social del objeto de análisis, sino fundamentalmente porque sus principios y aplicación práctica son coherentes con aspectos esenciales tanto del objetivo de este proyecto y de las carencias observadas en investigaciones anteriores como del contexto en el que se debe visualizar la gestión de reservas para contingencias.

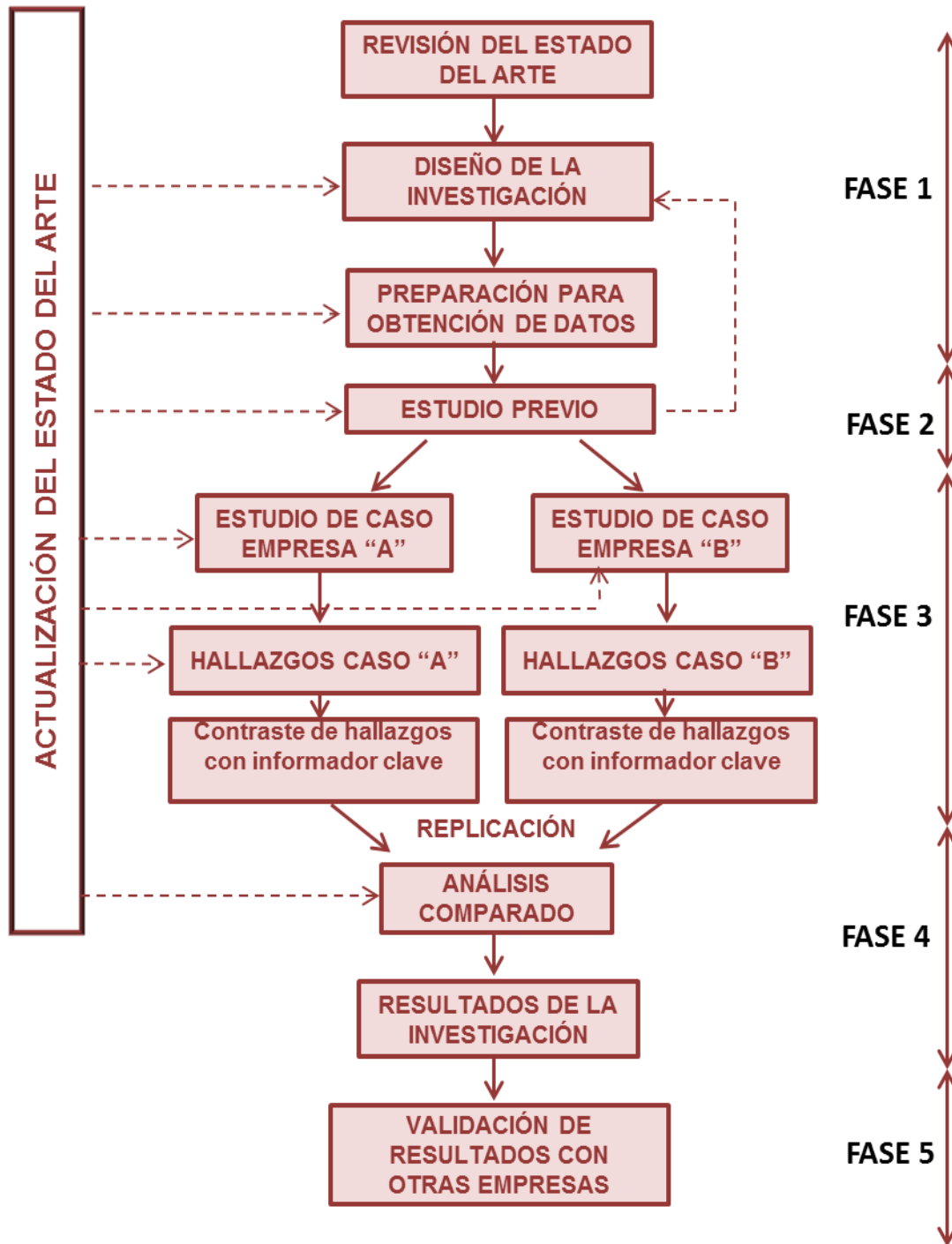
Volviendo a la descripción del método del estudio de caso, Yin (2009) destaca que al igual que acontece con cualquier otro método de investigación, se puede hablar de distintos tipos de estudios de caso en función de su propósito. Así diferencia entre estudios de caso descriptivos, que analizan cómo se desarrolla un fenómeno en su contexto, estudios de caso exploratorios, utilizados como aproximación a una situación poco conocida, estudios de caso ilustrativos, tratan de revelar prácticas de gestión y estudios de caso explicativos, utilizados para formular proposiciones que permitan aclarar las causas-raíz de los fenómenos estudiados. Esta investigación se corresponde con un estudio de caso descriptivo.

Dependiendo del número de casos a estudiar, Yin (2009) distingue entre el estudio de caso único, que suele utilizarse para analizar un fenómeno poco conocido, relevante en sí mismo o con el fin de comprobar una cierta teoría a través de un caso crítico y el estudio de casos múltiples, que resulta más adecuado para la construcción y desarrollo de una teoría. Para la extracción de conclusiones en un estudio de casos múltiples se utiliza la lógica de replicación; si en un estudio de casos múltiples los resultados de los distintos casos son coincidentes, se dice que se ha producido “replicación literal”, lo que permitiría validar la teoría o proposiciones teóricas del estudio y así generalizar los resultados del estudio a nivel teórico (generalización analítica). La teoría también podría validarse si los resultados son contrapuestos por razones predecibles, circunstancia esta última en la que se produciría “replicación teórica”. Esta investigación se corresponde con un estudio de casos múltiples (dos empresas constructoras), en el siguiente apartado se argumentará el porqué de esta decisión.

Yin (2009) también destaca las dos críticas fundamentales que se suelen achacar al estudio de caso como estrategia de investigación. La primera está relacionada con el sesgo del investigador, pues es él quien especifica el fenómeno a estudiar, quien establece el marco teórico, quien valora la importancia relativa de las distintas fuentes y quien analiza la relación causal entre los hechos, todo lo cual no facilita evidenciar la objetividad que toda investigación científica requiere. La segunda crítica está relacionada con la representatividad de los resultados, esto es, en qué medida se pueden generalizar las conclusiones extraídas de uno o varios casos a todo el universo al que pertenecen. Un estudio de caso no permite la generalización estadística de sus resultados, sino –como se acaba de apuntar- la generalización analítica a través de la formulación de una teoría o una serie de proposiciones teóricas descriptivas del fenómeno investigado que se apoyan en los resultados del estudio de caso concreto; esta teoría solo podrá ser contrastada o refutada por otros estudios de caso. Con el fin de superar estas limitaciones se adoptarán las medidas explicitadas en el apartado 5.3 “Calidad metodológica y científica de la investigación”.

## **5.2.- EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN.**

El Gráfico 5.1 representa las cinco fases de las que consta el proceso de investigación. La primera fase consiste en la revisión inicial del estado del arte, a partir de la cual se diseña la investigación en sí y se acometen los preparativos para la recolección de los datos. En la segunda fase comienza la recolección de datos a partir de cuatro fuentes: el análisis de documentos de las empresas investigadas, la observación directa de hechos relevantes, la realización de unas entrevistas previas con la alta dirección de las empresas y una encuesta realizada al personal técnico de las mismas; la segunda fase tiene un objetivo esencialmente instrumental, pues debe permitir formular con precisión el protocolo de actuación de la tercera fase, fase esta en la que la recolección de datos se efectúa mediante entrevistas realizadas con personas clave de las empresas, observación directa y análisis documental. El resultado de la tercera fase lo constituirán los hallazgos extraídos de cada caso individual y validados por informadores clave. La cuarta fase consiste en el análisis comparado de los hallazgos de los casos individuales y la extracción de proposiciones que permitirán formular los resultados provisionales de la investigación. Por fin, la quinta fase consiste en reforzar la validez externa de los resultados anteriores con otras empresas a fin de obtener los resultados definitivos de la investigación.



**Gráfico 5.1. – Proceso de investigación**

A continuación se describirá con detalle cada una de las fases en las que se estructura el proceso de investigación.

**5.2.1.- Proceso de Investigación: FASE 1.**

5.2.1.1.- Revisión del estado del arte.

En el capítulo segundo se describió el contexto genérico de la gestión de las reservas para contingencias, un concepto que se enmarca –en virtud de los tres formatos básicos que

estas pueden tomar (coste, tiempo y alcance-calidad)- en diferentes ámbitos de la gestión de la ejecución de una obra por parte de una empresa constructora. Así, las reservas para contingencias son un elemento del programa de trabajos, forman parte también del presupuesto y están incluidas en la planificación de alcance y calidad del proyecto. Pero además, y a tenor de sus objetivos instrumentales, son una herramienta de gestión de riesgos, incertidumbre y variación. Otro aspecto del contexto genérico que también puede determinar la gestión del fenómeno investigado es su papel en el ámbito de la gestión de mejora continua, en particular en empresas que operen bajo el enfoque “Lean Construction”. Finalmente, es relevante tener muy presente el carácter social de la construcción y en concreto la influencia que el modelo de desarrollo de proyectos concreto tiene en la gestión de la obra en general y por tanto en la de las reservas para contingencias en particular.

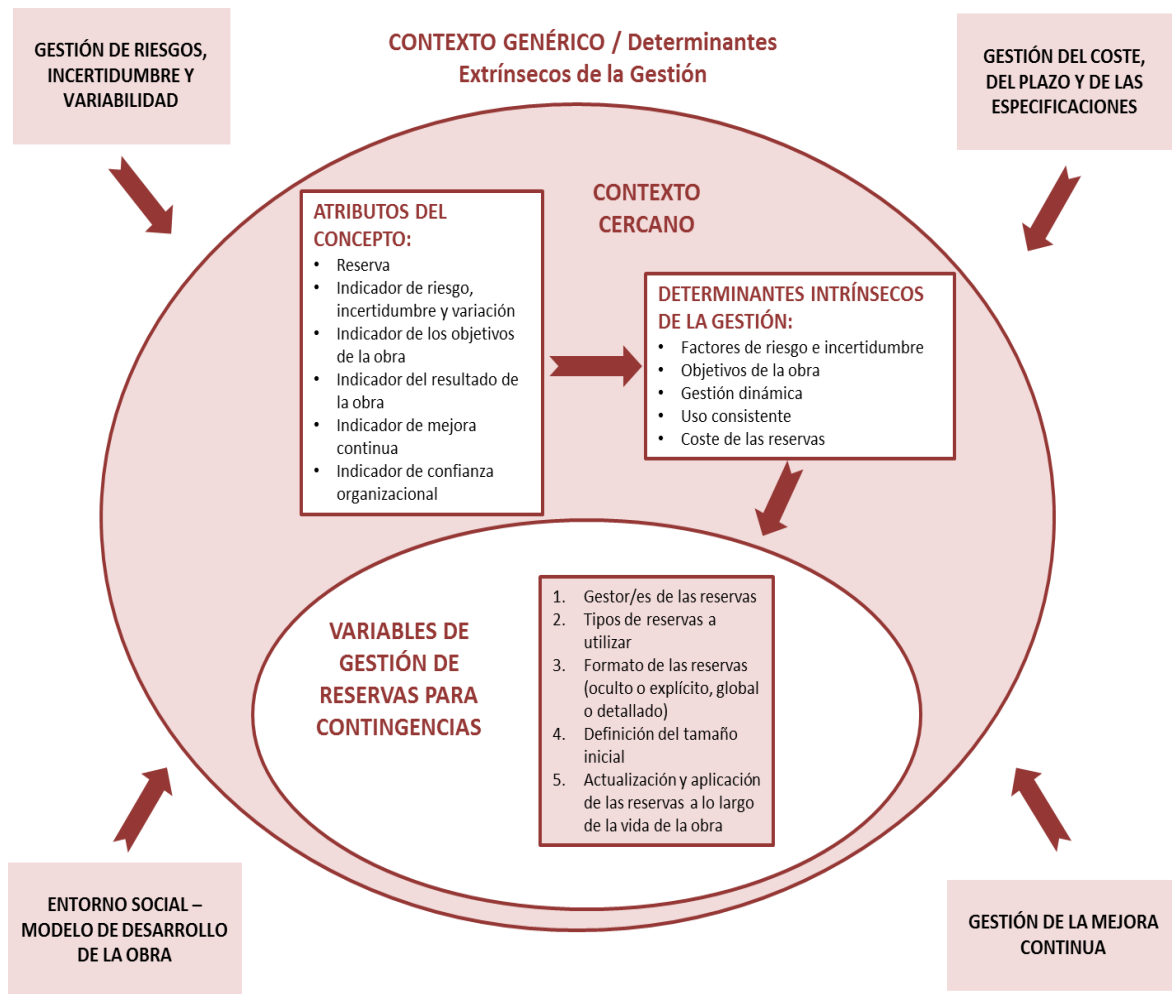
La gestión de las reservas para contingencias se ve determinada por los cuatro grupos de factores expuestos en el párrafo anterior, que conforman el contexto genérico de gestión de la obra (factores extrínsecos). De una forma más cercana al fenómeno investigado, a lo largo del capítulo tercero se ha definido el concepto de reserva para contingencias, se han expuesto los atributos descriptivos de su naturaleza, los diversos tipos de reservas en función de diferentes criterios, los diversos modelos / métodos de gestión propuestos por la literatura y los principales determinantes intrínsecos de su gestión, factores estos que agrupados en cinco bloques fueron descritos detalladamente en el apartado 3.5; estos factores intrínsecos, junto los extrínsecos antes descritos, pueden determinar la gestión de las reservas para contingencias. El primero de estos grupos de determinantes intrínsecos está relacionado con un aspecto nuclear del fenómeno investigado; si las reservas para contingencias tienen como fin instrumental básico cubrir los riesgos de la obra, absorber su incertidumbre o acomodar su variación, los factores o causas de riesgo, incertidumbre y variación serán *per se* determinantes de las reservas. El segundo de los determinantes intrínsecos tiene que ver con los objetivos de la obra, elemento cuya protección constituye la meta de las reservas, pero que también juega un papel restrictivo en la toma de decisiones en la obra, en este caso en la definición del tamaño inicial de las reservas. En otro orden de cosas, es necesario tener en cuenta que el propio ciclo de vida de la obra induce riesgos cuantitativa y cualitativamente diferentes a lo largo del tiempo, por ello, el tiempo es un determinante de las reservas (el tercero), que impone la gestión activa de las mismas durante toda la obra. El cuarto factor intrínseco que determina la gestión de las reservas para contingencias es el hecho de que su utilización debe ser consistente con su propia naturaleza, algo sobre lo que la literatura aporta visiones contrapuestas, pero no por ello debe obviarse la relevancia de acotar en qué se aplican las reservas. Para concluir con esta descripción resumida de los determinantes intrínsecos de la gestión de las reservas para contingencias, no se debe olvidar que tienen un coste, que se concreta en momentos diferentes o adquiere formatos distintos dependiendo del tipo de reserva, pero que en cualquier caso puede inducir la realización de un análisis coste / beneficio al definir el tamaño de las mismas.

Finalmente, la Tabla 4.1 presenta los grupos de variables de gestión de reservas para contingencias por parte de la empresa constructora durante la ejecución de la obra, a saber: decisores acerca de las reservas, tipos de reservas a definir, formato de las reservas, método de estimación del tamaño inicial de las reservas y actualización y aplicación de las reservas a lo largo de la vida de la obra. Estos grupos de variables se articulan en torno a las principales áreas de decisión del proceso de gestión de reservas para contingencias.

Las variables de gestión de reservas para contingencias que se han descrito en el capítulo cuarto, junto con sus determinantes intrínsecos derivados de la propia naturaleza del concepto y aquellos aspectos del contexto genérico que también determinan – extrínsecamente- la gestión de las reservas para contingencias, conforman la estructura del marco teórico que guiará el diseño de la investigación. Este diseño se describirá y argumentará

en el presente capítulo. Un diseño concebido a fin de dar cumplimiento al objetivo básico de este proyecto: explorar y describir el modelo de gestión real de reservas para contingencias que utilizan las empresas constructoras durante la ejecución de las obras.

El Gráfico 5.2 refleja el esquema-resumen del marco teórico de la investigación y los principales conceptos que lo conforman; unos conceptos que se desarrollaron detalladamente en los capítulos segundo y tercero de este trabajo.



**Gráfico 5.2.- Esquema-resumen del marco teórico.**

A nivel metodológico, en el capítulo tercero se describió el procedimiento seguido para efectuar la revisión del estado del arte; a este respecto, en este punto solo se pretende destacar un aspecto reflejado en la Gráfico 5.1: el carácter continuo de la revisión literaria y su interacción con otras etapas del proceso de investigación y la particular importancia de la revisión inicial del estado del arte para un estudio de caso.

Efectivamente, es destacable que la revisión del estado del arte está en constante actualización hasta el 30 de noviembre de 2014, es decir hasta las etapas finales de la investigación y por tanto interactúa con todas las fases de la misma, pudiendo implicar incluso modificaciones de su diseño.

Por otra parte, uno de los objetivos de la revisión del estado del arte es conceptualizar las principales áreas de interés en torno al fenómeno investigado con el fin de focalizar la investigación y desarrollar el diseño de la misma. Este concepto es consecuente con el planteamiento de Yin (2009) acerca de la necesidad de contar con proposiciones teóricas para guiar la recolección y el análisis de datos en un estudio de casos.

#### 5.2.1.2.- Diseño de la investigación.

Con el fin de evitar la reiteración innecesaria de las citas, a lo largo de este capítulo se da por supuesto que salvo que se indique expresamente algo diferente la información procede de Yin (2009).

El objetivo del diseño de la investigación es establecer la lógica que conecta las preguntas de la investigación con los datos a recolectar y las conclusiones a extraer.

#### COMPONENTES DEL DISEÑO.

El diseño de la investigación consta de cinco componentes:

##### *a) Las preguntas del estudio.*

En el capítulo primero se plantearon las preguntas de la investigación:

1. ¿Cuál es el estado del arte en relación a la gestión de riesgos en obras mediante reservas para contingencias por las empresas constructoras?
2. ¿Cómo gestionan las empresas constructoras las reservas para contingencias durante la ejecución de las obras?
3. ¿Cuáles son los determinantes, los inductores, los beneficios y las barreras que encuentran las empresas constructoras en la gestión de las reservas de contingencias en las obras?

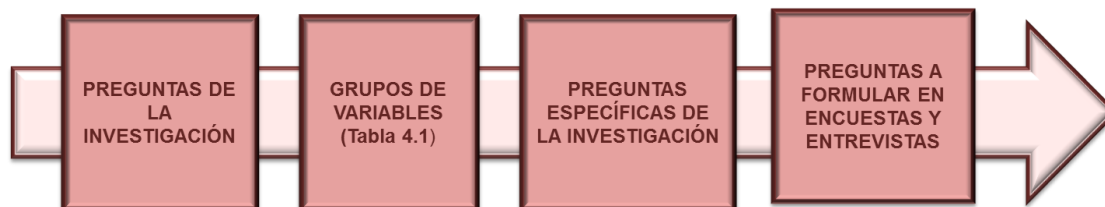
Coherentemente con las preguntas de la investigación y a partir de los grupos de variables de gestión de reservas para contingencias que refleja la Tabla 4.1, se plantean las siguientes preguntas específicas a responder por la investigación:

1. ¿QUIÉN o QUIENES son los responsables de la gestión de las reservas para contingencias por parte de la empresa constructora durante la ejecución de la obra? GRUPO DE VARIABLES N° 1.
2. ¿QUÉ tipos de reservas para contingencias utilizan las empresas constructoras en las obras? GRUPO DE VARIABLES N° 2.
3. ¿QUÉ formato tienen las reservas utilizadas (oculto o explícito, global o detallado)? GRUPO DE VARIABLES N° 3.
4. ¿CÓMO estiman las empresas el tamaño inicial de las reservas? GRUPO DE VARIABLES N° 4.
5. ¿CÓMO se modifica el tamaño de las reservas a lo largo de la vida de la obra (actualización) y EN QUÉ se aplican las reservas para contingencias? GRUPO DE VARIABLES N° 5.

Yin (2009) destaca que las preguntas concretas a formular durante las encuestas y las entrevistas deben ser coherentes con las preguntas de la investigación. Esta coherencia se garantiza de una forma operativa a partir de las anteriores preguntas específicas. El Gráfico 5.3



expresa la secuencia adecuada al argumento anterior de la revisión del estado del arte (grupos de variables), las preguntas de la investigación y las preguntas concretas a formular en encuestas y entrevistas.



**Gráfico 5.3.- Coherencia preguntas de la investigación – preguntas a formular.**

*b) Las proposiciones (teoría) inicial (si existe).*

En este caso no existe como tal una teoría inicial, sino una serie de ideas y proposiciones teóricas que caracterizan el hecho investigado, ideas que han sido presentadas a lo largo de los capítulos segundo y tercero y cuya lógica y e interrelación se exponen en el Gráfico 5.2. Estas ideas han emanado de la revisión del estado del arte y permiten diseñar la investigación en sentido amplio, seleccionar los casos concretos y guiar la recolección de datos.

*c) Las unidades de análisis.*

La unidad de análisis viene determinada en primera instancia por las preguntas y los objetivos de la investigación. También es muy relevante discernir sobre los límites entre la unidad de análisis y su contexto y asegurar la coherencia entre los datos recogidos y la unidad de análisis. La presente investigación pretende caracterizar cómo gestionan las empresas constructoras las reservas para contingencias en obra (es decir, durante la fase de construcción de un proyecto). De acuerdo con el objeto de la investigación la unidad de análisis podría ser la empresa, pero también la obra (siendo la empresa en este caso parte del contexto), de hecho en los estadios iniciales de la investigación se contemplaron ambas alternativas.

La FASE 2 de la investigación sirvió entre otras cosas para apoyar la decisión en torno a esta vital cuestión. A favor de considerar como unidad de análisis la obra se podía aducir el carácter personalista de la gestión de la misma por parte del jefe de obra (Ford 2002), idea esta refrendada por los resultados parciales de la FASE 2 de la investigación. Por otra parte, tal y como se detallará en el capítulo séptimo, estos resultados parciales permitieron concluir que si bien los jefes de obra juegan en ambas empresas un papel fundamental en la gestión de la obra y por ende en la gestión de las reservas para contingencias, otros aspectos de cada empresa no específicos de una obra concreta son determinantes en la gestión de las reservas para contingencias durante su ejecución.

Efectivamente, tal y como se expuso en el capítulo tercero con detalle, una restricción fundamental a tener en cuenta en la gestión de cualquier obra -restricción sobre la que además la influencia *ex-ante* del jefe de obra es limitada o nula- son los parámetros de contratación de la obra (precio, plazo y calidad). A partir de estos parámetros, junto con las estimaciones de plazo y coste de ejecución, los jefes de obra definen o contribuyen a definir los objetivos de la obra. En el capítulo segundo se expuso que las reservas para contingencias son una herramienta para absorber la incertidumbre existente en torno a la consecución de estos objetivos (Howell et al. 1993b), pero como se argumentó en el capítulo tercero, la relación entre objetivos de la obra y reservas para contingencias puede presentar un matiz adicional: en su

calidad de guía para la gestión, los objetivos de la obra pueden condicionar la cuantía de las reservas para contingencias, particularmente las de plazo y coste. La conclusión es que las reservas para contingencias de la obra pueden venir determinadas por variables y valores (los parámetros de contratación y los objetivos de la obra, el modelo de negocio y la cultura de la empresa, etc.) que no dependen en exclusiva de la organización dedicada de cada obra concreta; por tanto, para investigar acerca de la gestión de las reservas para contingencias durante la ejecución de un proyecto, la unidad de análisis debe ser más amplia que la obra en sí, debe ser la empresa.

En relación al número de casos a investigar (número de unidades de análisis), existen dos diseños-tipo posibles de la investigación: ESTUDIO DE CASO SIMPLE (una única unidad de análisis) y ESTUDIO DE CASO MÚLTIPLE (varias unidades de análisis). El ESTUDIO DE CASO SIMPLE se justifica cuando se dan algunas de las siguientes características:

- (i) El caso es crítico de cara a validar una teoría bien formulada.
- (ii) El caso ES único.
- (iii) El caso es representativo o típico del hecho a investigar.
- (iv) El caso revelador. Una situación hasta ese momento inaccesible.
- (v) El caso longitudinal. Estudiar un único caso en varios momentos del tiempo.

En la presente investigación no se dan ninguna de las anteriores circunstancias, por ello se considera que el diseño-tipo más adecuado es el ESTUDIO DE CASO MÚLTIPLE. En todo caso se podía argumentar que sí es posible seleccionar una empresa constructora “típica”, no obstante, se considera conveniente aprovechar el potencial del ESTUDIO DE CASO MÚLTIPLE en cuanto a la validez de sus resultados (generalización analítica por replicación).

Una vez decidido el diseño-tipo (multi-caso) y el tipo de unidad de análisis (la empresa) se debe determinar el número de casos. Como ya se expuso anteriormente la lógica que subyace a la generalización de resultados de un estudio de caso no es estadística, sino teórica, por tanto no se debe decidir el número de casos a analizar en base a criterios estadísticos de tamaño muestral, sino que el número de casos dependerá de la cantidad de replicaciones que el investigador considere que es necesario o pretenda conseguir. Si la teoría o proposiciones teóricas a validar son claras y concisas dos replicaciones (dos casos) pueden ser suficientes.

En el capítulo primero se justificó la oportunidad de este estudio por la falta de conocimiento empírico acerca del hecho investigado, algunas referencias destacan esta carencia y la necesidad de subsanarla (Laryea y Hughes 2011, Thal et al. 2010, Howell 2012). El carácter iniciático de esta investigación impone que sus conclusiones sean claras y concisas, de modo que permitan caracterizar de forma sencilla y tangible como gestionan las empresas constructoras sus riesgos en obra mediante reservas para contingencias. Por ello, dos casos se consideran suficientes para esta investigación, aunque se debe intentar conseguir un mayor número de ellos. Estudios posteriores podrán profundizar en ciertos aspectos del problema o desafiar algunas de las conclusiones de esta investigación, para lo que quizá sea necesario pretender un mayor número de replicaciones.

Yin (2009) considera que las unidades de análisis deben ser seleccionadas en base a un conjunto de criterios operativos definidos en torno a una idea esencial: deben permitir la replicación (literal y/o teórica). En el capítulo sexto se expondrán los criterios de selección de las empresas (unidades de análisis), justificando en base a ellos la idoneidad de las empresas elegidas.

d) *La lógica que liga los datos a las proposiciones.*

A tal fin se pueden utilizar cinco diferentes técnicas de análisis de datos. Se debe tener en cuenta que los datos tienen que ser recogidos de modo que sea posible su análisis con estas técnicas, por ello es necesario contemplar esta cuestión durante el diseño de la investigación. En el apartado descriptivo de la FASE 3 de la investigación se expondrán las características esenciales de estas técnicas, particularmente de las dos a utilizar en esta investigación: “pattern matching” y “cross-case synthesis”.

e) *Los criterios para interpretar los hallazgos.*

Aquí juega un papel importante el concepto de “explicaciones rivales”. También se profundizará sobre este concepto a lo largo del apartado descriptivo de la FASE 3 de la investigación. Se entiende por “explicaciones rivales” las diferentes causas que pueden justificar los hallazgos de la investigación. En esta fase el reto consiste en anticipar las posibles “explicaciones rivales” con el fin de dirigir la recolección de datos en ese sentido.

## EL PAPEL DE LA TEORÍA EN EL DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

La teoría juega en los estudios de caso un papel doble:

- Tal y como se ha expuesto en capítulos anteriores existe una rica base de conocimiento en torno al fenómeno a analizar en esta investigación, por ello, el marco teórico resultante de la revisión del estado del arte determina, tal y como se ha expuesto en el apartado anterior, el conjunto de la investigación.
- Pero por otra parte, el resultado de la investigación se estructurará en torno a una serie de proposiciones teóricas descriptivas del hecho investigado en las dos empresas analizadas, proposiciones a las que se llegará a través del mecanismo de replicación, permitiendo así la generalización de los resultados, no a nivel estadístico sino teórico.

## CRITERIOS DE CALIDAD DEL DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

Yin (2009) destaca los cuatro test habitualmente utilizados para verificar la calidad de la investigación empírica en un contexto social:

- *Validez de construcción.* Supone que los indicadores operacionales que se utilicen sean correctos en relación con los conceptos investigados. Para conseguirlo existen tres tácticas: utilizar múltiples fuentes de evidencia (triangulación), preservar la cadena de evidencias y revisar el borrador del informe final del estudio de caso por parte de informadores clave.
- *Validez interna.* Pretende demostrar una relación causal, conforme a la cual ciertas condiciones que se supone que inducen a otras condiciones se diferencian de relaciones espurias. Hay cuatro tácticas de análisis de los datos que permiten conseguirla: “pattern-matching”, “explanation-building”, identificar explicaciones rivales y utilizar modelos lógicos.
- *Validez externa.* Permite definir el dominio al que los hallazgos de la investigación se pueden generalizar. Anteriormente se expuso que en estudios de caso la generalización no es estadística, sino analítica, lo que en estudios de multi-caso se concreta en la generación de una teoría o conjunto de proposiciones teóricas en torno al fenómeno investigado que se generaliza (analíticamente) a un cuerpo teórico más amplio a partir de la lógica de la replicación. Las proposiciones resultantes del proceso de replicación tendrán un carácter preliminar, pues tal y como se detallará en el

apartado 5.2.5, en la FASE 5 se realizarán una serie de entrevistas con directivos de empresas constructoras (diferentes a las utilizadas como unidades de estudio), con el fin de contrastar las citadas proposiciones, reforzando en su caso la validez externa de los resultados de la investigación.

- *Fiabilidad.* Se demuestra si los distintos pasos de una investigación pueden repetirse con los mismos resultados. Utilizar un protocolo del estudio de caso y desarrollar una base de datos de la investigación son herramientas para garantizarla.

En el apartado 5.3 se describirán las medidas concretas adoptadas en esta investigación para garantizar la calidad de la misma.

#### 5.2.1.3.- Preparación para la obtención de datos.

Se deben considerar cinco aspectos:

- Las cualidades del investigador.
- Preparación y entrenamiento para un estudio de caso específico.
- Desarrollo de un protocolo de la investigación.
- Selección de los casos.
- Realizar un caso piloto.

#### LAS CUALIDADES DEL INVESTIGADOR.

- Plantear BUENAS PREGUNTAS (e interpretar las respuestas).
- Saber ESCUCHAR y no estar condicionado por su propia visión.
- Ser ADAPTABLE y FLEXIBLE. Ver situaciones inesperadas como oportunidades, no como amenazas.
- Tener un FIRME COMPRENSIÓN de los asuntos a investigar. Esto reduce los hechos relevantes y la información a ser considerada a límites manejables.
- No TENER PREJUICIOS, bien procedentes de proposiciones teóricas o de su propia experiencia. Debe ser sensible y responsivo a eventos opuestos a los esperados.

#### PREPARACIÓN Y ENTRENAMIENTO PARA UN ESTUDIO DE CASO ESPECÍFICO.

- CUIDADO y RESPETO de los aspectos humanos.
  - Obtener el CONSENTIMIENTO INFORMADO de todos los entrevistados.
  - Proteger a todos los participantes de cualquier daño.
  - Proteger la CONFIDENCIALIDAD y la PRIVACIDAD de todos los participantes.
  - En relación a todo lo anterior, enfatizar especialmente la protección de aquellas personas más vulnerables.
- ADIESTRAMIENTO en el método del estudio de caso. Las siguientes ideas deben quedar muy claras para el investigador:
  - Por qué se hace el estudio de caso.

- Qué tipo de evidencias se buscan.
- Qué hechos inesperados se pueden producir (y cómo abordarlos).
- Qué sería una evidencia confirmativa o contraria de una determinada proposición.
- PROBLEMAS a abordar. Ciertos problemas pueden detectarse durante esta fase preparatoria:
  - Debilidad en el diseño del estudio de caso o en las preguntas de la investigación.
  - Incompatibilidades entre los miembros del equipo investigador.
  - Hitos u objetivos instrumentales no realistas. P.ej. percatarse de que es imposible entrevistar a veinte personas durante la recogida de datos de un proyecto.

#### EL PROTOCOLO DEL ESTUDIO DE CASO.

Esencialmente un protocolo es una relación de preguntas que debe poder responderse el investigador tras la recolección y el análisis de los datos; su ámbito es el caso individual. Es más importante si cabe cuando se trata de un multi-caso, pues garantiza que en cada caso la recolección de datos se haga de forma similar. Además es la mejor manera de incrementar la consistencia de la investigación. El protocolo debe tener las siguientes secciones:

- Descripción general del proyecto de investigación (objetivos, preguntas de la investigación, mini-revisión literaria, etc.).
- Procedimientos de campo (presentación de credenciales, acceso a obra, lenguaje relativo a la protección de cuestiones humanas, fuentes de datos, etc.).
  - Cómo acceder a las figuras clave a entrevistar y ganar su confianza.
  - Recursos materiales suficientes (PC, material de oficina, una mesa, etc.).
  - Calendario preciso de entrevistas y visitas.
  - Previsión de hechos imprevistos.
- Preguntas a poder responder con las evidencias (las preguntas específicas de la investigación), preguntas planteadas a los entrevistados, tablas-tipo para volcar determinados tipos de datos y las fuentes potenciales de datos para cada pregunta. Es el corazón del protocolo.

Es importante tener claro además que como ocurre en esta investigación, si la *unidad de análisis (el caso)* no coincide con la *unidad de recolección de datos (personas, etc.)*, la información a recabar siempre debe corresponder a la unidad de análisis.

Las tablas-tipo también son muy útiles porque recuerdan los datos a recabar en cada unidad de recolección de datos y para cada caso.

- Guía para el informe final del estudio de caso. Debe contener dos ideas básicas:
  - El esquema del informe final, es decir de cómo presentar los hallazgos y conclusiones que se extraigan.

- Cómo referir e incluir todos los documentos y evidencias recolectados en el informe final, para esto una posibilidad es tratarlos como referencias bibliográficas.

El protocolo de esta investigación se presenta en el Anexo 8. Para su realización se ha tenido en cuenta los resultados de la FASE 2 (Estudio Previo).

#### SELECCIÓN DE LOS CASOS.

De forma previa y para evaluar los posibles candidatos, es necesario definir una serie de criterios en base a los que los diferentes casos-candidatos serán evaluados. Los casos se deben seleccionar de modo que permitan la replicación, lógica en la que –como ya se expuso anteriormente- se basa la extracción de conclusiones en un estudio de casos múltiples.

En puntos anteriores se justificó el tipo de unidad de análisis y su número (dos empresas), en el capítulo sexto se describirán los criterios de selección de las empresas y se justificará la elección efectuada.

#### ESTUDIO DE CASO PILOTO.

Básicamente se hacen para conseguir depurar el diseño de la investigación con un caso que sea cercano, accesible y cómodo o muy completo, con el fin de configurar con precisión las preguntas y el protocolo.

#### **5.2.2.- Proceso de Investigación: FASE 2.**

Fellows y Liu (2008) y Yin (2009) plantean la conveniencia de efectuar estudios previos en el marco de un estudio de casos. Este estudio previo (Fase 2 de esta investigación) no es en sí un caso piloto, pues se centra en las propias empresas investigadas, pero cumple una función similar, pretende aportar información relevante, tanto sobre el hecho investigado como acerca de las propias empresas analizadas con el fin de configurar el protocolo del estudio de casos (Fase 3) y apoyar la decisión de elegir a la empresa como el tipo de unidad de análisis más adecuada para esta investigación.

El estudio previo (Fase 2) se apoya en dos fuentes de datos:

- En primer lugar se realizarán sendas entrevistas con representantes de la alta dirección de ambas empresas.
- Posteriormente se realizará una encuesta (cuestionario) a los profesionales de carácter técnico de las dos empresas. La encuesta se centra en los atributos y aspectos más relevantes del objeto de la investigación, tratando de confirmar o no las ideas que la literatura aporta al respecto.

##### 5.2.2.1.- Entrevistas con la alta dirección.

Los objetivos de estas entrevistas son los siguientes:

- Recabar el apoyo explícito y el compromiso de la alta dirección de las empresas con la investigación, adicionalmente se le informará detalladamente de los objetivos del proyecto y del apoyo requerido por parte de su empresa y específicamente de él/ella. En el contexto de esta investigación, se entiende por alta dirección a los miembros del Consejo de Administración con responsabilidades ejecutivas y/o Directores Generales.

- Obtener información general acerca del modelo de negocio y estructura organizativa de las empresas y de su situación actual.
- Obtener información sobre la visión del directivo acerca del hecho investigado.

Yin (2009) destaca la entrevista como una de las fuentes de datos en los estudios de caso. Woodside (2010) presenta las entrevistas amplias como una de las fuentes de datos fundamentales en el estudio de casos; para este autor las entrevistas largas tienen las siguientes características:

- a) Es una reunión cara a cara, de dos a seis horas de duración, entre el entrevistado y el entrevistador.
- b) La entrevista debe tener lugar en el espacio vital del entrevistado, en el entorno relacionado con el fenómeno investigado.
- c) La entrevista puede ser semiestructurada o por el contrario con preguntas abiertas, profundizando en los distintos temas relacionados con el fenómeno investigado según vayan surgiendo.
- d) Grabación de las entrevistas (cuando no sea disruptivo).
- e) Verificación de las respuestas por triangulación con otros métodos de investigación.

A partir de los objetivos planteados y del perfil de las personas a entrevistar, se considera que las entrevistas a la alta dirección deben ser entrevistas en profundidad con un formato abierto. La entrevista tendrá lugar en el despacho del directivo y deberá comenzar con una presentación de la investigación por parte del investigador. A continuación se le pedirá al entrevistado que efectúe una descripción de la compañía, su modelo de negocio, su estructura organizativa y su visión actual del mercado. Para terminar se conversará con el entrevistado sobre la gestión de riesgos en su compañía y en particular sobre el uso de reservas para contingencias durante la ejecución de las obras. Dado el carácter estratégico del hecho investigado y con el fin de crear un ambiente que resulte lo más cómodo posible para el entrevistado, las entrevistas no se grabarán; en su lugar se tomarán las notas necesarias para generar a continuación el correspondiente informe.

#### 5.2.2.2.- Encuesta.

Yin (2009) también reconoce la utilidad de las encuestas en el marco de los estudios de caso. El matiz diferencial a tener en cuenta al utilizar las encuestas como fuente de datos en un estudio de casos es que en este contexto juegan un papel complementario.

La encuesta se diseña con el fin de recabar información básica sobre cómo interpretan las empresas "A" y "B" algunos de los atributos más importantes del concepto de reserva para contingencias. La encuesta no trata todos los atributos del concepto y de su contexto recogidos por la literatura, solo los más relevantes, pues la encuesta no tiene un objetivo finalista, sino instrumental: afinar el protocolo de las entrevistas semiestructuradas a desarrollar durante la segunda fase de la investigación y apoyar la toma de decisiones sobre el tipo de unidad de análisis.

La encuesta se realizará a los técnicos de los departamentos de Producción, Estudios y Oficina Técnica de ambas empresas.

El estudio de Ford (2002) pone de manifiesto que las decisiones en torno a las reservas para contingencias durante la ejecución de la obra no se toman en equipo, sino que el decisor suele ser el jefe de obra a nivel individual; por ello la encuesta se diseñó para recabar información sobre las prácticas de los jefes de obra en diferentes aspectos de la gestión del proyecto (contexto genérico) y sobre algunos aspectos de gestión de reservas para contingencias. No obstante, con el fin de permitir el contraste de información, se diseñarán dos cuestionarios: uno para los jefes de obra y otro para el resto de personas del equipo técnico. Las preguntas serán similares, la diferencia estriba en que a los jefes de obra se les preguntará qué hacen, mientras que al resto del personal técnico se le preguntará qué creen que hacen los jefes de obra.

#### CALCULO DEL ERROR DE LA ENCUESTA.

Dado el carácter complementario que como se acaba de exponer juegan las encuestas en este contexto no se pretende evidenciar su validez estadística. No obstante sí se considera necesario estimar el error cometido.

De acuerdo con Cea (2004) el error muestral para poblaciones finitas se calcula con la siguiente fórmula:

$$E = Z \sqrt{\frac{S(N-n)}{n(N-1)}}$$

Dónde:

$E \approx$  Se calcularán tres errores: los de cada empresa individual y el conjunto.

$Z = 1,96$  o nivel de confianza elegido 95%.

$S \approx$  Varianza poblacional estimada (0,25).

$N \approx$  Tamaño de la población.

$n \approx$  Tamaño de la muestra (número de respuestas completas a la encuesta).

#### ENCUESTA PILOTO.

Con el fin de asegurar que las preguntas de la encuesta sean inteligibles, fáciles de responder, y carentes de ambigüedad, se realizará una encuesta piloto con la versión inicial de los cuestionarios (Fellows y Liu 2008). Para ello se contará con la colaboración de "E0", Director de Producción de una tercera empresa constructora española (Empresa "E"). El estudio piloto consistirá en que personal técnico de la empresa "E" cumplimente la encuesta y le traslade a "E0" sus impresiones en torno a los objetivos antes mencionados. Posteriormente se mantendrá una entrevista con "E0" en la que el entrevistado trasladará las conclusiones del estudio piloto.

#### PREGUNTAS A PLANTEAR EN LA ENCUESTA.

Las preguntas a plantear en la encuesta (el contenido exacto del cuestionario) se presentarán en el capítulo séptimo y en coherencia con lo definido por el Gráfico 5.3 serán definidas a partir de los criterios y/o datos de partida presentados en la Tabla 5.1.



<b>CRITERIOS PARA DEFINICIÓN DE LAS PREGUNTAS DE LA ENCUESTA</b>
<b>C1.</b> Las preguntas específicas de la investigación, coherentes a su vez con las preguntas de la investigación y los grupos de variables de gestión de reservas para contingencias procedentes de la literatura que se describen en la Tabla 4.1 y el contexto de gestión de las reservas para contingencias reflejado en el Gráfico 5.2.
<b>C2.</b> Las evidencias obtenidas en las entrevistas realizadas a los directivos senior de las empresas “A” y “B” en el marco de la FASE 2 de la investigación. Estas evidencias se expondrán en el capítulo séptimo. Como se resaltó al comienzo de este apartado la encuesta no abordará todos los aspectos del concepto ni de su contexto; así, estas entrevistas aportarán un criterio para establecer la prelación de las posibles variables descriptivas del fenómeno investigado de cara a generar la encuesta.
<b>C3.</b> Los resultados de la encuesta piloto.

**Tabla 5.1.- Criterios para la determinación de las preguntas de la encuesta.**

#### VERSIÓN FINAL DE LA ENCUESTA. CREACIÓN DEL CUESTIONARIO “ON-LINE”.

Una vez realizada la encuesta piloto se generará la versión definitiva del cuestionario que se presenta en el Anexo 6. Para la realización de la encuesta se utilizará una plataforma “on-line” ([www.surveymonkey.com](http://www.surveymonkey.com)); esta plataforma permite la cumplimentación de la encuesta de forma ágil y aporta herramientas de análisis de los resultados de gran utilidad.

La encuesta tendrá dos partes claramente diferenciadas. En la primera parte se abordarán cuestiones de tipo demográfico: años de experiencia en el sector, formación, antigüedad en la empresa, antigüedad en el actual puesto de trabajo y puesto de trabajo actual (encargado, asistente de jefe de obra, jefe de obra, jefe de grupo, técnico de estudios, compras, prevención de riesgos laborales, delegado de zona o directivo). A partir de la respuesta a esta última pregunta el sistema “on-line” encaminará al encuestado hacia uno u otro cuestionario (para jefes de obra o para el resto).

#### ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA.

Los resultados de la encuesta se someterán a un análisis estadístico basado en la distribución de frecuencias absolutas de las diferentes respuestas. El análisis se realizará a nivel de empresa y de forma conjunta. También se calculará la mediana de las respuestas a aquellas preguntas basadas en escalas ordinales.

#### **5.2.3.- Proceso de Investigación: FASE 3.**

La FASE 3 consiste en la realización de sendos estudios de caso en las empresas “A” y “B”, estudios que se llevarán a cabo según el protocolo que figura en el Anexo 8, generado a partir de la revisión del estado del arte y los resultados del estudio previo (FASE 2). Desde un punto de vista formal la estructura del protocolo se basa en las especificaciones de Yin (2009) expuestas en el apartado anterior. Al igual que en otras partes de este capítulo la referencia de lo expuesto –salvo que explícitamente se diga algo diferente– es Yin (2009), hecho que para evitar reiteraciones innecesarias se expone en este momento.

El proceso de investigación de esta FASE 3 se describe en torno a cuatro aspectos:

- Las fuentes de evidencias (datos).
- Los principios rectores de la recolección de datos.
- El procedimiento de análisis de los datos.
- La obtención de hallazgos de cada caso individual.
- La revisión de esos hallazgos por parte de informadores clave.

#### 5.2.3.1.- Fuentes de evidencias.

Yin (2009) describe en su monografía cinco fuentes de evidencias (documentación, datos de archivo, entrevistas, observación directa y objetos físicos).

##### I. DOCUMENTACIÓN.

No deben tomarse siempre como un registro literal de los eventos con los que están relacionados, lo que implica que más que hacer inferencias a partir de los documentos, se deben tomar como fuentes de posibles nuevas líneas de investigación. Suelen servir para corroborar evidencias obtenidas de otras fuentes (no solo de temas de fondo, sino también formales como nombres, cargos, etc.) y para ampliar la búsqueda.

Otra cuestión importante es que los documentos los creó alguien con un objetivo concreto y para una audiencia concreta, el investigador debe tener esto en cuenta y tratar de averiguarlo siempre para no extraer conclusiones incorrectas de los documentos.

A pesar del ya mencionado carácter estratégico que la gestión de riesgos tiene para las empresas, en esta investigación se tratará de obtener copia o al menos analizar procedimientos, instrucciones técnicas, bases de datos o programas informáticos relacionados con el fenómeno estudiado.

##### II. DATOS DE ARCHIVO.

Los datos de archivo se manifiestan en muchas ocasiones como registros informáticos de diversa índole, variables en función de cada estudio de caso concreto. En esta investigación se tratará de acceder -entre otros- a los siguientes tipos de registros:

- Presupuestos económicos de obras.
- Programas de ejecución de trabajos.
- Estudios de riesgos.
- Pedidos de subcontratación.
- Registros de seguimiento económico de obras.

##### III. ENTREVISTAS.

Es la fuente esencial de obtención de evidencias en esta investigación. Ya se expuso como Fellows y Liu (2008) defienden que en el campo de la gestión, los investigadores deben tratar de determinar la verdad y la realidad desde la perspectiva colectiva de los protagonistas, ver a través de sus ojos, enfoque este coherente también con la etnometodología (el hecho investigado se debe comprender a partir de la visión que tienen del mismo sus protagonistas).

En el apartado anterior se expusieron las características de las entrevistas en profundidad que destaca Woodside (2010), características a tener en cuenta también a lo largo

de esta FASE 3. En esta etapa de la investigación se realizarán entrevistas semiestructuradas con jefes de obra, auténticos protagonistas de la gestión de la etapa de construcción de un proyecto, y con directivos junior del área de producción o de estudios.

Las entrevistas semiestructuradas son según Fellows y Liu (2008) un tipo intermedio de entrevista entre aquellas basadas en preguntas abiertas (como las realizadas a la alta dirección de las empresas en la FASE 2) y las que se concretan en torno a preguntas completamente cerradas. En este caso se planteará a los entrevistados preguntas de ambos tipos, aunque tal y como defiende Yin (2009) se realizarán entrevistas guiadas, conversaciones fluidas en las que se vayan abordando incluso cuestiones no planteadas inicialmente. Durante la entrevista se debe mantener la coherencia entre las preguntas planteadas a los entrevistados y las preguntas de la investigación. Es muy importante diseñar bien las preguntas a plantear a los entrevistados, de modo que sean amistosas y no amenazantes, para conseguir que el entrevistado se abra y poder así responder a las preguntas de la investigación. El investigador siempre debe aparecer “inocente” y sin conocimiento sobre el tema. Es la mejor manera de conseguir que el entrevistado se abra. Hay que anotar todo, hasta las “no” respuestas.

De acuerdo con lo reflejado por el Gráfico 5.3, las preguntas a plantear en las entrevistas a desarrollar en la FASE 3 se corresponderán con las preguntas de la investigación, grupos de variables de gestión de reservas para contingencias recogidas en la Tabla 4.1 en torno a las que se estructura el conocimiento existente y con el Gráfico 5.2, que representa además de estas variables, el contexto de gestión de las reservas. Las preguntas a plantear en las entrevistas de la FASE 3 se presentarán en el capítulo séptimo y en el Anexo 8, y serán definidas a partir de los criterios y/o datos de partida presentados en la Tabla 5.2.

<b>CRITERIOS PARA DEFINICIÓN DE LAS PREGUNTAS DE LAS ENTREVISTAS DE LA FASE 3</b>
<b>C1.</b> Las preguntas específicas de la investigación, coherentes a su vez con las preguntas de la investigación y los grupos de variables de gestión de reservas para contingencias procedentes de la literatura que se describen en la Tabla 4.1 y el contexto de gestión de las reservas para contingencias reflejado en el Gráfico 5.2.
<b>C2.</b> Las evidencias obtenidas en las entrevistas realizadas a los directivos senior de las empresas “A” y “B” en el marco de la FASE 2 de la investigación. Estas evidencias se expondrán en el capítulo séptimo.
<b>C3.</b> Los resultados de la encuesta piloto.
<b>C4.</b> Las evidencias obtenidas en la encuesta realizada al personal técnico de las empresas “A” y “B” en el marco de la FASE 2 de la investigación. Estas evidencias se expondrán en el capítulo séptimo.

**Tabla 5.2.- Criterios para la determinación de las preguntas de las entrevistas (FASE 3).**

El protocolo (Anexo 8) también incluirá el guion de las entrevistas semiestructuradas, que incluirá las preguntas a formular a los entrevistados. Existirán preguntas cerradas y abiertas. Las preguntas cerradas utilizarán una escala ordinal, pidiendo a los entrevistados que

valoren entre 1 y 5 su nivel de acuerdo con la idea planteada (1, totalmente en desacuerdo, 2 en desacuerdo, 3 indiferente, 4 de acuerdo y 5 muy de acuerdo). Este sistema permitirá hacer un tratamiento cuantitativo de las respuestas basado en el cálculo de la mediana. No obstante, tal y como se ha expuesto, la conversación debe ser fluida, provocando que el entrevistado apunte, diga o plantee todo aquello que considere oportuno, tanto en relación a lo explícitamente preguntado, como respecto a cualquier tema que cada entrevistado desee. Con el fin de garantizar la trazabilidad de los datos, las distintas preguntas de las entrevistas irán agrupadas en capítulos y numeradas secuencialmente dentro de cada capítulo.

#### *Características exigibles a los entrevistados.*

La muestra de entrevistados será intencional, no estadística (Guest et al. 2006). La primera entrevista de esta FASE 3 en cada empresa se realizará con un directivo junior (como mínimo delegado de zona con responsabilidad directa sobre los jefes de obra a entrevistar). El resto de las entrevistas se realizarán con jefes de obra cuyo perfil profesional responda a las siguientes características:

- Titulados universitarios en ingeniería o arquitectura (de grado medio o superior). Sería factible entrevistar a alguna persona que no tuviera titulación universitaria en ingeniería o arquitectura siempre y cuando su experiencia profesional en su puesto de trabajo actual fuera no inferior a quince años.
- Experiencia profesional en el sector de la construcción no inferior a diez años.
- Experiencia profesional en su puesto de trabajo actual no inferior a dos años.
- Puesto de trabajo actual: jefes de obra.

En el capítulo séptimo se presentarán las características profesionales de las personas entrevistadas y se evidenciará el cumplimiento de los criterios anteriores.

#### *Número de entrevistados en cada empresa. El concepto de saturación.*

Guest et al. (2006) exponen en su estudio que la forma más habitual de muestreo no probabilístico es el muestreo intencional y que el tamaño de las muestras se basa en el concepto de saturación, es decir el punto a partir del cual no se observa nueva información o nuevos temas en los datos. La carencia que estos autores destacan que existe en la literatura es la inexistencia de criterios para determinar “*ex-ante*” el número de entrevistados, lo que dificulta la planificación de cualquier investigación, pues el número de entrevistados se conocería “*ex-post*”, es decir, una vez alcanzada la saturación. En su estudio los autores documentan sistemáticamente el grado de saturación a partir de la realización de sesenta entrevistas, encontrando que la saturación ocurría dentro de las primeras doce entrevistas, aunque los elementos esenciales aparecieron con seis entrevistas.

A partir de la idea de estos autores, la investigación se planificó para la realización de doce entrevistas con jefes de obra, no obstante, y con el objetivo de interferir lo mínimo posible en la vida de las empresas objeto de estudio, se realizaron únicamente las entrevistas necesarias para alcanzar la saturación.

Coherentemente con el concepto de saturación y con el carácter iterativo de la investigación, es esperable que conforme se vayan realizando entrevistas surjan nuevos temas o enfoques que tengan el interés suficiente para ser incorporados a la investigación. Para ello se modificará el protocolo del estudio de caso con el fin de plantear a los futuros entrevistados los nuevos temas o ideas que hayan ido surgiendo, pero también -y una vez alcanzada la saturación- se efectuará una segunda vuelta de entrevistas -en este caso telefónicas- cuyo

objetivo será contrastar con las personas entrevistadas previamente los nuevos enfoques que hayan podido surgir.

Las cuestiones concretas a plantear a los entrevistados figuran en el Anexo 8, como parte del protocolo del estudio de caso realizado tal y como se ha expuesto en puntos anteriores.

En el capítulo séptimo se describirán los resultados de las entrevistas y se justificará el momento en el que se alcanzó el nivel de saturación.

#### *Análisis estadístico de los resultados de las entrevistas.*

Aquellas preguntas cuyas respuestas sean cuantitativas son susceptibles de analizar estadísticamente. Este análisis se realizará a partir de las frecuencias absolutas de las distintas respuestas y de las medianas. El análisis se realizará para cada empresa de forma independientemente, diferenciando así mismo entre las respuestas del directivo de área (A1 y B1) y los jefes de obra.

#### IV. OBSERVACIÓN DIRECTA.

Según Yin (2009) la observación directa tiene sentido porque:

- El fenómeno a analizar no se sitúa exclusivamente en el pasado, por lo que algunos comportamientos o aspectos del entorno se podrán observar.
- Un estudio de caso debe realizarse en el entorno natural del “caso”.

Se distinguen dos tipos de observaciones directas:

- Formales. Evaluar la ocurrencia de observar ciertos tipos de comportamientos o hechos durante ciertos periodos de tiempo en campo.
- Informales. Aprovechando las visitas para las entrevistas se pueden capturar datos de manera informal. Este será el tipo de observación directa a aplicar en esta investigación.

#### V. OBJETOS FÍSICOS.

En esta investigación posibles evidencias físicas serán los acopios o la obra en curso.

#### 5.2.3.2.- Principios de recolección de datos.

A aplicar ante cualquiera de las seis formas antes expuestas de recolección de datos, siempre con el fin de incrementar la calidad de la investigación medida en términos de validez de construcción, validez interna, validez externa y fiabilidad.

PRINCIPIO 1. Usar múltiples fuentes de evidencias.

El uso de múltiples fuentes de evidencia es fundamental para realizar un estudio de caso. La principal ventaja de usar múltiples fuentes de evidencia es el desarrollo de líneas de investigación convergentes, de modo que una determinada conclusión tiene más probabilidades de ser convincente y precisa si se basa en diferentes fuentes de información que la corroboran. Esto es lo que se conoce como triangulación.

En concreto Yin (2009) se centra en la triangulación de datos, consistente en la recogida de evidencias mediante múltiples fuentes para corroborar el mismo hecho o conclusión. La triangulación permite mejorar la validez de construcción de la investigación.

PRINCIPIO 2. Crear una base de datos del estudio de caso.

La base de datos se utiliza para organizar y documentar los datos recolectados y los informes del investigador. Permite incrementar la consistencia de la investigación.

Los datos se recogen en cuatro formatos:

# NOTAS. El formato más frecuente en estudios de caso. Son notas tomadas por el investigador en o tras entrevistas, observaciones, análisis de documentos y/o registros, etc. Pueden ser escritas a mano, en formato escrito digital o grabadas. No se debe perder tiempo editándolas, por lo que se deben tomar con suficiente claridad. Se deben, eso sí, organizar y categorizar de forma que se pueda acceder a su información de forma eficiente, tanto por parte del investigador como de otras personas.

# DOCUMENTOS. Igualmente el objetivo es poder acceder a la información que aportan de forma eficiente. La mejor manera es almacenarlos en formato digital y controlarlos de forma similar a la bibliografía.

# MATERIAL TABULADO. Datos cuantitativos susceptibles de ser registrados de forma tabular.

# NARRACIONES. Son documentos no formales que conectan las distintas evidencias obtenidas con las preguntas o los objetivos de la investigación. Son el paso previo al análisis de datos, es una forma de comenzar el análisis de datos. Estas narraciones se hacen al terminar la recolección de datos en cada caso individual.

En coherencia con lo anterior, la BASE DE DATOS DE LOS ESTUDIOS DE CASO en esta investigación tendrá las siguientes características:

- a. La BASE DE DATOS contará con diversas entidades que se codificarán según se expone a continuación.
  - EMPRESAS: “A” y “B” son los casos de estudio. “E” es la empresa que colaboró en el estudio piloto de la encuesta.
  - ENTREVISTADOS:
    - “\*0”: Directivo senior de la empresa “\*” (“\*” puede ser “A”, “B” o “E”).
    - “\*X”: Persona entrevistada, donde “\*” es la empresa (A, B, etc.) y “X” es el número de orden.
  - DOCUMENTO DE CONFORMIDAD. Expresa la conformidad del entrevistado a participar en la investigación. Se codifica según la regla general: “Conf-Ent-\*X”, donde “\*X” es el identificador del entrevistado. Si con un cierto entrevistado se realiza más de una entrevista, los sucesivos certificados de conformidad irán identificados con una letra minúscula a partir de la “b” aneja al identificador del entrevistado; por ejemplo, “Conf-Ent-A1b” identificará al documento de

conformidad de la segunda entrevista mantenida con A1. El mismo criterio se seguirá para identificar cualquier otro documento relacionado con la entrevista en cuestión (informe, cuestionario, evidencias, etc.). El formato correspondiente al documento de conformidad forma parte del Protocolo adjuntado en el Anexo 8.

- **INFORME DE LA ENTREVISTA.** Son NOTAS genéricas y ANÁLISIS BREVES realizados por el entrevistador tras la entrevista, también recogen información fruto de la OBSERVACIÓN DIRECTA. Se codifica según la regla general: "Inf-Ent-\*X", donde "\*X" es el identificador del entrevistado.

Todos los informes de las entrevistas realizadas durante las FASES 2 y 3 de la investigación se recogen en el Anexo 5.1 (en su apartado específico se aporta URL de un enlace en el que se puede descargar). Por respeto a la confidencialidad no aparecen, ni en este anexo ni en ningún otro documento, los datos identificativos de las personas y de las empresas.

- **REGISTRO DE LA ENTREVISTA.** Es la transcripción de las entrevistas y de las notas manuscritas tomadas por el entrevistador durante las mismas. Incluye la respuesta a las diferentes preguntas, notas y comentarios efectuados por el entrevistado, así como NARRACIONES, es decir información aclaratoria redactada por el entrevistador de ciertos comentarios efectuados por el entrevistado. El original manuscrito de cada entrevista se codifica según la regla general: "Cuest-Ent-\*X", donde "\*X" es el identificador del entrevistado. Adicionalmente, cada pregunta de la entrevista va numerada con un doble dígito: número de capítulo y número de orden de la pregunta concreta dentro del capítulo. El Anexo 5.2 recoge las transcripciones de todas las entrevistas realizadas en la FASE 3.
- **OTROS.** Son NOTAS, DOCUMENTOS o MATERIAL TABULADO recogidos o analizados durante las entrevistas. Se codifica según la regla general: "EvY-Ent-\*X", donde "Y" es el número de orden y "\*X" es el identificador del entrevistado.

El Anexo 5.3 recoge todas las evidencias documentales obtenidas durante las entrevistas de la FASE 3.

- **DATOS CONDENSADOS.** Se obtienen a partir de los datos brutos volcados en los documentos, informes y registros anteriores. En el próximo punto de este apartado se justifica la necesidad de condensar los datos y los criterios para hacerlo. Los datos condensados se presentarán en matrices. Cada dato condensado llevará asociado un código acorde con el siguiente formato: código de matriz - fila - columna (P.ej.: el dato (#A2-1,3,4) se encuentra en la tercera fila, cuarta columna de la matriz #A2-1, que sería la primera matriz de datos correspondiente a la segunda pregunta específica de la investigación de la empresa A).

- b. La base de datos contará con las siguientes TABLAS dónde se registrarán las anteriores entidades:

1. Tabla de CONTROL DE ENTREVISTAS. La Tabla 5.3 presenta un ejemplo de registro de algunas entrevistas, por respeto a la confidencialidad no aparecen,

ni en esta tabla ni en sucesivas, los datos identificativos de las personas y de las empresas. Se aportan en el Anexo 5.4.

REF.	NOMBRE	TELÉFONO	E-MAIL	PUESTO	EMPRESA	FECHA	HORARIO	DURACIÓN (min)	EVIDENCIAS			
									CONFORMIDAD (Formato / código)	CUESTIONARIO Y NOTAS (Formato / código)	INFORME (Formato / código)	OTROS (Formato / Descripción / Código)
A0					B	25/11/2013	09:30 A 10:30	60	NA	NA	Word / Inf-Ent-A0	Word / Ev1-Ent-A0.
A1					B	14/03/2014	09:25 A 11:25	120	PDF - Papel / Conf-Ent-A1	PDF-Papel / Cuest-Ent-A1	Word / Inf-Ent-A1	PDF / Registro de control de revisión de objetivos / Ev1-Ent-A1.
A2					B	25/03/2014 y 07/04/14	16:20 A 18:00 y 15' el día 07/04	100+15	PDF - Papel / Conf-Ent-A2	PDF-Papel / Cuest-Ent-A2 y Anexo1	Word / Inf-Ent-A2	Word / Evidencia de presupuesto y programa de trabajos de la obra Ev1-Ent-A2.
.....												
B0					A	04/11/2013	14:00 A 16:00 y 12:00 A 12:30	120	NA	NA	Word / Inf-Ent-B0	
B1					A	19/03/2014	12:45 A 13:50	65	PDF - Papel / Conf-Ent-B1	PDF-Papel / Cuest-Ent-B1	Word / Inf-Ent-B1	Excel / Reproducción tras verlo en su PC de la utilidad "objetivos no incluidos" para gestión de oportunidades. Ev1-Ent-B1.
B2					A	01/04/2014	16:00 A 18:00	120	PDF - Papel / Conf-Ent-B2	PDF-Papel / Cuest-Ent-B2	Word / Inf-Ent-B2	Word / Ev1-Ent-B2 (Onl). Word / Evidencia de presupuesto y programa de trabajos de la obra Ev2-Ent-B2.
.....												

**Tabla 5.3. Modelo de registro de entrevista – Tabla de CONTROL DE ENTREVISTAS - Base de datos del estudio de casos.**

Como se puede apreciar en esta tabla se registran algunos datos de cada entrevistado así como las EVIDENCIAS recogidas en diferentes formatos en cada entrevista.

- Tabla de DATOS DEMOGRÁFICOS de los entrevistados. La Tabla 5.4 presenta un ejemplo de registro de datos demográficos de algunos entrevistados.

REF.	NOMBRE	PUESTO	EMPRESA	TITULACIÓN	ANTIGÜEDAD EN EL PUESTO (Años)	EXPERIENCIA EN EL SECTOR (Años)	¿HIZO LA ENCUESTA?
A0			A	Aparejador	15	30	¿?
A1			A	Aparejador	2	25	Sí
A2			A	Arquitecto Técnico	7	11	Sí
.....							
B0			B	Ingeniero de Caminos	9	20	¿?
B1			B	Ingeniero de Caminos	6	19	No, se le olvidó.
B2			B	FP-II	15	20	Sí.
.....							

**Tabla 5.4. Modelo de registro de entrevistado – Tabla de DATOS DEMOGRÁFICOS - Base de datos del estudio de casos.**



NOTA.- En la Tabla 5.4 los símbolos que aparecen en el campo “¿Hizo la encuesta?” (¿?) para los registros correspondientes a A0 y B0 indican que no se tienen datos sobre si ambos directivos cumplimentaron o no la encuesta desarrollada en la FASE 2.

3. Tabla de INFO OBSERVADA. La Tabla 5.5 presenta un ejemplo de registro de datos procedentes de OBSERVACIÓN DIRECTA durante las entrevistas. Se aporta en el Anexo 5.5.

REF.	NOMBRE	PUESTO	EMPRESA	LUGAR DE LA ENTREVISTA	INTERRUPCIONES DURANTE LA ENTREVISTA	ACTITUD GENERAL ANTE LA INVESTIGACIÓN	TRATO CON COMPAÑEROS	COMENTARIOS	IMPRESIÓN GENERAL
A0			A	Su despacho independiente en la sede central de la empresa. Nos sentamos en la mesa de trabajo, no en la de reunión.	No.	Muy interesado.	No lo ví.	Fue una entrevista inicial para presentarle la investigación y pedir la colaboración de su empresa, tanto en la fase de encuesta como en la de entrevistas (ver Inf-Ent-A0).	A0 es Consejero de "A" y además responsable del Estudio que realiza los proyectos y las direcciones facultativas de las obras de "A". Se mostró muy interesado en la investigación y me confirmó la participación de "A". Durante la entrevista me explicó la estructura actual de la compañía (esto está reflejado en el Inf-Ent-A0) y me esbozó una de las principales características de "A": son una empresa integrada, aunque ahora están en la transición a un modelo de negocio más diversificado.
.....									
B0			B	Comida de trabajo.	No.	Muy positiva.	No lo ví.	Fue la reunión de lanzamiento. Le expliqué el proyecto y acordamos la participación de "B".	B0 es Director General de Construcción de "B", es decir el máximo responsable de una de las 4 unidades de negocio de la compañía. Se mostró muy interesado en la investigación y me confirmó la participación de "B". Durante la entrevista me explicó la estructura actual de la compañía (esto está reflejado en el Inf-Ent-B0). Desde el punto de vista de la investigación, lo más interesante fue lo que me dijo en relación a las obras que licitan: en la gran mayoría de las ocasiones ofertan precios por debajo de los costes teóricos de la obra (es decir, de acuerdo a su terminología: se oferta con "riesgo").
.....									

**Tabla 5.5. Modelo de registro de información por OBSERVACIÓN DIRECTA – Tabla de INFO OBSERVADA - Base de datos del estudio de casos.**

4. Tabla de CUESTIONARIO. La Tabla 5.6 presenta un ejemplo de transcripción de las preguntas NO multi-opción de las ENTREVISTAS. Recoge las preguntas efectuadas, las respuestas recibidas, comentarios y citas literales (entre comillas y cursiva) efectuados por el entrevistado y NARRACIONES de aclaraciones efectuadas por el entrevistador. Se aportan en el Anexo 5.2.

PREGUNTAS	A5		A6	
	RESPUESTA	COMENTARIO	RESPUESTA	COMENTARIO
1.1.- Siempre que se asigna la obra a un Jefe de Obra una vez contratada se definen los objetivos de la obra.	5		5	
1.2.- Uno de los objetivos es un plazo de ejecución concreto.	5		5	
1.3.- Otro de los objetivos es un resultado económico concreto.	5		5	
1.4.- Otro de los objetivos se centra en el alcance y la calidad de la obra.	5		5	
1.5.- Es el Jefe de Obra quien suele definir los objetivos.	4	Estudios les da una orientación, aunque no son unos hitos cerrados, lo estudian, revisan mediciones y negocian con Estudios lo que llaman P0 (p cero), que es el presupuesto objetivo, o sea que el presupuesto de "contratación" (en su caso Estudios es el cliente interno) es el objetivo.	4	Estudios les da un presupuesto base, lo estudian, revisan mediciones y negocian con Estudios lo que llaman P0 (p cero), que es el presupuesto objetivo, o sea que el presupuesto de "contratación" (en su caso Estudios es el cliente interno) es el objetivo. En cuanto a la programación de trabajos él suele mantener como fecha objetivo la de compromiso con el cliente (interno).

**Tabla 5.6. Modelo de registro de RESPUESTAS A LAS ENTREVISTAS – Tabla de CUESTIONARIO - Base de datos del estudio de casos.**

5. Tabla de RESPUESTAS A PREGUNTAS MULTI-OP. La Tabla 5.7 presenta un ejemplo de transcripción de las preguntas multi-opción de las ENTREVISTAS también recoge las preguntas efectuadas, las respuestas recibidas, comentarios y citas literales (entre comillas y cursiva) efectuados por el entrevistado y NARRACIONES de aclaraciones efectuadas por el entrevistador. Se aportan en el Anexo 5.2.

PREGUNTAS	A5		A6	
	RESPUESTA	COMENTARIO	RESPUESTA	COMENTARIO
<b>PREGUNTA 2.3. Relevancia de factores de riesgo (1 a 5).</b>				
Complejidad del proyecto	4		5	Aunque lo que hace (chalets y edificios es el "a,B,C").
Calidad del proyecto de ejecución (de los documentos técnicos)	5		5	
Tamaño del proyecto	2		4	
Constructibilidad del diseño	2		4	
Tendencia a los cambios de alcance	3		4	
Distancias de transporte de materiales	2	Es cuestión de preverlo con antelación.	1	
Medio de transporte de materiales	2		1	
Acceso al área de trabajo	4		1	
Climatología	4		3	
Tipo de contrato con la propiedad	3	Hasta ahora no era un problema (son empresa integrada), pero si empiezan a trabajar para terceros sí.	5	Si el precio es cerrado el riesgo es mayor.
Tipo de relación con la propiedad y dirección facultativa.	5		3	
Nivel de confianza y grado de comunicación con el equipo de obra y los subcontratistas.	5	"A un mal Jefe de Obra le hace bueno un buen encargado y aun buen Jefe de Obra le hace malo un mal encargado".	3	La relación con el encargado es muy importante.

**Tabla 5.7. Modelo de registro de RESPUESTAS A LAS ENTREVISTAS (preguntas multi-opción) – Tabla de RESPUESTAS A PREGUNTAS MULTI-OP - Base de datos del estudio de casos.**

6. Tabla de MATRICES DE DATOS CONDENSADOS. Se describirán en el punto correspondiente.
7. Tabla de MATRICES DE HALLAZGOS DE CASO. Se describirán en el punto correspondiente.
8. Tabla de MATRICES DE PROPOSICIONES GENERALES. Se describirán en el punto correspondiente.

### PRINCIPIO 3. Mantener una cadena de evidencias.

Esto es importante para incrementar la fiabilidad y la validez de construcción de la investigación. Se trata de conseguir que un observador externo pueda seguir la conexión de cualquier evidencia con las preguntas de la investigación y con las conclusiones de la misma. Cualquier evidencia inicial debe ser cuidada y analizada.

Yin (2009) aporta un ejemplo para ver como a partir de las conclusiones se puede llegar a las preguntas de la investigación pasando por las evidencias:

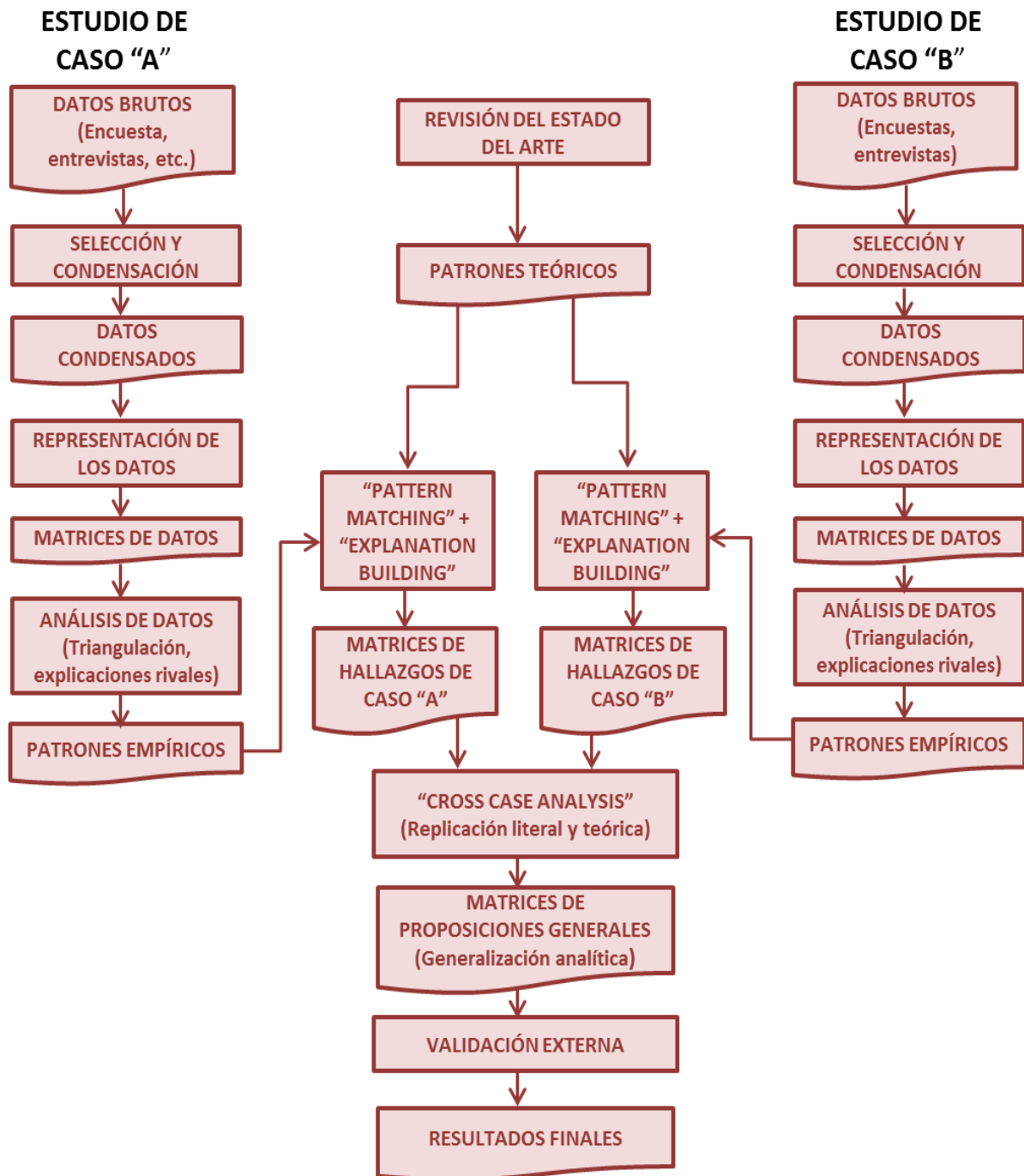
- a) La conclusión concreta debe citar a las partes relacionadas de la BASE DE DATOS.
- b) La BASE DE DATOS debe recoger las evidencias reales y las circunstancias bajo las que se recogieron.
- c) Las circunstancias bajo las que se hayan recogido los datos deben ser consistentes con los procedimientos y preguntas explicitados por el protocolo.
- d) El protocolo debe indicar el nexo entre su propio contenido y las preguntas de la investigación.

En resumen, debe ser posible moverse de una parte a otra del proceso del estudio de caso visualizando con claridad las referencias a procedimientos metodológicos y a las evidencias resultantes.

#### 5.2.3.3.- Análisis de los datos.

Yin (2009) reconoce que el análisis de los datos es uno de los aspectos menos desarrollados y más complejos de un estudio de caso. A diferencia del análisis estadístico hay pocas fórmulas fijas o "recetas" que sirvan de guía. En su lugar, en gran medida, el análisis de datos depende del rigor del pensamiento empírico de cada investigador junto con una adecuada presentación de las evidencias y una cuidadosa consideración de interpretaciones alternativas. Este autor sugiere que cada investigador debe llegar incluso a desarrollar sus propias estrategias de análisis.

El Gráfico 5.4 presenta el esquema general del proceso de análisis de datos a seguir en esta investigación.



**Gráfico 5.4. Procedimiento de análisis de datos.**

Se describe a continuación el procedimiento de análisis de datos que se seguirá en esta investigación. Según Yin (2009) una primera cuestión básica es que el análisis de los datos debe comenzar con las variables de la investigación no con los datos. Es necesario identificar las evidencias que responden a esas variables, presentando las evidencias de forma que el lector pueda comprobar las conclusiones. Así, el procedimiento se inspira en tres ideas del citado autor:

- La forma de presentar adecuadamente las evidencias juega un papel clave. Es conveniente efectuar una manipulación analítica de los datos que permita condensar y disponer las evidencias de forma que se facilite la extracción de conclusiones. Como referencia para ilustrar este aspecto Yin (2009) destaca a

Miles y Huberman (1994), aunque la edición aquí consultada ha sido la tercera (Miles et al. 2013).

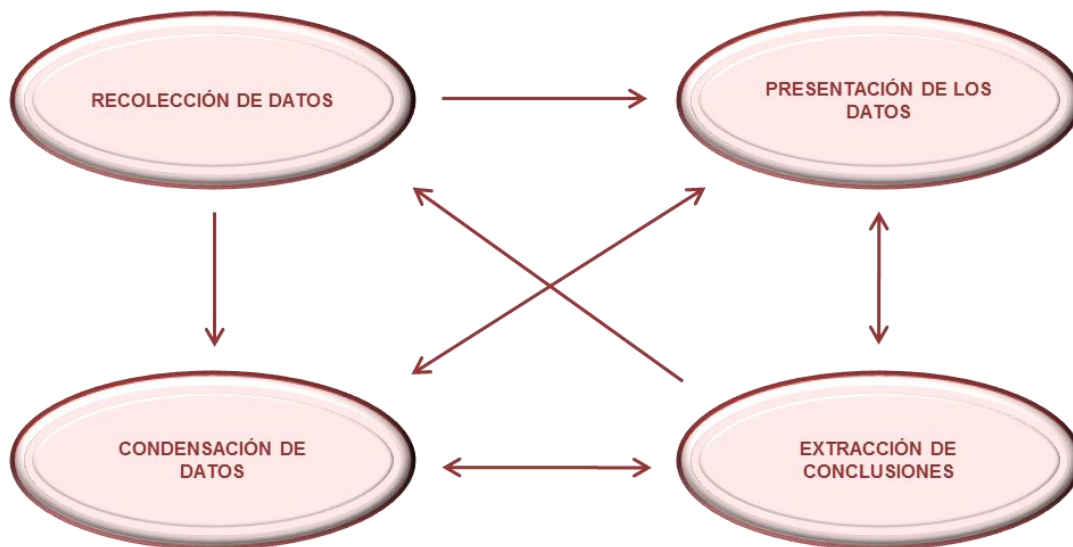
- b) Es necesario contar con una ESTRATEGIA GENERAL DE ANÁLISIS que permita establecer prioridades a la hora de decidir qué analizar y por qué.
- c) El análisis de los datos debe aportar validez interna y externa a la investigación, para ello y a partir de la presentación adecuada de los datos se deben usar técnicas de análisis específicas en el marco de la o las estrategias generales de análisis.

A continuación se profundiza en cada uno de estos tres aspectos.

#### PROCESAMIENTO ANALÍTICO Y PRESENTACIÓN DE LAS EVIDENCIAS.

Miles et al. (2013) ven el proceso de análisis de datos cualitativos como tres flujos concurrentes e interactivos de actividades: CONDENSACIÓN de DATOS, PRESENTACIÓN de DATOS y EXTRACCIÓN DE CONCLUSIONES.

El Gráfico 5.5 representa el modelo interactivo de análisis de datos cualitativos propuesto por los citados autores.



**Gráfico 5.5. Componentes del análisis de datos: modelo interactivo (basado en Miles et al. 2013).**

#### *Condensación de los datos.*

Proceso de seleccionar, destacar, simplificar, abstraer y/o transformar los datos que aparecen en el cuerpo completo de las notas de campo, narraciones, las transcripciones de las entrevistas y otros materiales empíricos. La Tabla 5.8 recoge todas las fuentes de datos a considerar en la investigación. Las fuentes de datos M1 a M8 serán las fuentes a utilizar en la investigación en sí. La fuente de datos M9 se utilizará durante la FASE 5 de la investigación de cara a la validación externa de la misma (apartado 5.2.5).

MÉTODO DE RECOGIDA DE DATOS	DESCRIPCIÓN
M1	Encuesta piloto.
M2	Encuesta.
M3	Entrevista a miembros de la alta dirección (directivos "senior").
M4	Entrevista a directivos de área (directivos "junior").
M5	Entrevista a jefes de obra.
M6	Análisis de documentos producidos por la empresa.
M7	Observación directa en diversas sedes y obras de la empresa.
M8	Entrevistas de revisión de hallazgos con los directivos de área de "A" y "B".
M9	Entrevistas con directivos de otras empresas.

**Tabla 5.8. Fuentes de datos.**

Estos autores cuestionan los textos extensos como una forma práctica de presentación de los datos, pues la información no es secuencial, es voluminosa y está dispersa, fomentando una tendencia al descubrimiento de patrones simplificados, destacan que al condensar los datos se les aporta más solidez. Huyen de la expresión "reducción de datos" porque implica debilitamiento de los datos o pérdida de información.

La condensación de datos es una forma de análisis que conforma, clasifica, destaca, descarta y organiza los datos facilitando la extracción de conclusiones.

*Presentación de los datos.*

Los datos condensados deben presentarse como una recopilación de información organizada y comprimida. El proceso de condensación de datos transforma los datos brutos en unidades de datos más simples que se agrupan en esta investigación según diversos aspectos coherentes con las preguntas de la investigación.

Para la presentación de los datos condensados los citados autores contemplan dos tipos de herramientas: MATRICES y DIAGRAMAS DE RED.

Es importante reiterar que los datos a introducir en estos formatos deben ser DATOS CONDENSADOS, presentados en múltiples formas: párrafos breves, citas, frases, clasificaciones, abreviaturas, códigos, categorías, símbolos, etc. Más adelante se volverá sobre este aspecto.

Matrices.

Este es el formato elegido para la presentación de los datos condensados de esta investigación. En general, una matriz es un formato tabular que recoge y clasifica los datos (condensados) para facilitar su visualización de una vez, permitiendo el análisis detallado y

creando las condiciones para el posterior análisis comparado de varios casos (dos en esta investigación). Miles et al. (2013) aportan algunas ideas a tener en cuenta de cara a la generación de estos formatos:

- Basar el diseño de las matrices en las preguntas específicas de la investigación (coherentes a su vez con las preguntas de la investigación y con los grupos de variables reflejados en la Tabla 4.1 y con las ideas reflejadas por el Gráfico 5.2).
- El número de filas y columnas debe permitir ver cada matriz de una vez (una hoja de papel por matriz). Utilizar meta-matrices en caso de necesidad.
- Se debe estar abierto a incluir nuevas filas o columnas conforme la investigación avanza. Debe existir un equilibrio entre el nivel de detalle obtenido con las diferentes filas y columnas y el tamaño de la matriz.
- Se debe estar abierto a que cada pregunta específica de la investigación pueda requerir varias matrices para representar los datos asociados.

Los citados autores destacan la importancia de los datos a volcar en una matriz, asegurando que las conclusiones que se extraigan a partir de una matriz nunca pueden ser mejores que la calidad de los datos introducidos en ella, para ello aportan una serie de recomendaciones:

- Incluso una matriz densa solo recoge un pequeño porcentaje de los datos disponibles. Por ello la tarea de SELECCIÓN y CONDENSACIÓN es muy relevante.
- Más información es mejor que menos.
- Es necesario definir con claridad el tipo de datos a introducir: citas, resúmenes, paráfrasis o abstracciones, extractos de las notas de campo, explicaciones del investigador, puntuaciones o combinaciones de todos ellos.

Para mantener la cadena de evidencias (Yin 2009), los datos condensados volcados en cada matriz se podrán relacionar con las correspondientes fuentes de datos brutos de origen.

Como ya se expuso, los procesos de condensación, representación y análisis de datos son interactivos. El punto de partida es la lectura de cada origen de datos brutos, identificando los segmentos de información relevante y asociándolos a algún aspecto relacionado con las preguntas específicas de la investigación. A partir de ahí, se identifican los campos de interés (encabezados de filas y columnas) de las diferentes matrices y se generan los formatos de las mismas para ir volcando en ellas los segmentos de información relevante (datos condensados). Los encabezados de filas y columnas pueden ser personas, perfiles profesionales, relaciones y grupos, departamentos, obras, acciones específicas (p.ej. respuestas), eventos, actividades, estrategias, visiones, valores y comentarios, emociones o estados, ideas, comentarios del investigador, etc., en definitiva, cualquier aspecto en torno a los que un cierto grupo de datos condensados presente afinidad.

En principio se generará una matriz (o varias meta-matrices) por cada pregunta específica de la investigación. Cada matriz se identificará con la letra identificativa de la empresa, el número de la pregunta específica de la investigación correspondiente y el número de orden de la matriz (puede haber varias matrices de datos para cada pregunta) (por ejemplo: #A2-1 sería la primera matriz de datos correspondiente a la segunda pregunta específica de la investigación de la empresa A). Si la matriz está relacionada con el contexto y no con alguna pregunta específica de la investigación, en lugar de un número secuencial se acompañará de la letra "C" (por ejemplo: #AC-2 sería la segunda matriz de datos correspondiente al contexto de

la investigación de la empresa A). Tal y como se apuntó anteriormente, las filas y columnas de cada matriz de datos irán numeradas, lo que permitirá identificar sus celdas, es decir los datos condensados, de acuerdo al criterio establecido (código de matriz, número de fila, número de columna). De acuerdo con los principios expuestos, no existirá un único formato de matriz de datos, pues cada aspecto característico del fenómeno investigado requerirá diferentes campos (filas y columnas) para ser analizado. La Tabla 5.9 refleja el formato de una de las matrices de datos, en concreto la utilizada para recoger los datos condensados relacionados con uno de los aspectos a investigar: el nivel de sistematización y de procedimentación de la gestión de riesgos en las empresas.

#### MATRIZ #AC-2

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2	3	4
		Existencia, alcance y necesidad de procedimientos	Gestión sistemática de riesgos	Factores de riesgo	Respuesta a los riesgos
1	M2 (Tabla 7.5)				
2	M3 (Tabla 7.1)				
3	M4 (Anexo 5.2)				
4	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)				
5	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)				
6	M6				

**Tabla 5.9. Formato MATRIZ de DATOS (#AC-2 – Gestión de riesgos).**

#### Diagramas de red.

Un diagrama de red es un conjunto de nodos o puntos interconectados por enlaces o líneas que representan corrientes de acciones, eventos y procesos. Permiten visualizar relaciones complejas entre variables. Juega un papel similar al de las matrices. No se emplearán en este caso.

#### ESTRATEGIAS GENERALES DE ANÁLISIS.

Yin (2009) considera cuatro estrategias genéricas:



1. *Basada en proposiciones teóricas.*

Es la primera y la preferida. Consiste en basar el análisis de los datos en los resultados del estudio del estado del arte que inspiran la investigación, estado del arte en base al que se plantearon los objetivos de la investigación, sus preguntas, y su diseño en general.

Uno de los objetivos de la manipulación analítica de los datos es permitir que emerja la estrategia general de análisis; en este caso, dado que la recogida de datos ha estado guiada por el resultado de la revisión del estado del arte, la estrategia central a seguir en esta investigación ya se ha mencionado tácitamente, pues estará basada en las proposiciones teóricas procedentes de la citada revisión y condensadas en las categorías y sub-categorías que se presentan en la Tabla 3.4 y en las ideas del Gráfico 5.2.

2. *Desarrollo de una descripción del caso.*

Se trata de crear un marco descriptivo para organizar el estudio de caso. No será de aplicación en esta investigación.

3. *Uso de datos cuantitativos.*

No será la estrategia central, aunque tal y cómo se ha expuesto anteriormente ciertos datos cualitativos procedentes de las entrevistas llevarán asociados datos cuantitativos, lo que permitirá su análisis estadístico.

4. *Examen de explicaciones rivales.*

Es compatible con cualquiera de las otras tres. Anteriormente se expuso la utilidad de las “explicaciones rivales” en la interpretación de los hallazgos. Se entiende por “explicaciones rivales” las diferentes causas que pueden justificar cada uno de los hallazgos de la investigación. Determinar cuál de las posibles “explicaciones rivales” de un cierto hallazgo es más plausible, descartando por tanto las restantes, aporta validez interna a la investigación. Las “explicaciones rivales” son una amenaza para la validez de la investigación y deben ser identificadas y descartadas.

## TÉCNICAS ESPECÍFICAS DE ANÁLISIS DE DATOS.

A continuación se describen cinco técnicas específicas de análisis de datos que pueden ser utilizadas sobre la representación de los datos condensados, como parte de y conjuntamente con cualquiera de las cuatro estrategias mencionadas (Yin 2009). Estas técnicas están especialmente destinadas a crear y demostrar validez interna y externa del estudio de caso.

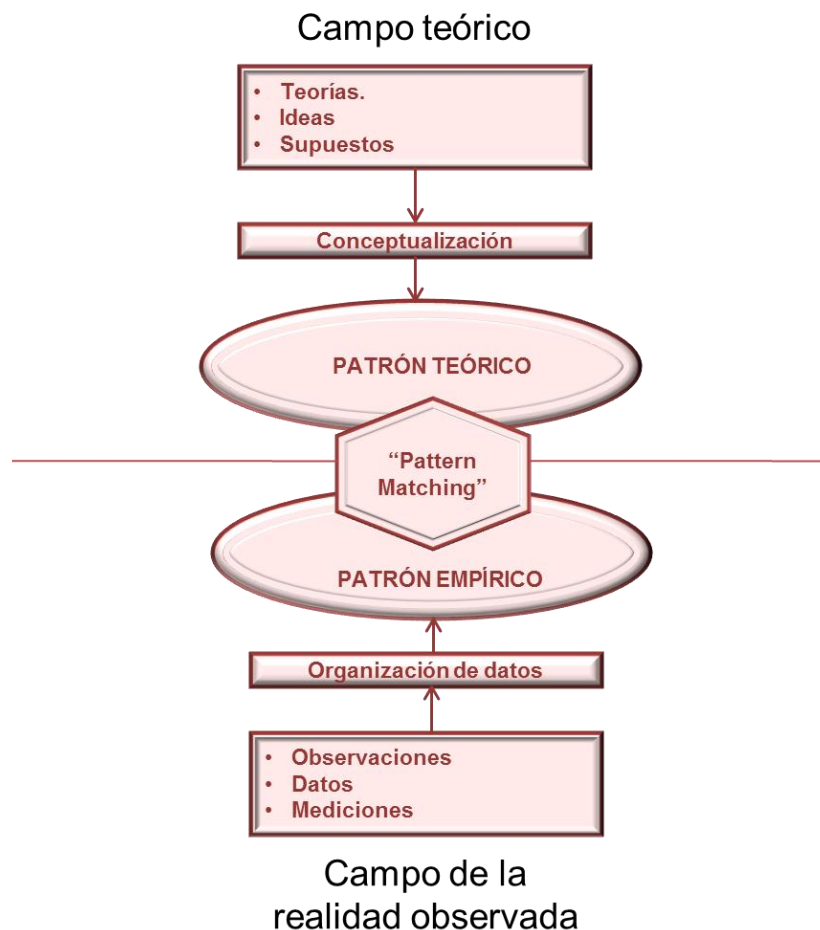
1. *“Pattern-matching”.*

Consiste en evidenciar la concordancia entre los hallazgos de la investigación en cada caso individual (patrones empíricos) con distintos patrones teóricos. El hecho de que un cierto hallazgo (un patrón empírico) se corresponda con un patrón teórico aporta validez interna a la investigación. Adicionalmente, con el fin de incrementar la validez de la investigación, se debe intentar evaluar para cada hallazgo posibles “explicaciones rivales”. Dentro de cada caso individual, la concordancia entre el patrón empírico y una de las “explicaciones rivales” sería una evidencia que permitiría afirmar que la explicación es la correcta (y que las otras explicaciones por tanto son incorrectas), hecho que aporta validez interna a la investigación.

Las matrices de datos condensados son la herramienta esencial de la técnica de "pattern-matching", pues permiten visualizar conjuntamente diferentes ideas, resultados, perfiles, etc., lo que a su vez facilita la detección de patrones empíricos.

Esta será la técnica básica utilizada en la presente investigación a nivel de extracción de las conclusiones de cada caso individual.

El Gráfico 5.6 presenta un esquema ilustrativo de esta técnica.



**Gráfico 5.6. Modelo básico de "pattern-matching" (basado en Trochim 1989).**

2. *"Explanation building"*.

Se trata de crear una explicación de cada aspecto del caso, una teoría inicial que sirve de patrón. Se produce entonces un proceso iterativo, comparando el patrón con diferentes aspectos que modifican el patrón original hasta llegar a una conclusión final. Es el tipo particular de "pattern matching" que se utilizará en esta investigación.

3. *"Time series analysis"*.

Básicamente es "pattern matching" a lo largo del tiempo. Tanto el patrón como la variable a comparar presentan una evolución temporal. No es aplicable al objeto de esta investigación.

#### 4. Modelos lógicos.

También es un tipo de "pattern matching", pero mediante una cadena lógica en la que cada evento es efecto del anterior y causa del siguiente. Tampoco es aplicable en esta investigación.

#### 5. "Cross-case synthesis".

Análisis comparado de casos. Específico de multi-caso y siempre en conjunto con alguno de los anteriores. Se aplicará en la presente investigación y será descrito en el apartado siguiente.

##### 5.2.3.4.- Hallazgos de los casos individuales.

Una vez realizado el análisis de los datos de acuerdo al procedimiento expuesto, corresponde elaborar los hallazgos de cada caso individual. Los hallazgos serán ideas descriptivas del fenómeno investigado y se desarrollarán a partir de los patrones empíricos identificados y contrastados con la teoría.

Miles et al. (2013) destacan la importancia de argumentar y presentar también los hallazgos de una investigación cualitativa de forma visual, gráfica y concisa, para ello se utilizarán las ya mencionadas MATRICES DE HALLAZGOS DE CASO, aunque adicionalmente la argumentación de los hallazgos se reforzará con un texto explicativo.

Las matrices de datos condensados permiten descubrir las relaciones existentes entre las distintas evidencias asociadas a cada aspecto del fenómeno investigado, a partir de ahí se extraen para cada empresa los hallazgos correspondientes. Para ello se utilizan las matrices de hallazgos de caso, cuyo diseño se basa en la figura 11.7 de Miles et al. (2013). Una matriz de hallazgos de caso es una estructura de argumentos que incluye los hallazgos y los diferentes elementos en los que se apoya su extracción, elementos que pueden ser teóricos (referencias bibliográficas en las que se sustenta el patrón teórico) o evidencias derivadas del análisis de los datos empíricos.

En principio se generará una matriz (o varias meta-matrices) por cada pregunta específica de la investigación. Cada matriz se identificará con la letra identificativa de la empresa, las letras "HC" (hallazgos de caso), el número de la pregunta específica de la investigación correspondiente (o letra "C" si se refiere al contexto y el número de orden de la matriz (puede haber varias matrices de hallazgos para cada pregunta), (por ejemplo, #A-HC-2-1 sería la primera matriz de hallazgos de caso de la empresa "A" correspondiente a la pregunta específica 2 y #A-HC-C-1 sería la primera matriz de hallazgos de caso de la empresa "A" correspondiente al contexto de la investigación).

La Tabla 5.10 representa el formato de la citada matriz elaborado de acuerdo a los criterios expuestos.

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN / ASPECTO DEL CONTEXTO:					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			

**Tabla 5.10. Formato MATRIZ de HALLAZGOS DE CASO.**

Cada matriz de hallazgos de caso cuenta con los siguientes campos:

- PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN / ASPECTO DEL CONTEXTO. Pregunta específica de la investigación o aspecto del contexto de la misma al que corresponden los hallazgos enunciados en la tabla.
- EVIDENCIAS. Datos o evidencias que apoyen y justifiquen el hallazgo.
  - DATOS CONDENSADOS. Datos condensados específicos a partir de los cuales se ha extraído el hallazgo.
  - OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA. Hallazgos previos que puedan justificar o argumentar el hallazgo en cuestión.
  - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. Referencias bibliográficas relacionadas.
- HALLAZGO. Enunciado de cada hallazgo.
- CÓDIGO: De cada hallazgo concreto. Ejemplo: #A-HC-2-1-1 sería el hallazgo número 1 de la empresa "A" relacionado con la pregunta específica 2 (y se presenta en la matriz de hallazgos #A-HC-2-1).
- COMENTARIOS. Breves reflexiones o puntualizaciones sobre cualquiera de los campos anteriores.

#### 5.2.3.5.- Revisión de los hallazgos por parte de informadores clave.

Como ya se expuso en apartados anteriores, Yin (2009) y Taylor et al. (2011) proponen la revisión de los hallazgos con informadores clave para incrementar la validez de construcción de la investigación. A tal fin, una vez extraídos los hallazgos en cada unidad de análisis, se procederá a contrastarlos con los directivos A1 y B1. Para ello se mantendrá una entrevista semiestructurada con cada uno de ellos.

*Justificación de la selección de los informadores clave.*

A lo largo de la FASE 3 se ha contado con tres informadores-tipo: alta dirección (A0 y B0), directivos de área (A1 y B1) y jefes de obra (A2-A7 y B2-B7). Se ha estimado que A1 y B1 son los informadores clave que más valor podrían aportar de cara a la revisión de los hallazgos porque reúnen dos características relevantes, de una forma más equilibrada que los otros dos informadores-tipo: visión global de la empresa y cercanía a la gestión de obra.

*Tipo, contenido y objetivos de las entrevistas.*

Al igual que en las anteriores ocasiones, las entrevistas a realizar a A1 y B1 (las características de este tipo de entrevistas se describieron en el apartado 5.2.3.1).

El contenido de las entrevistas se centrará en plantear a los entrevistados los hallazgos de la investigación en cada una de sus empresas, que se extraerán -según se expuso en el apartado anterior- a partir de las Matrices de Datos Condensados y de las Matrices de Hallazgos. Estos hallazgos se presentarán en el capítulo séptimo. Una vez extraídos los citados hallazgos, se desarrollará el guion de las entrevistas, que se incluirá en un guion aportado en un anexo a determinar en el capítulo séptimo.

En el apartado 5.2.1.3 se expusieron las características que debía reunir el protocolo del estudio de caso (FASE 3), mientras que el Anexo 8 recoge el citado protocolo. En esta ocasión no se requiere desarrollar un protocolo en sí, pues los entrevistados ya conocerán la investigación. No obstante, sí es necesario definir aquí las características específicas del guion de las entrevistas.

El criterio para redactar las preguntas a plantear a los entrevistados es que deben permitir extraer su opinión en relación a los hallazgos de la investigación en cada una de sus empresas, lo que no implica que deban plantearse directamente los propios hallazgos, pues el objetivo es facilitar la comprensión del entrevistado del significado último de lo preguntado. Solo se formularán preguntas cerradas. Las preguntas pedirán a los entrevistados que valoren entre 1 y 5 su nivel de acuerdo con la idea planteada (relacionado con cada hallazgo concreto), (1, totalmente en desacuerdo, 2 en desacuerdo, 3 indiferente, 4 de acuerdo y 5 muy de acuerdo). Este sistema permitirá hacer un tratamiento cuantitativo de las respuestas. No obstante, al igual que las otras entrevistas a realizar durante la FASE 3, la conversación debe ser fluida, provocando que el entrevistado apunte, diga o plantee todo aquello que considere oportuno, tanto en relación a lo explícitamente preguntado, como respecto a cualquier tema que cada entrevistado desee. En particular, se planteará a los entrevistados en cada caso su valoración cualitativa de cada aspecto planteado (independientemente de su grado de acuerdo con el mismo) y se les solicitará la sugerencia de posibles mejoras en la gestión de las reservas para contingencias. Estas posibles mejoras serán tenidas en cuenta de cara al planteamiento de las conclusiones de la investigación en el capítulo octavo. Las preguntas se agruparán en bloques definidos para introducir al entrevistado de una forma natural y comprensible en el objeto de la investigación. Con el fin de garantizar la trazabilidad de los datos, las distintas preguntas de las entrevistas irán identificadas con un código acorde con el siguiente formato:

“Número de bloque. Número de Orden de la pregunta dentro del bloque - Código del hallazgo relacionado con la pregunta (según apartado 5.2.3)”.

Así, la pregunta 6.1-#A-HC-2-1-1 sería la primera pregunta del sexto bloque y estaría relacionada con el primer hallazgo de la empresa “A” relacionado con la pregunta específica 2 (y se presenta en la matriz de hallazgos #A-HC-2-1).

Estas entrevistas se gestionarán, a efectos de control y registro, bajo los mismos criterios y con las mismas herramientas que las otras entrevistas a realizar en la FASE 3 (apartado 5.2.3.2: base de datos de los estudios de caso).

Durante estas entrevistas cabe la posibilidad de que se extraigan nuevos hallazgos que maten o complementen a algunos de los que son objeto de revisión. Estos nuevos hallazgos se identificarán con el código del hallazgo con el que están relacionados añadiéndole una letra minúscula a partir de la “b”; así, por ejemplo, el hallazgo #A-HC-2-1-1b habría sido extraído en

la entrevista de revisión de hallazgos mantenida con A1 y estaría relacionado con el hallazgo - #A-HC-2-1-1.

*Criterios de validación de los hallazgos.*

Tras haber realizado las entrevistas de revisión de los hallazgos con A1 y B1 se efectuará el análisis de las respuestas obtenidas. Para ello se tendrá en cuenta el valor asociado a cada respuesta ( $1 \leq X \leq 5$ ). A partir de estos valores y de los siguientes límites se determinará un nivel de aceptación de los hallazgos de cada caso individual:

- VALIDEZ FUERTE:  $X \geq 4$
- VALIDEZ ACEPTABLE:  $3 \leq X < 4$
- VALIDEZ DÉBIL:  $2 \leq X < 3$
- RECHAZO:  $1 \leq X < 2$

A la hora de evaluar la validez de los hallazgos, se considerarán las matizaciones que los entrevistados efectúen, por tanto, la respuesta que se tendrá en cuenta será la correspondiente al conjunto “hallazgo inicial + hallazgo de matización extraído en la revisión de hallazgos”.

Un hallazgo se considerará como válido siempre y cuando su validez sea “fuerte” o “aceptable” según este baremo.

#### **5.2.4.- Proceso de Investigación: FASE 4.**

Una vez analizado cada caso individual, extraídos y validados sus hallazgos según se ha expuesto en el apartado anterior, se realizará un análisis comparado de ambos casos (“Cross-case synthesis”) con el fin de extraer las proposiciones generales de la investigación, para ello se seguirá el enfoque de “replicación”, no un enfoque estadístico. Como ya se ha expuesto anteriormente, Yin (2009) considera dos tipos de replicación, una es la conocida como “replicación literal”, que se produciría al observar el mismo hallazgo en los dos casos, el otro tipo de replicación se conoce como “replicación teórica” y se produciría si en uno de los casos no se obtiene el mismo resultado que en el primero como consecuencia de circunstancias predecibles. La “replicación teórica” permite respaldar el resultado con más robustez.

Tal y como se expuso en el apartado en el que se abordó el diseño de la investigación, las proposiciones así extraídas del estudio de casos múltiple se podrán generalizar a nivel teórico, no estadístico (generalización analítica). De hecho, el resultado de la investigación es una teoría o un conjunto de proposiciones teóricas consecuencia de la generalización a nivel analítico de las conclusiones del estudio comparado de los casos individuales. No obstante, es relevante destacar que la generalización se producirá únicamente en el ámbito de la investigación. Por ello, una vez determinadas las características de las empresas seleccionadas como casos de estudio, se concretarán los aspectos definitorios del ámbito inicial al que se postulará la generalización de los resultados provisionales fruto de la FASE 4.

Al igual que para presentar los hallazgos cada estudio de caso, la justificación y presentación de los resultados de la investigación tras el proceso de “cross-case synthesis” se realizará esencialmente de forma gráfica (complementada con textos descriptivos), para ello se utilizará el formato ya mencionado de MATRIZ DE PROPOSICIONES GENERALES cuyo

formato se presenta en la Tabla 5.11. Se generará una matriz por cada resultado provisional, por lo que el código de la matriz será el de su resultado provisional correspondiente.

<b>PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN / ASPECTO DEL CONTEXTO:</b>					
<b>HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL</b>			<b>REPLICACIÓN</b>	<b>PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
<b>CÓDIGO HALLAZGOS</b>	<b>CASO “A”</b>	<b>CASO “B”</b>		<b>PROPOSICIÓN GENERAL</b>	<b>CÓDIGO PROPOSICIÓN</b>

**Tabla 5.11. Formato MATRIZ de PROPOSICIONES GENERALES.**

Cada matriz de proposiciones generales cuenta con los siguientes campos:

- **PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN / ASPECTO DEL CONTEXTO:** Pregunta específica de la investigación o aspecto del contexto de la investigación al que corresponden las proposiciones enunciadas en la tabla.
- **CÓDIGO HALLAZGOS:** De cada hallazgo concreto de caso individual.
- **CASO “A” (o “B”).** Enunciado de cada hallazgo de caso individual.
- **REPLICACIÓN.** Tres posibilidades: literal (se produce la misma conclusión en ambos casos), teórica (no se produce el mismo hallazgo en ambos casos por razones predecibles), no hay replicación (por tanto no se puede extraer a partir de esos hallazgos individuales ninguna proposición final de la investigación, es decir no se puede generalizar).
- **PROPOSICIÓN GENERAL.** Enunciado de cada proposición general de la investigación. Consecuencia del análisis de replications. El conjunto de las proposiciones generales conforman los resultados provisionales de la investigación, a falta de la FASE 5.
- **CÓDIGO PROPOSICIÓN.** De cada proposición general de la investigación. Ejemplo: PG2-3 sería la proposición general número 3 relacionada con la pregunta específica 2, mientras que PGC-2 sería la proposición general número 2 relacionada con el contexto de la investigación.

### **5.2.5.- Proceso de investigación: FASE 5.**

Yin (2009) relaciona el número de casos a analizar con la complejidad de los resultados esperados, de tal forma que para generar una teoría sencilla y descriptiva –como ocurre en esta investigación- dos casos pueden ser suficientes. Sin embargo, este autor reconoce que

cuanto mayor sea el número de casos (de replicaciones, en definitiva) mayor será la certeza de los resultados de la investigación. En paralelo con esta cuestión, Yin (2009) defiende que la validez externa de un estudio de casos no está tanto relacionada con la posibilidad de transferir los resultados de una investigación a casos similares (generalización estadística), cuanto con la posibilidad de generalizar los resultados de la investigación a un cuerpo teórico más amplio (generalización analítica). De este modo, la validez externa de la investigación se consigue al establecer el dominio al que sus hallazgos se puedan generalizar; no obstante, si como se apuntó anteriormente, el número de casos analizados incrementa la certeza de los resultados de la investigación, también incrementa la fiabilidad sobre el dominio al que se pueden generalizar, por tanto incrementa la validez externa de la investigación y por ende la posibilidad en sí de generalizar sus resultados (a nivel analítico).

Yin (2009), Taylor et al. (2011) y Miles et al. (2013), defienden que para argumentar la validez externa de una investigación es necesario relacionar exhaustivamente el modelo teórico desarrollado con la literatura. Adicionalmente, y en línea con los postulados de Yin (2009) expuestos en el párrafo anterior, Taylor et al. (2011) plantean que para argumentar la validez externa de su investigación los investigadores deben demostrar la aplicabilidad del modelo, describiendo escenarios diferentes a los casos analizados que puedan ser explicados por el modelo teórico desarrollado. Miles et al. (2013), también reconocen la problemática relacionada con la transferencia de los resultados de un estudio de caso a otros contextos y situaciones, y de forma similar a los anteriores autores apuntan que para favorecer la validez externa de un estudio de casos, se debe comprobar que sus conclusiones sean aplicables en situaciones comparables a las analizadas.

Falk y Guenther (2006) realizaron un estudio sobre el tratamiento que recibía en la literatura la posibilidad de generalizar los resultados de las investigaciones cualitativas y en concreto de los estudios de caso. Su principal conclusión es que la mayor parte de los autores coinciden en que los estudios cualitativos pueden crear una base para entender situaciones diferentes a aquellas que se investigaron (generalización analítica). La fortaleza de esa base depende –entre otras cuestiones- de su atención a la validez de la investigación.

A partir de lo anterior y con el fin de contrastar los resultados provisionales de la investigación en otros escenarios distintos a los analizados, reforzando así la validez externa de la misma, durante la FASE 5 de la investigación se llevarán a cabo diversas entrevistas semiestructuradas con directivos de empresas constructoras diferentes a “A” y “B”. El proceso a seguir en la FASE 5 se representa en los Gráficos 5.1 y 5.4. En línea con la idea expuesta en el apartado anterior, las características de las empresas seleccionadas para participar en la FASE 5 de la investigación permitirán definir el ámbito final al que se podrán generalizar los resultados definitivos de la misma.

El resultado de la FASE 5 de la investigación será en sí el resultado de la misma.

#### 5.2.5.1.- Criterios de selección de las empresas.

El objeto de la FASE 5 es contrastar los resultados provisionales de la investigación con la práctica real de empresas constructoras diferentes a la empresa “A” y a la empresa “B”. Taylor et al. (2011) defienden que un estudio de caso presentará más validez externa (y por ende posibilidades de generalizar sus resultados) en la medida en la que sus resultados se comprueben en más y más diferentes escenarios. Por esta razón, los resultados provisionales de la investigación se contrastarán en un número de empresas a determinar una vez que se establezcan los criterios de selección de las empresas “A” y “B”. Estos criterios de selección serán definidos en el capítulo sexto; los distintos valores que puedan tomar determinarán los diferentes tipos plausibles de empresas y por tanto el número de empresas a analizar en la FASE 5.



En el capítulo séptimo se expondrán las características exigibles a las empresas de referencia para la FASE 5, las empresas en sí y la justificación de su elección.

#### 5.2.5.2.- Criterios de selección de los directivos.

La única fuente de datos de cada empresa de referencia para la FASE 5 será una entrevista semiestructurada con un directivo de la misma. No obstante, para facilitar la captación de directivos, no será exigible que trabajen en la actualidad en la empresa de referencia, sino que hayan desarrollado su actividad profesional en ella durante al menos tres años. Los directivos deberán contar con un perfil profesional acorde con las características que se exponen a continuación:

- Titulados universitarios en ingeniería o arquitectura (de grado medio o superior).
- Experiencia profesional en el sector de la construcción no inferior a quince años.
- Experiencia profesional en la empresa de referencia no inferior a tres años. La empresa de referencia tendrá características diferentes a "A" y "B" en torno a los criterios de selección de ambas; estas características se definirán en el capítulo séptimo.
- Puesto de trabajo en la empresa de referencia: jefes de grupo o superior.

En el capítulo séptimo se presentarán las características profesionales de las personas entrevistadas y se justificará su elección a partir de los criterios anteriores.

#### 5.2.5.3.- Número de directivos a entrevistar.

El número de directivos a entrevistar se definirá en el capítulo séptimo, una vez que se conozcan los criterios de selección de las empresas "A" y "B". La lógica que se aplicará para determinarlo, será entrevistar a tantos directivos como variantes de empresas se consideren en relación a los criterios de selección de "A" y "B".

De acuerdo con los criterios de codificación expuestos en el apartado 5.2.3.2 y con el fin de salvaguardar en todo momento la confidencialidad necesaria, los directivos se identificarán con el código "\*\*O", donde "\*" será una letra mayúscula identificativa de la empresa en cuestión.

#### 5.2.5.4.- Tipo, contenido y objetivos de las entrevistas.

Las entrevistas a realizar a los directivos de otras empresas serán del tipo semiestructurado, al igual que las que se realizarán durante la FASE 3 de la investigación (las características de este tipo de entrevistas se describieron en el apartado 5.2.3.1).

El contenido de las entrevistas se centrará en plantear a los entrevistados los resultados previos de la investigación, que se extraerán -según se expuso en el apartado anterior- a partir de las matrices de proposiciones generales. Estos resultados provisionales se presentarán en el capítulo séptimo. Una vez extraídos los citados resultados provisionales, se desarrollará el guion de las entrevistas, que se incluirá en un protocolo aportado en un anexo a determinar en el capítulo séptimo.

En el apartado 5.2.1.3 se expusieron las características que debía reunir el protocolo del estudio de caso (FASE 3), mientras que el Anexo 8 recoge el citado protocolo. El protocolo a utilizar para guiar el desarrollo de las entrevistas de la FASE 5 no requiere el nivel de detalle y profundidad del protocolo del estudio de caso, pero sí es necesario definir aquí sus características específicas a partir de lo expuesto en el citado apartado 5.2.1.3.

## CARACTERÍSTICAS DEL PROTOCOLO DE LAS ENTREVISTAS A DESARROLLAR EN LA FASE 5.

Su ámbito es la entrevista individual. Es más importante si cabe cuando se trata de entrevistar a varias personas, pues garantiza que en cada caso la recolección de datos se haga de forma similar. Además es la mejor manera de incrementar la consistencia de la investigación.

El protocolo debe tener las siguientes secciones:

- Descripción general del proyecto de investigación (objetivos, preguntas de la investigación, resultados previos de la investigación, etc.).
- Procedimientos de campo (presentación de credenciales, lenguaje relativo a la protección de cuestiones humanas, fuentes de datos, etc.).
  - Cómo acceder a las figuras clave a entrevistar y ganar su confianza.
  - Recursos materiales suficientes (PC, material de oficina, una mesa, etc.).
  - Calendario preciso de entrevistas.
  - Previsión de hechos imprevistos.
- Preguntas a poder responder con las evidencias (en este caso, se trata de contrastar la validez de los resultados provisionales de la investigación), preguntas planteadas a los entrevistados, tablas-tipo para volcar determinados tipos de datos y las fuentes potenciales de datos para cada pregunta. Es el corazón del protocolo.

Las tablas-tipo también son muy útiles porque recuerdan los datos a recabar en cada unidad de recolección de datos y para cada caso.

- Guía para el informe final de la FASE 5. Debe contener una idea básica: el esquema del informe final, es decir de cómo presentar los hallazgos y conclusiones que se extraigan.

El criterio para redactar las preguntas a plantear a los entrevistados es que deben permitir extraer su opinión en relación a los resultados provisionales de la investigación, lo que no implica que deban plantearse directamente los propios resultados, pues el objetivo es facilitar la comprensión del entrevistado del significado último de lo preguntado. Adicionalmente, cuando el resultado provisional lo permita, cada pregunta concreta debe focalizarse en la empresa de referencia del entrevistado. Solo se formularán preguntas cerradas. Las preguntas utilizarán una escala ordinal, pidiendo a los entrevistados que valoren entre 1 y 5 su nivel de acuerdo con la idea planteada (relacionado con cada resultado provisional concreto), (1, totalmente en desacuerdo, 2 en desacuerdo, 3 indiferente, 4 de acuerdo y 5 muy de acuerdo). Este sistema permitirá hacer un tratamiento cuantitativo de las respuestas, que se basará en el cálculo de la mediana. No obstante, al igual que en las entrevistas a realizar durante la FASE 3, la conversación debe ser fluida, provocando que el entrevistado apunte, diga o plantee todo aquello que considere oportuno, tanto en relación a lo explícitamente preguntado, como respecto a cualquier tema que cada entrevistado desee. En particular, se planteará a los entrevistados en cada caso su valoración cualitativa de cada aspecto planteado (independientemente de su grado de acuerdo con el mismo) y se les solicitará la sugerencia de posibles mejoras en la gestión de las reservas para contingencias. Estas posibles mejoras serán tenidas en cuenta de cara al planteamiento de las conclusiones de la investigación en el capítulo octavo. Las preguntas se agruparán en bloques definidos para

introducir al entrevistado de una forma natural y comprensible en el objeto de la investigación. Con el fin de garantizar la trazabilidad de los datos, las distintas preguntas de las entrevistas irán identificadas con un código acorde con el siguiente formato:

“Número de bloque. Número de Orden de la pregunta dentro del bloque - Código del Resultado Provisional relacionado con la pregunta (según apartado 5.2.4)”.

Así, la pregunta 6.1-PG2-2, será la primera pregunta del sexto bloque y está relacionada con la segunda proposición general (resultado provisional) correspondiente a la pregunta específica número dos.

Estas entrevistas se gestionarán, a efectos de control y registro, bajo los mismos criterios y con las mismas herramientas que las entrevistas a realizar en la FASE 3 (apartado 5.2.3.2: base de datos de los estudios de caso).

#### 5.2.5.5.- Criterios de validación de los resultados provisionales.

Tras haber realizado las entrevistas en la FASE 5 se efectuará el análisis estadístico de las respuestas obtenidas. Para ello se estimará la mediana de todas las respuestas ( $M_e$ ). A partir de las medianas y de los siguientes límites se determinará el nivel de aceptación de cada resultado provisional:

- VALIDEZ FUERTE:  $M_e \geq 4$
- VALIDEZ ACEPTABLE:  $3 \leq M_e < 4$
- VALIDEZ DÉBIL:  $2 \leq M_e < 3$
- RECHAZO:  $1 \leq M_e < 2$

El criterio para elevar a la categoría de definitivo un resultado provisional de la investigación es que haya sido validado de forma “fuerte” o “aceptable” de acuerdo al baremo anterior.

### **5.3.- CALIDAD METODOLÓGICA Y CIENTÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN.**

Yin (2009) destaca los cuatro test habitualmente utilizados para verificar la calidad de la investigación empírica en un contexto social:

- *Validez de construcción.* Supone que los indicadores operacionales que se utilicen sean correctos en relación con los conceptos investigados. Para conseguirlo existen tres tácticas: utilizar múltiples fuentes de evidencia (triangulación), preservar la cadena de evidencias y revisar el borrador del informe final del estudio de caso por parte de informadores clave.
- *Validez interna.* Pretende demostrar una relación causal, conforme a la cual ciertas condiciones que se supone que inducen a otras condiciones se diferencian de relaciones espurias. Hay cuatro tácticas de análisis de los datos que permiten conseguirla: hacer “pattern-matching”, hacer “explanation-building”, identificar explicaciones rivales y usar modelos lógicos.
- *Validez externa.* Permite definir el dominio al que los hallazgos de la investigación se pueden generalizar. Anteriormente se expuso que en estudios de caso la generalización no es estadística, sino analítica, lo que en estudios de multi-caso se

concreta en la generación de una teoría o conjunto de proposiciones teóricas en torno al fenómeno investigado que se generaliza (analíticamente) a un cuerpo teórico más amplio a partir de la lógica de la replicación. Las proposiciones resultantes del proceso de replicación tendrán un carácter preliminar, pues tal y como se detalló en el apartado 5.2.5, en la FASE 5 se realizarán una serie de entrevistas con directivos de empresas constructoras (diferentes a las utilizadas como unidades de estudio), con el fin de contrastar las citadas proposiciones, reforzando en su caso la validez externa de los resultados de la investigación.

- *Fiabilidad.* Se demuestra si los distintos pasos de una investigación pueden repetirse con los mismos resultados. Utilizar un protocolo del estudio de caso y desarrollar una base de datos de la investigación son herramientas para garantizarla.

La Tabla 5.12 resume y condensa las acciones concretas adoptadas en esta investigación, para garantizar y evidenciar la calidad de la misma y que han sido descritas a lo largo del apartado 5.2.

CRITERIO	ACCIONES DESARROLLADAS	ETAPA DE LA INVESTIGACIÓN
Validez de construcción.	Definición en el marco teórico de todos los aspectos investigados (apartado 5.2.3.1). Triangulación (apartado 5.2.3.2).  Mantenimiento de la cadena de evidencias (apartado 5.2.3.2).  Revisar el borrador del informe final del estudio de caso por parte de informadores clave (A1 y B1) (apartado 5.2.3.5).	Recogida de datos. Análisis de los datos.
Validez interna.	Utilizar la técnica de “pattern-matching” y “explanation building” (apartado 5.2.3).  Identificar explicaciones rivales para argumentar las conclusiones (apartado 5.2.3).	Análisis de datos.
Validez externa.	Utilizar la lógica de la replicación (literal y teórica) durante el análisis comparado de los dos casos para conseguir generalización analítica (apartado 5.2.4).  Entrevistas para contrastar los resultados provisionales (apartado 5.2.5).	Diseño de la investigación y análisis de datos.
Fiabilidad.	Desarrollar un protocolo del estudio de caso (apartado 5.2.1.3).  Desarrollar una base de datos de control de evidencias (apartado 5.2.3.2).	Diseño de la investigación y recogida de datos.

**Tabla 5.12. Acciones para garantizar la calidad metodológica y científica de la investigación.**

**UNIDAD DE ANÁLISIS**

## **PARTE IV: ANÁLISIS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

### **6.- UNIDAD DE ANÁLISIS.**

6.1.- JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LAS EMPRESAS.

6.2.- LA EMPRESA "A".

6.3.- LA EMPRESA "B".

## **6.- UNIDAD DE ANÁLISIS.**

En relación a la unidad de análisis, en el capítulo quinto se decidieron y justificaron dos aspectos esenciales:

- (i) La unidad de análisis más adecuada al objeto de la presente investigación es la empresa (constructora).
- (ii) A fin de permitir la replicación (literal y teórica) es condición necesaria realizar un estudio con un mínimo de dos casos (dos empresas).

El tercer aspecto esencial en relación a la unidad de análisis consiste en establecer los criterios de selección de los casos y justificar la idoneidad de las empresas elegidas en función de esos criterios. En el capítulo quinto únicamente se enunció este tercer aspecto, planteando la idea rectora de los criterios a definir: los casos seleccionados deben permitir la replicación (literal y teórica), que es la lógica en la que se basa la extracción de conclusiones en un estudio de casos múltiples (Yin 2009).

Así, en el presente capítulo se abordarán dos cuestiones fundamentales:

- (i) Definición de los criterios de selección de las empresas (casos) y justificación de la elección de las empresas en función de los mismos.
- (ii) Descripción de las empresas seleccionadas: historia, misión, objetivos, estructura organizativa, mercados, unidades de negocio, modelo de negocio, magnitudes principales y descripción del procedimiento operativo de planificación inicial de las obras. Las fuentes de información serán las entrevistas con los directivos (senior y junior), documentos entregados por las empresas y fuentes públicas (sitios “web” de las empresas, datos registrales). A lo largo de la exposición se referenciará la fuente de información según los códigos definidos en el Anexo 4, que registra las fuentes de información utilizadas para efectuar la descripción de las empresas analizadas; no obstante, para garantizar la confidencialidad de las empresas, en ningún momento se aportan las fuentes en sí, ni los nombres de las empresas, así mismo, tampoco se reflejan citas literales sobre las empresas procedentes de fuentes de información públicas. Para referenciar las fuentes de información se utilizará el formato (Ref., código de la fuente); así si la fuente tiene ya un código asociado (por ejemplo los informes de entrevistas a directivos) se utilizará ese código, en caso contrario se asignará a la fuente un código formado por dos caracteres, un número secuencial y la letra mayúscula identificativa de cada empresa.

### **6.1.- JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LAS EMPRESAS.**

El capítulo quinto se centra en describir el método de investigación. Únicamente quedó pendiente al concluir el citado capítulo el aspecto referido anteriormente: concretar el número de casos a analizar y definir bajo qué criterios se deben seleccionar. Yin (2009) aporta diversas ideas al respecto. Según este autor, la utilización de diseños multi-caso debe seguir una lógica de replicación, no una lógica estadística. Así, los casos en un estudio multi-caso deben ser seleccionados cuidadosamente de modo que, o bien permitan obtener hallazgos similares (replicación literal) o bien conduzcan a hallazgos opuestos predichos desde el principio por razones esperables (replicación teórica). Pero los casos no se deben seleccionar tratando de constituir una muestra estadísticamente representativa de una cierta población, pues en un

estudio de caso la generalización es analítica, no estadística, por lo que una teoría o una serie de proposiciones teóricas previamente desarrolladas son utilizadas como plantilla para comparar los resultados empíricos del estudio de casos. Si se comprueba que dos o más casos apoyan la misma teoría, se puede proclamar la replicación.

A la luz de este enfoque, para que los hallazgos de la investigación sean similares en varias empresas (esto es, para que se pueda producir replicación literal), estas deberán gestionar de forma similar los riesgos en obra con reservas para contingencias; para ello, y a partir del marco teórico de la investigación, una condición necesaria sería que los determinantes de la gestión de las reservas para contingencias que se describieron en el capítulo tercero (objetivos de la obra, uso consistente de las reservas, gestión dinámica, coste y factores de riesgo) tengan una expresión similar en las empresas elegidas como unidades de análisis. Utilizando el mismo argumento para el caso de la replicación teórica, sería necesario identificar alguno o algunos aspectos de los anteriores determinantes que mostrando una expresión diferente en las empresas conduzcan a hallazgos esperablemente opuestos.

A partir de los argumentos anteriores, es evidente que pueden existir al menos decenas de empresas constructoras españolas que a priori pudieran ser candidatas a ser analizadas. En tales circunstancias Yin (2009) recomienda efectuar un proceso de selección en dos etapas; así, en primera instancia conviene reducir el número de candidatos a veinte o treinta, para lo que se deben definir algunos criterios generales que puedan ser aplicados en base a datos fácilmente obtenibles (datos públicos). En la segunda etapa del proceso de selección, Yin (2009) recomienda huir a toda costa de un proceso de cualificación extensivo que pueda llegar a ser un mini-estudio de caso de cada candidato; esta idea toma si cabe mayor importancia en esta investigación, pues –como se pudo comprobar– el fenómeno investigado es realmente sensible para las empresas, hablar de riesgos es hablar de posibilidades de éxito, lo que justifica que la gestión de riesgos sea vista por muchas empresas como un factor de competitividad y por tanto un área estratégica en torno a la que debe primar la discreción. En estas circunstancias Yin (2009) defiende la necesidad de definir una serie de criterios operativos para evaluar a los candidatos, no olvidando que el objetivo esencial es elegir aquellos casos que mejor permitan la replicación (literal y teórica).

Para efectuar la pre-selección o primera selección recomendada por Yin (2009) se definió un criterio genérico: las empresas seleccionadas debían ser líderes del mercado, un criterio que se concreta en algunos de los factores expuestos en la Tabla 6.1. Una empresa líder es una empresa que se preocupa por la innovación, una empresa que se preocupa por mejorar; por tanto, una empresa líder es más probable que se implique a fondo en una investigación como esta, cualidad que resulta imprescindible para el buen fin de la misma.



<b>CRITERIOS DE PRESELECCIÓN DE EMPRESAS</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las empresas deben ser contratistas generales, con actividad en edificación y obra civil. La actividad similar facilita la replicación.</li> <li>2. Las empresas deben ser de origen español y tener su domicilio social en España. El contexto cultural también es un importante factor diferencial que puede habilitar la replicación.</li> <li>3. Liderazgo: deben tener una experiencia amplia, tanto en el tiempo (constituidas antes de 1990), como en el volumen histórico de producción. El criterio de aceptación de este último factor es que las empresas hayan construido como mínimo siete mil viviendas en los últimos veinte años.</li> <li>4. Liderazgo: no deben haber estado en situación de Concurso de Acreedores en los últimos veinte años. Este factor es indicativo de haber superado la reciente crisis vivida con éxito, lo que constituye un indicador de liderazgo.</li> <li>5. Criterio de conveniencia. Por razones prácticas de la investigación, las empresas deben tener obra en ejecución en los alrededores de Madrid.</li> <li>6. Interés de la empresa en la investigación.</li> </ol>

**Tabla 6.1. Criterios de preselección de empresas.**

A partir de aquí, se pre-seleccionaron diez empresas con las que se procedió a contactar para plantearles el proyecto y comprobar su disponibilidad. La fuente de información primaria fue la patronal del sector (CNC – Confederación Nacional de la Construcción) y sus organizaciones-miembro. Tres empresas mostraron interés en el proyecto, mientras que otras siete desistieron de participar en él, bien por razones de oportunidad o de índole estratégico.

En este punto se entró en la segunda fase del proceso de selección descrito por Yin (2009). Para ello se definieron unos criterios de selección basados en los determinantes de la gestión de las reservas para contingencias antes recordados y descritos con detalle en el capítulo tercero. La idea en torno a la que se definieron estos criterios fue –como ya se ha expuesto- que debían inducir la selección de empresas que permitieran la replicación. Caracterizar en cada empresa cuatro de los cinco determinantes (conocer si las empresas tienen en cuenta o no el coste de las reservas para contingencias, si gestionan de forma dinámica las reservas (y cómo lo hacen), si efectúan o no un uso consistente de las mismas o en qué medida los objetivos de la obra condicionan su gestión), requeriría efectuar algo que Yin (2009) recomienda evitar: un estudio extensivo de los candidatos. Adicionalmente, los citados cuatro determinantes están más relacionados con las condiciones concretas de cada obra específica que con el tipo de empresa, por lo que sería esperable que tuvieran una amplia gama de expresiones diferentes en las empresas. Por ambas razones, la fuente de criterios de selección de las empresas quedó constreñida al quinto determinante: los factores de riesgo. En el capítulo tercero se analizó el planteamiento que al respecto efectúan numerosos autores, se distinguió incluso entre enfoques centrados en factores de incertidumbre, factores de riesgo o causas de variación. Tal y como se expuso en el citado capítulo, la visión de Russell et al. (2012) tiene un carácter integral y recoge la esencia de los planteamientos de los autores analizados anteriormente. La Tabla 3.9 resume los principales factores de riesgo agrupados en nueve categorías según Russell et al. (2012); casi todos los factores de riesgo que recoge la

citada tabla dependen a su vez de cada obra concreta, por lo que, por las mismas razones expuestas anteriormente para descartar la utilización de los otros cuatro determinantes como fuentes de criterios de selección de las empresas, tampoco son de utilidad para definir los citados criterios. Sin embargo, algunos de los factores de riesgo recogidos por la Tabla 3.9 sí presentan un gran interés de cara a definir los criterios a utilizar para culminar el proceso de selección de las empresas objeto de análisis.

En el capítulo tercero se detalló cómo según ciertos autores, el tipo de contrato, el modelo de desarrollo de proyectos, puede ser en sí mismo un factor de riesgo para la empresa constructora. Así, según Slauson (2005), los contratos celebrados en un entorno de licitación competitiva (diseño-licitación-construcción) son una fuente de litigios y por tanto de riesgo para la empresa constructora; la Tabla 3.9 también recoge el tipo de contrato como un factor de riesgo (el primero del primer grupo). En el capítulo segundo se describió cómo la integración de la gestión (Gestión Integrada de Proyectos-IPD), formalizada mediante contratos relacionales, era una respuesta para superar las distorsiones planteadas por los modelos de desarrollo de proyectos tradicionales. La integración implica que todas las partes comparten riesgos y beneficios en función del grado de cumplimiento de los objetivos del proyecto. Confianza y respeto mutuo entre las partes, toma de decisiones colegiadas en todos los ámbitos (diseño, planificación...), intensa planificación del proyecto, comunicaciones abiertas, mentalidad basada en buscar lo mejor para el proyecto, no para cada parte..., todas estas ideas subyacen en los principios definidos por NASFA et al. (2010) que se expusieron en el capítulo segundo. Una de las características de los contratos relacionales que se describieron en ese capítulo, es que estos suelen crear bolsas económicas para cubrir posibles contingencias (reservas para contingencias integradas), eliminando así las reservas para contingencias ocultas de cada parte. Sin ánimo de profundizar aquí en las características de este tipo de contratos, la idea anterior induce a pensar que la integración es un elemento diferencial en torno a la gestión de reservas para contingencias, esto es, puede suponerse que aquellas empresas constructoras que trabajen en un contexto integrado podrían gestionar las reservas para contingencias de una forma diferente a como lo hacen las empresas que trabajan en un entorno tradicional.

A partir de lo anterior, se pensó que contar con empresas constructoras que desarrollaran fundamentalmente su actividad en un entorno integrado, frente a otras empresas, que desarrollen su trabajo esencialmente en un entorno tradicional, podría facilitar la replicación teórica de ciertos hallazgos, el tipo de replicación más potente, tal y como se argumentó en el capítulo quinto.

Por todo lo anterior se decidió que al menos una de las empresas finalmente elegidas debía ser una empresa esencialmente integrada. De las tres empresas candidatas tras la pre-selección solo una lo era: la empresa "A", además con un nivel de integración total, pues aunque están abordando la posibilidad de participar en el mercado en competencia con otras constructoras, de momento solo construye para la propia empresa.

Pero tal y como se expuso en párrafos anteriores, la Tabla 3.9 presenta varios factores de riesgo con interés de cara a definir los criterios de detalle para poder seleccionar las empresas objeto de análisis. Uno ya ha sido tratado (el tipo de contrato o de una forma más amplia el modelo de desarrollo de proyecto), el otro es el tamaño de la empresa constructora.

La Recomendación de la Comisión Europea de 6 de mayo de 2003 sobre la definición de microempresas, pequeñas y medianas empresas (2003/361/CE), estipula que una empresa será considerada GRAN EMPRESA si cumple los siguientes requisitos:

- Tener más de 250 trabajadores.
- Volumen de negocio anual superior a 50 MEur.
- Tamaño del balance superior a 43 MEur.

La empresa "A" –ya elegida por tratarse de una empresa integrada- es, de acuerdo con el criterio expuesto, gran empresa. Así, las otras dos empresas debía tener un tamaño también grande y lo más similar posible a la empresa "A". Las otras dos empresas pre-seleccionadas eran claramente mayores que la empresa "A". Se eligió la empresa "B" porque finalmente se descartó la tercera compañía, pues desarrolla una actividad centrada en un mercado muy concreto (la obra ferroviaria). Finalmente, a pesar de que hubiera sido deseable contar con más empresas solo se pudo incorporar al proyecto a dos compañías.

La Tabla 6.2 resume las características de las dos empresas seleccionadas ("A" y "B") en torno a los criterios de selección definidos, justificando así la elección de las mismas.

<b>CRITERIOS DE SELECCIÓN</b>	<b>EMPRESA "A"</b>	<b>EMPRESA "B"</b>
<b>CRITERIOS DE PRE-SELECCIÓN</b>		
1.- Actividad	Contratista general: obra civil y edificación	Contratista general: obra civil y edificación
2.- Domicilio Social	España	España
3.1. Año de constitución 3.2. Nº de viviendas construidas en los últimos 20 años.	1985 16.700	1960 9.000
4.- Situación concursal	Sin concurso de acreedores en los últimos 20 años	Sin concurso de acreedores en los últimos 20 años
5.- Conveniencia	Correcta	Correcta
6.- Interés en la investigación	Alto	Alto
<b>CRITERIOS DE SELECCIÓN FINAL</b>		
1.- Empresa esencialmente integrada	Sí	No (contratación con el grupo inferior al 10% del total).
2.- Tamaño	GRANDE	GRANDE

**Tabla 6.2. Justificación de la elección de las empresas "A" y "B".**

Tal y como se expuso en el capítulo quinto, los criterios de selección final de las empresas "A" y "B" (tamaño y nivel de integración) serán los criterios genéricos de selección de las empresas de referencia para la FASE 5 (validación externa). En el capítulo séptimo se expondrá la concreción de dichos criterios genéricos en requisitos más específicos, que permitan elegir empresas diferentes a "A" y "B" a fin contrastar los resultados provisionales de la investigación con compañías representativas de los diversos tamaños y niveles de integración posibles.

A fin de caracterizar las unidades de análisis de la investigación, en los próximos apartados se va a proceder a describir las características esenciales de las empresas seleccionadas de acuerdo con el esquema planteado en la introducción del presente capítulo.

## **6.2.- LA EMPRESA “A”.**

### **6.2.1.- Historia y antecedentes.**

La empresa “A” fue creada en 1975, desarrollado desde entonces su actividad inmobiliaria en los ámbitos residencial, industrial y terciario en España. En 2004 comenzó su expansión internacional (Ref. 1A).

La empresa “A” es una empresa promotora con un alto grado de integración vertical: gestiona y desarrolla suelo, diseña sus edificios e infraestructuras, construye sus propios desarrollos (tanto a nivel de obra civil como de edificación) y los comercializa (Ref. Inf-Ent-A0). No es una empresa que construya para un cliente externo bajo un contrato relacional, sino que va más allá, pues es una empresa completamente integrada. Tal y como se apuntó anteriormente, a pesar de que en estos momentos están abordando la posibilidad de participar en el mercado en competencia con otras constructoras, de momento solo construye para la propia empresa.

### **6.2.2.- Objetivos y estrategia.**

Según el informe Ref. 1A, el objetivo de la empresa “A” es crear viviendas bien pensadas.

Su estrategia de desarrollo se basa en la integración vertical y la internacionalización, inspirándose a su vez en diez ideas básicas representativas de su visión:

- la experiencia como fuente,
- cumplimiento de compromisos,
- escuchar,
- profesionales al servicio del cliente,
- optimización del espacio,
- tecnología y seguridad en el hogar,
- garantía económica,
- calidad universal,
- compromiso social,
- viviendas diseñadas para el usuario.

### **6.2.3.- Ámbito geográfico.**

En la actualidad, la empresa “A” tiene en cartera en desarrollo en España, Portugal, Rumanía, Bulgaria, República Checa, Polonia, Marruecos, Ecuador, México y Panamá (Ref. 1A).

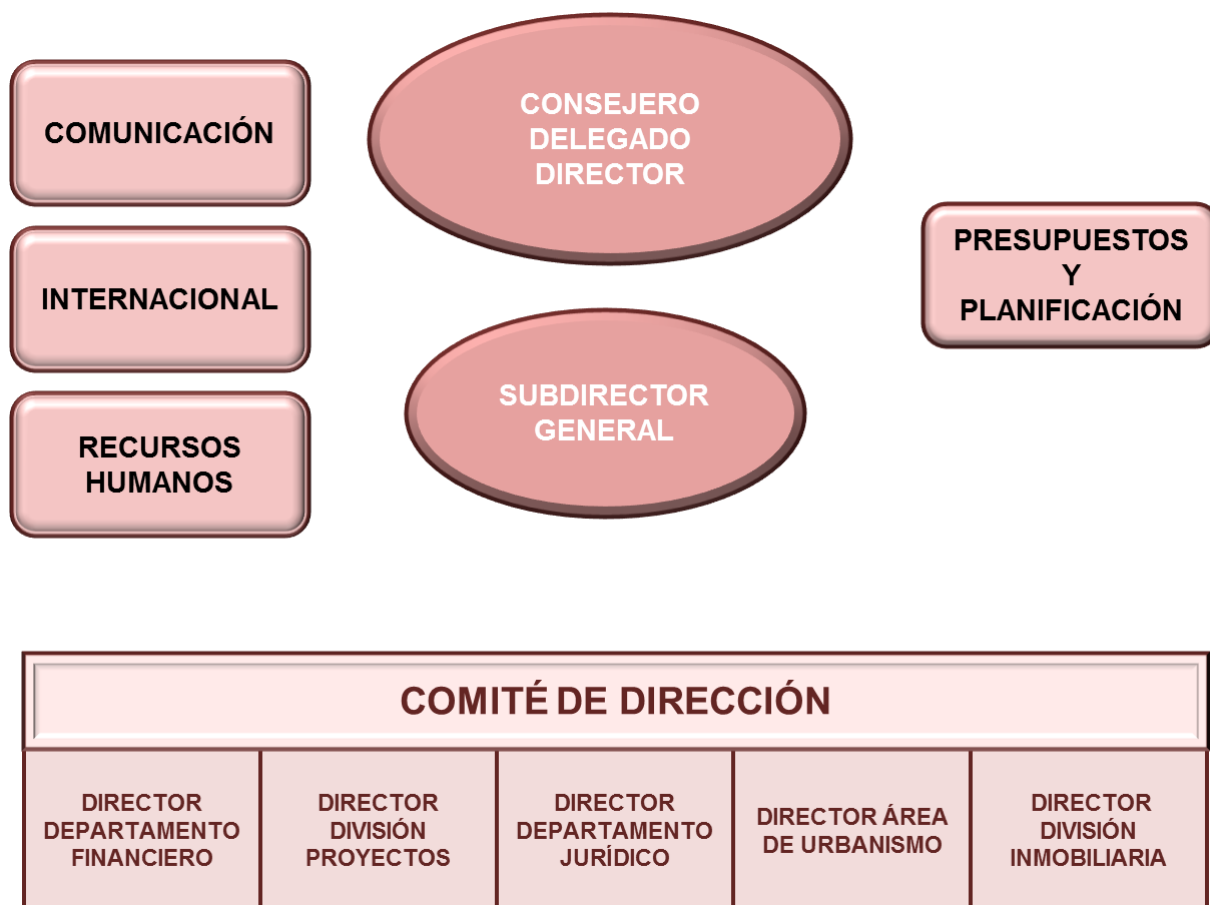
#### **6.2.4.- Unidades de negocio.**

La empresa "A" está conformada por tres unidades de negocio diferenciadas (Ref. 1A):

1. **PROMOCIÓN INTEGRAL.** Diseño, desarrollo de suelo (urbanización), edificación (residencial, industrial, terciario) y comercialización del producto final. Es el corazón de su modelo de negocio.
  - Planeamiento y Urbanismo. Diseño y ejecución de todos los instrumentos de planeamiento. Urbanismo pensado y realizado para la optimización del producto final. Gestión, tramitación y experiencia al servicio del aporte de valor al suelo.
  - Residencial. Todos los procesos relacionados con vivienda. En todas sus tipologías: pisos y chalets en todas sus variantes, áreas verdes y de recreo, zonas comunes, trasteros, garajes, etc. Diseño de proyectos, construcción y venta. Gestión de licencias. Atención integral de posventa.
  - Project Management y Monitoring. Soluciones globales a medida. Planificación, organización, administración, dirección y control de recursos para alcanzar los objetivos con agilidad. Conocimiento del estado del proyecto. Identificación de incidencias jurídicas, técnicas o económicas. Definición en tiempo real de la situación de cada fase.
  - Industrial y Logística. Soluciones a medida para cualquier industria, a todos los niveles: naves y suelos industriales y logísticos. Elaboración "llave en mano". Rapidez en la ejecución como principal ventaja competitiva. Identificación de clientes y supervisión del proceso de venta.
  - Terciario y Comercial. Gestión de centros comerciales y locales de negocio, construcción de proyectos a medida para residencias de mayores, guarderías, estaciones de servicio, hoteles, etc. Optimización de parcelas. Cambios de uso.
  - Construcción, diseño y desarrollo de proyectos. La empresa "A" actúa como contratista general de sus propios proyectos. Dirección y coordinación de obra nueva, iniciada, rehabilitación, control de proyectos de obra civil, urbanización y edificación orientado a la calidad, análisis de costes, plazos e informes de viabilidad.
2. **CONSTRUCCIÓN.** En la actualidad esta unidad de negocio trabaja casi en exclusiva para las promotoras del grupo. No obstante, en la actualidad la empresa ha definido como objetivo estratégico de la unidad de negocio de construcción que se consolide como contratista general para terceros.
3. **PROJECT MANAGEMENT.** Servicios de gestión integral de proyectos para terceros.

#### **6.2.5.- Estructura organizativa.**

El Gráfico 6.1 presenta el organigrama de la compañía.



**Gráfico 6.1. Organigrama Empresa "A" (Ref. 2A).**

A continuación se describe con detalle las principales actividades desempeñadas por los cinco principales departamentos de la empresa (Ref. 1A).

DIVISIÓN PROYECTOS.

**Departamento Técnico:**

- Diseño de proyectos. Estudio de arquitectura propio.
- Asistencia técnica y control de calidad: asistencia geotécnica, control de materiales y pruebas de funcionamiento.
- Análisis estructural y estudio de patologías: estudio de alternativas, soluciones técnicas, control de proyecto y de ejecución de estructuras, análisis.
- Instalaciones: control de proyecto, pruebas de funcionamiento, gestión y mantenimiento de las instalaciones.
- Certificación energética de edificios.
- Licencias.
- Topografía.
- Departamento de prevención, seguridad y salud.

### **Área Construcción:**

- Gestión, seguimiento y ejecución de construcción: planificación, control de desviaciones, estudio de alternativas, soluciones técnicas, control de costes, control de mediciones, control de calidad de acabados.
- Gestión de sub-contrataciones.
- Seguimiento y análisis de proyecto: cumplimiento de la normativa vigente, trazabilidad de la documentación de proyecto.
- Pruebas finales de instalaciones.
- Documentación de entrega.
- Soluciones llave en mano.
- Posventa integral.
- Gestión de residuos.
- Actuaciones de reforma y rehabilitación.
- Sistema de Gestión Ambiental y de Seguridad y Salud Laboral. Certificaciones ISO 14001: 2004 y OHSAS 18001:2007.

### **DIVISIÓN INMOBILIARIA.**

- Acuerdos en aportación, recompra parcial o gestión a través de empresas participadas por entidades financieras.
- Gestión de suelos en cualquier fase de planeamiento y carteras de ámbito nacional e internacional.
- Comercialización integral (desde la firma de reserva hasta la firma de escrituras) de todo tipo de activos de manera personalizada.
- Edificaciones en venta o en rentabilidad. Remate de promociones. Alquileres: cobro de rentas, seguimiento de fianzas, gestión de incidencias e impagos.
- Entrega al cliente y servicio posventa.
- Búsqueda y selección del cliente mediante la utilización de "Call Center" propio.
- Herramientas de marketing. Publicidad "online" y "offline". Departamento propio especializado.
- Gestión y coordinación de redes comerciales propias y agencias externas.

### **ÁREA DE URBANISMO.**

- Gestión de activos inmobiliarios en cualquier fase. A corto, medio y largo plazo.
- Estudios de viabilidad de implantación de actuaciones inmobiliarias.
- Conocimiento del estado del activo.

- Normalización de la información.
- Identificación y resolución de incidencias.
- Gestión de Juntas de Compensación.
- Planeamiento general, proyectos de sectorización, planes parciales, planes especiales y estudios de detalle. Así como sus estudios sectoriales.
- Estudios de impacto ambiental.
- Proyectos de urbanización, reparcelación y edificatorios.
- Normalización, gerencias, planeamiento y negociación de convenios.
- Integración de todos los anteriores.

#### DEPARTAMENTO JURÍDICO.

- Elaboración de contratos y documentación jurídica relacionada con la construcción, venta y arrendamiento de inmuebles.
- Escrituras públicas de transmisión, declaraciones de obra nueva y división horizontal, actas finales de obra, segregaciones, agrupaciones, y seguimiento de las mismas hasta su inscripción registral.
- Reclamaciones y demandas derivadas de las relaciones con terceros (reclamación de impagos, ejecución de garantías, desahucios, resolución de contratos, expedientes de arbitraje, entre otros).
- Gestión, en la sede correspondiente (Agencia Tributaria, Seguridad Social, Juzgados Civiles y Sociales), de mandamientos, notificaciones y despachos de embargos de créditos con proveedores o terceros.
- Estudio, asesoramiento y redacción de alegaciones y recursos en los procedimientos y expedientes administrativos (Sanidad y Consumo, O.M.I.C., O.C.U., Organismos Públicos y Administraciones de cualquier ámbito: estatal, autonómico, municipal).
- Asesoramiento en cuestiones relativas a la normativa sobre Protección de Datos.
- Obtención y renovación de certificados de los Registros de Licitadores Autonómicos, del Registro Oficial de Licitadores y Empresas Clasificadas del Estado.
- Preparación y análisis de la documentación para las inspecciones de cualquier tipo de Impuesto.
- Asesoramiento y gestión de liquidaciones de impuestos estatales (I. Sociedades, IVA, IRPF, etc.), autonómicos (TPO y AJD, etc.) y locales (IBI, Plusvalía, IAE, etc.).
- Gestión catastral de inmuebles: Asesoramiento en operaciones societarias y preparación de la documentación necesaria (constitución, acuerdos sociales, ampliaciones-reducciones de capital, fusiones, escisiones, etc.).
- Secretaría de sociedades (convocatorias, redacción de actas e informes, control de libros, entre otros).



## DEPARTAMENTO FINANCIERO.

- Negociación, firma y gestión de operaciones de financiación.
- Búsqueda de financiación a medida del cliente.
- Relación directa con entidades financieras.
- Gestión de pólizas de avales económicos y técnicos.
- Registro y control de la contabilidad y realización de cierres mensuales.
- Elaboración de cuentas anuales individuales en PGC 2007.
- Elaboración de cuentas anuales consolidadas en NIIF-UE.
- Seguimiento y documentación de auditoría de cuentas.
- Registro de la facturación de proveedores y clientes.
- Gestión de la tesorería y composición de previsión de pagos y cobros.
- Gestión documental (archivo físico y digital).
- Normalización de la información e implementación en el sistema cliente, bajo soporte compatible con Prinex.

### 6.2.6.- Modelo de negocio.

La empresa "A" es una empresa promotora y constructora integrada que opera en los ámbitos residencial, comercial e industrial. Su cliente final por tanto es el usuario de vivienda, nave industrial o local comercial, así como otros promotores que adquieran suelo finalista. El número potencial de clientes es por tanto elevado, de ahí que las relaciones con el cliente sigan las pautas típicas de un mercado de consumo (Web 2.0, "call center" propio etc.) y no tanto de un mercado industrial. La propuesta de valor a sus clientes se basa en un principio "Lean": aportar al cliente el valor por él requerido, para ello se basan en su dilatada experiencia, en un diseño y construcción optimizada y centrada en el cliente y en una estructura de costes centrada en la maximización del valor para el cliente. La integración vertical de la empresa (adquisición de suelo, desarrollo, diseño, construcción y comercialización de producto final) es otro de los fundamentos esenciales de la propuesta de valor de la compañía; pero esta integración vertical no se limita a una estrategia de desarrollo empresarial de la compañía, sino que es el corazón de su propuesta diferenciada; en coherencia con esta estrategia, el área de construcción participa en todo el proceso de creación de valor. Otro aspecto esencial que permite a la empresa "A" sostener su modelo de negocio son los recursos humanos. La empresa "A" cuenta con un equipo humano altamente especializado, con una dilatada experiencia y un alto grado de fidelización. El equipo humano se complementa con una cartera estable de subcontratistas y proveedores y unas relaciones con la banca que aportan los recursos financieros esenciales para la actividad de promoción.

Lo anteriormente expuesto permite a la empresa "A" contar con una estructura de ingresos equilibrada, que se basa en la venta de viviendas, naves industriales, locales comerciales y suelo finalista, en servicios de "Project management" y en el alquiler de viviendas (negocio patrimonial).

Para la caracterización detallada del Modelo de Negocio se utilizará la herramienta conocida como “Business Model CANVAS”, creada por Osterwalder y Pigneur (2010). Esta herramienta describe el modelo de negocio en torno a nueve elementos fundamentales que muestran la lógica de cómo una compañía pretende obtener beneficios. La Tabla 6.3 describe gráficamente las relaciones entre los diferentes aspectos del modelo de negocio de la empresa “A” en base a esta herramienta.

<b>PROVEEDORES Y COLABORADORES CLAVE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Banca. Sociedades promotoras conjuntas (2014).</li> <li>- Empresas sub-contratistas y proveedores de materiales. Relaciones estables basadas en la confianza.</li> </ul>	<b>ACTIVIDADES CLAVE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Empresa integrada verticalmente.</li> <li>- Construcción participa en el proceso desde el principio.</li> <li>- Diseño optimizado y focalizado en el cliente.</li> <li>- Construcción optimizada.</li> </ul>	<b>PROPUESTAS DE VALOR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Viviendas diseñadas en función del valor para el cliente.</li> <li>- Responsividad.</li> <li>- Construcción llave en mano.</li> <li>- Servicio post-venta.</li> <li>- Garantía.</li> </ul>	<b>RELACIONES CON EL CLIENTE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Call center" propio.</li> </ul>	<b>SEGMENTOS DE CLIENTES OBJETIVO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cliente usuario final de la vivienda (en propiedad y en alquiler).</li> <li>- Otros promotores.</li> <li>- Industria y servicios.</li> </ul>
	<b>RECURSOS CLAVE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Financieros. Recursos propios, "partnership" con la banca.</li> <li>- Conocimiento. Experiencia.</li> <li>- Recursos humanos. Equipo fidelizado e implicado.</li> </ul>		<b>CANALES DE RELACIÓN CON EL CLIENTE</b> <p>Canales de comunicación. Objetivos: llegar e informar a los clientes objetivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Web 2.0 + redes sociales.</li> <li>- Relación personal.</li> <li>- Ferias y recursos on-line.</li> </ul> <p>Canales de venta.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recursos propios y terceros.</li> </ul>	
<b>ESTRUCTURA DE COSTES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basada en maximizar el valor.</li> <li>- Utilización extensiva de la sub-contratación: costes variables.</li> </ul>		<b>INGRESOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Venta de viviendas y de suelo.</li> <li>- Construcción de edificios industriales y para el sector terciario.</li> <li>- Servicios: Project management.</li> <li>- Patrimonial: alquileres de locales comerciales y viviendas.</li> </ul>		

**Tabla 6.3. Modelo de negocio - Empresa "A" (Ref. 1A, Ref. 2A, Ref. Inf-Ent-A0).**

**6.2.7.- Principales magnitudes.**

La Tabla 6.4 presenta las principales magnitudes de la empresa "A".

CONCEPTO	VALOR
Facturación 2013 (MEur)	85
Número de trabajadores (media 2005-2014)	284
Tamaño del balance 2013 (MEur)	154
Número de viviendas construidas en España (1992-2013)	15.500
Número de viviendas construidas fuera de España (2007-2013)	1.800
Número de viviendas en construcción en España (2014)	1.324
Superficie no residencial en desarrollo en España (2014) (m <sup>2</sup> )	5.000.000
Superficie residencial en desarrollo fuera de España (2014) (m <sup>2</sup> )	1.500.000
Suelo gestionado en España (1992-2014) (m <sup>2</sup> )	40.000.000
Edificación no residencial - superficie construida (2007-2014) (m <sup>2</sup> )	200.000

**Tabla 6.4. Principales magnitudes - Empresa "A" (Ref. 1A).**

**6.2.8.- Procedimiento operativo de planificación inicial de las obras.**

A continuación se describe de forma básica el proceso de creación del producto fundamental de la empresa: un desarrollo urbanístico y de construcción de viviendas. La fuente de información ha sido la entrevista con el directivo junior (A1), responsable del Área de Construcción (Ref. Inf-Ent-A1).

La empresa "A" es una empresa integrada. Coherentemente con ello, el Área de Construcción construye todos los proyectos de la empresa (es decir, consigue las obras sin competir) y participa desde el principio en cualquier posible desarrollo inmobiliario.

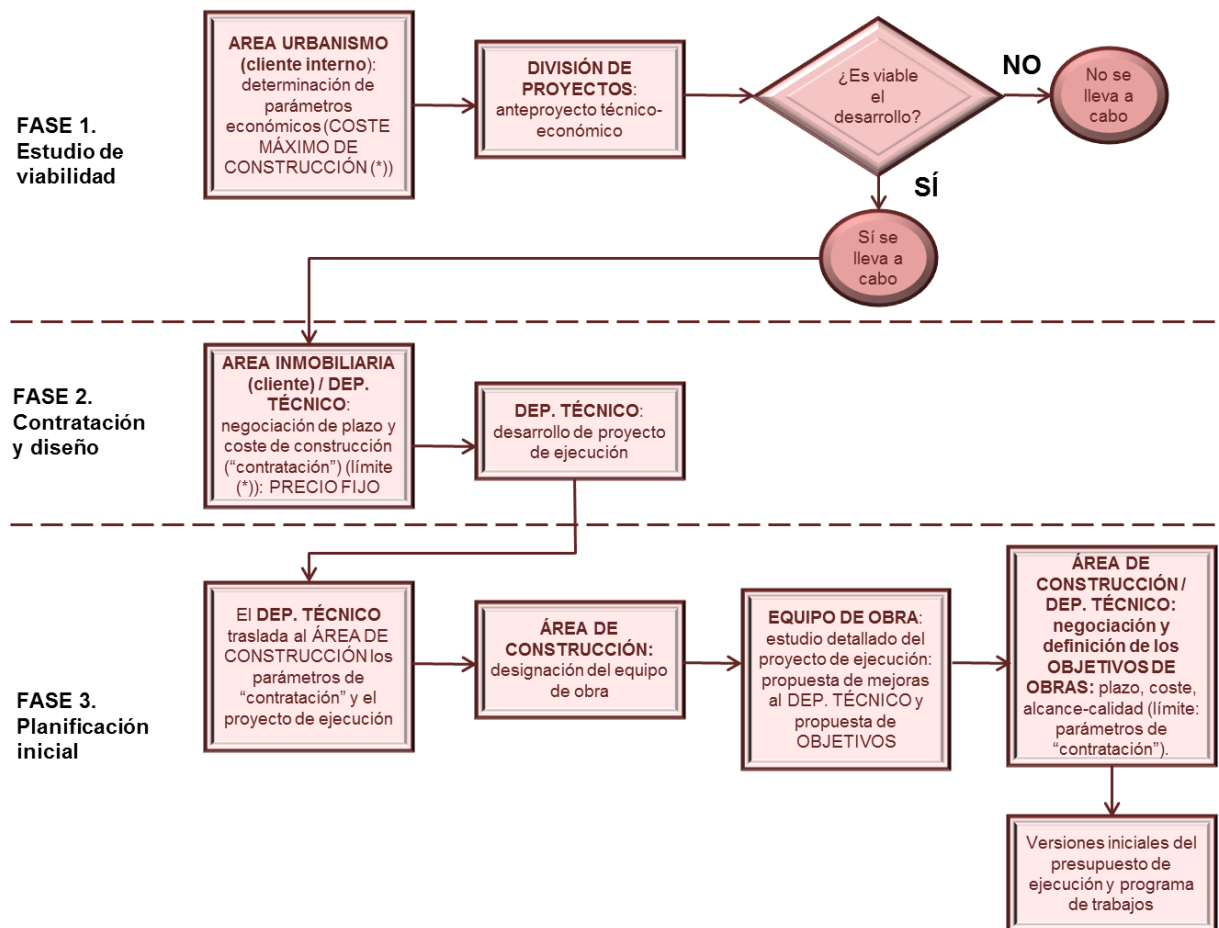
Así, durante el proceso de análisis de viabilidad de un posible desarrollo, las Áreas de Urbanismo e Inmobiliaria (cliente interno del Área de Construcción) definen el precio de venta de las viviendas en función de criterios comerciales. También determinan los costes máximos de los diferentes conceptos económicos que son coherentes con los precios de venta y el margen-objetivo, esto es, determinan los costes que hacen viable la operación. A partir de ahí, el Departamento Técnico desarrolla un anteproyecto técnico y el Área de Construcción valora económicamente a partir de ese anteproyecto las obras de urbanización y construcción. En este punto caben dos posibilidades, si los costes estimados por el Área de Construcción no encajan con las necesidades comerciales de la empresa expresadas por el estudio de las Áreas de Urbanismo e Inmobiliaria, el proyecto se desestima, por el contrario, si estos costes sí encajan, el proyecto se lleva a cabo. En esta última circunstancia, los costes que el Área de

Construcción ha asumido se constituyen en el “precio máximo” que “cobrará” por las obras relacionadas.

Una vez que el Departamento Técnico ha desarrollado el proyecto de ejecución (obra civil y edificación), el proceso de planificación inicial de las obras se lleva a cabo según el siguiente esquema:

1. El Área Inmobiliaria cierra con el Departamento Técnico los plazos y precios de construcción, es decir los parámetros de “contratación” (precio y plazo iguales o inferiores a los precios máximos definidos en el estudio de viabilidad). La “contratación” es a precio fijo.
2. El Departamento Técnico traslada el alcance del acuerdo expresado en el punto 1, así como el proyecto de ejecución, al Área de Construcción. En relación al acuerdo el Departamento Técnico no aporta datos de detalle, únicamente la cifra final del presupuesto anterior y el plazo de ejecución.
3. El responsable del Área de Construcción (directivo junior – A1) designa un equipo de obra (jefe de grupo, jefe de obra, encargado) para ejecutar el proyecto. El equipo de obra analiza el proyecto de ejecución (mediciones, calidades, etc.) y define un borrador de presupuesto y de programa de trabajos (caso base), así como una sugerencia de posibles mejoras al proyecto en caso de ser detectadas.
4. El responsable del Área de Construcción “negocia” el presupuesto, el programa y las propuestas de cambios anteriores con el Departamento Técnico. El resultado de esta “negociación” será un “acuerdo” cuyos resultados son los objetivos de la obra a nivel de coste, plazo y alcance-calidad (normalmente coherentes con los parámetros de “contratación” mencionados en el punto 1).
5. El presupuesto acordado es el presupuesto objetivo y lleva aparejado un programa de trabajos objetivo coherente con el plazo de ejecución definido en el punto 1, documentos que son los resultados más relevantes de la planificación inicial de la obra.

El Gráfico 6.2 resume el proceso descrito.



**Gráfico 6.2. Proceso de planificación inicial de las obras Empresa "A" (Ref. Inf-Ent-A1).**

### 6.3.- LA EMPRESA "B".

#### 6.3.1.- Historia y antecedentes.

La empresa "B" fue creada en 1961, desarrollado desde entonces su actividad empresarial en el ámbito de la edificación y la obra civil. En 2010 comenzó su expansión internacional (Ref. 1B).

La empresa "B" es una empresa altamente diversificada dentro del campo de la construcción, como así lo atestigua la variedad de sus clientes: Administraciones Públicas, cliente privado industrial, comercial, etc., su internacionalización y la diversidad de áreas de negocio: obra civil, edificación, construcción industrial, concesiones, servicios, promoción inmobiliaria (Ref. 1B).

El Gráfico 6.3 presenta una visión resumida de la evolución histórica de la compañía.

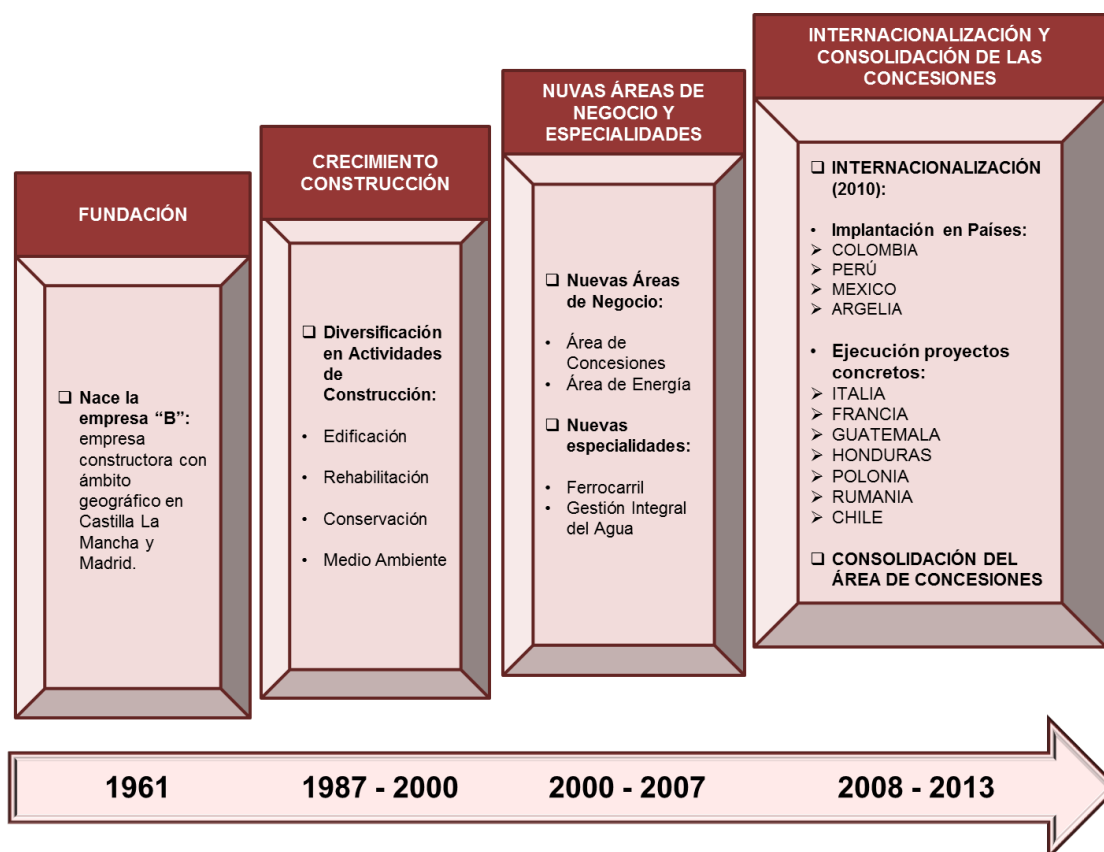


Gráfico 6.3. Evolución histórica Empresa "B" (Ref. 1B).

### 6.3.2.- Objetivos y estrategia.

El objetivo esencial de la empresa "B" es la pervivencia como empresa en el tiempo a través de la creación de relaciones estables con clientes, accionistas y empleados (Inf-Ent-B0).

Tal y como se apuntó anteriormente, su estrategia de desarrollo se basa en la diversificación horizontal dentro del sector de la construcción y en la internacionalización.

La coherencia entre objetivos, estrategia y estructura organizativa ha configurado una realidad de la empresa "B" que se puede expresar por las siguientes características clave:

- Forma parte del grupo de los doce mayores grupos constructores españoles.
- Cartera diversificada: por clientes, por actividades, por países.
- Solvencia financiera. Nunca ha refinanciado o reestructurado su deuda.
- Líder en capitalización del sector.
- Estabilidad accionarial y del equipo directivo. Compromiso.

### 6.3.3.- Ámbito geográfico.

La empresa "B" está implantada en España, Perú, Méjico, Colombia y Argelia. Además ha desarrollado o desarrolla proyectos en Italia, Francia, Polonia, Rumanía, Chile, Guatemala y Honduras (Ref. 1B).

### 6.3.4.- Unidades de negocio.

La empresa "B" está conformada por cinco unidades de negocio diferenciadas (Ref. 1B): construcción, construcción industrial, servicios, concesiones y patrimonial.

1. CONSTRUCCIÓN. La división de construcción engloba las siguientes áreas:

- OBRA CIVIL

Ferrocarril: líneas de Metro, líneas de AVE, estaciones.

Autovías - Carreteras

Túneles

Aparcamientos

Urbanizaciones

Aeropuertos

Obra Hidráulica

Obra Medio Ambiental

- EDIFICACIÓN

Edificación Sanitaria (hospitales, centros de día...)

Edificación Docente (colegios, IES, universidades...)

Edificación Sociocultural (teatros, museos...)

Oficinas

Polideportivos

Centros Comerciales

Edificios Singulares, etc.

- REHABILITACIÓN: Rehabilitación de más de setenta edificios de todo tipo. Demoliciones emblemáticas.

- INGENIERÍA – PREFABRICADOS: Sistema constructivo patentado e implementado en más de 7.500 viviendas.

2. CONSTRUCCIÓN INDUSTRIAL. La división de construcción industrial engloba las siguientes áreas:



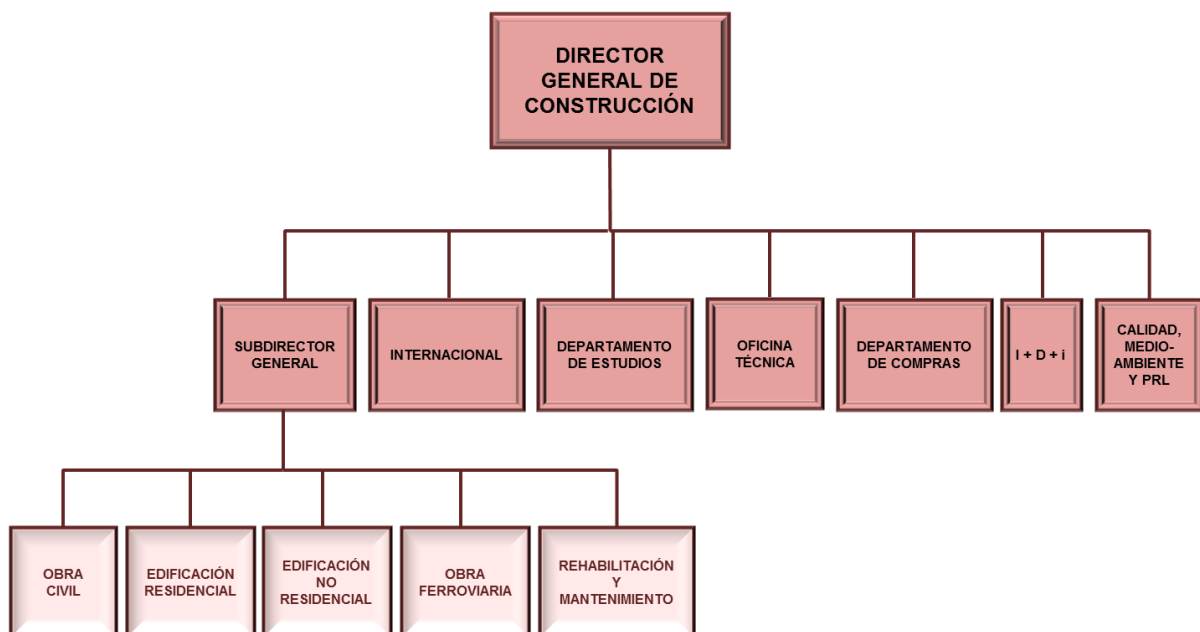
- ENERGIAS RENOVABLES: Proyectos EPC (“*Engineering, Procurement and Construction*”) en distintas tecnologías.
  - INSTALACIONES: Eléctricas, mecánicas, térmicas PCI, HVAC, comunicaciones, en plantas industriales, y sector terciario.
  - Servicios Energéticos (ESCO) y Eficiencia Energética (EE). Empresa Gestora de Servicios Energéticos (ESE), Producción y Venta de Energía en Régimen Especial, Explotación y Mantenimientos de Sistemas de Microgeneración y Cogeneración, etc.
  - OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO de Plantas Industriales y Plantas de producción de energía eléctrica.
  - LÍNEAS Y SUB-ESTACIONES AT (Alta Tensión) y MT (Media Tensión): Ingeniería de construcción, puesta en servicio y mantenimiento de proyectos de transmisión.
  - MANTENIMIENTO DE REDES ELÉCTRICAS: Contratos de mantenimiento plurianuales con las distintas “*utilities*” de España y Perú.
3. SERVICIOS. Servicios Integrales y Mantenimientos. Proyectos recurrentes y de larga duración.
- EDIFICIOS: Gestión integral (instalaciones, elementos arquitectónicos, limpieza y conserjería) de edificios públicos y privados. Mantenimiento de instalaciones deportivas. Mantenimiento de promociones públicas de viviendas. Contrato de apeos, demoliciones y rehabilitación de la edificación en Ayuntamientos.
  - INFRAESTRUCTURAS: Mantenimiento integral de parte de las carreteras de la red nacional. Mantenimiento integral de parte de la red ferroviaria de alta velocidad Española (AVE). Mantenimiento de vías ferroviarias convencionales. Mantenimiento de infraestructuras urbanas.
  - MEDIOAMBIENTAL: Mantenimiento de zonas verdes y parques forestales. Gestión y servicio público de recogida de residuos urbanos y limpieza viaria. Servicio de mantenimiento de playas.
  - OBRA HIDRÁULICA: Tratamiento integral de aguas. Operación y mantenimiento de instalaciones de tratamiento de aguas.
4. CONCESIONES: Más de 100 millones de Euros invertidos en “*equity*”, lo que ha permitido gestionar una inversión total de más de 1.000 millones de euros. Ingresos recurrentes, predecibles y de larga duración. Sin riesgo demanda (o muy acotado) con peajes en sombra, pagos por disponibilidad, tarifa regulada, cánones fijos... Gran seguridad en los cobros al tratarse de clientes consolidados y solventes (en su mayoría administraciones públicas) sin retrasos relevantes en los pagos. Financiación de todos los grandes proyectos sin recurso para los accionistas, bajo “*Project Finance*”. La empresa “B” cuenta con el apoyo y la confianza de TODAS las grandes entidades financieras. Cartera muy diversificada con 29 contratos en explotación. Estado de madurez alto, la mayoría de los contratos cuenta con más de 4 años de explotación. Alta rentabilidad, con TIR (Tasa Interna de Rentabilidad) de accionista superior al 10% en gran parte de los proyectos.

5. PATRIMONIAL: El Área Patrimonial de la empresa “B” se centra principalmente en tres actividades todas ellas caracterizadas por unos ingresos recurrentes y estables así como unos márgenes sostenidos en el tiempo.

- Oficinas en arrendamiento.
- Viviendas de promoción pública de arrendamientos con opción de compra (VPPAOC).
- Gestión integral de proyectos inmobiliarios (G.I.P.) para entidades financieras.

### 6.3.5.- Estructura organizativa.

Como se ha expuesto con anterioridad, la empresa “B” no es una empresa integrada, por ello se presenta a continuación únicamente la estructura organizativa de la unidad de negocio que es objeto de estudio en esta investigación: el área de construcción. El Gráfico 6.4 presenta el organigrama de esta unidad de negocio.



**Gráfico 6.4. Organigrama del área de Construcción de la empresa “B” (Ref. Inf-Ent-B0).**

A continuación se describe con detalle las principales actividades desempeñadas por los principales departamentos de la unidad de negocio de construcción (Ref. Inf-Ent-B0).

#### DEPARTAMENTOS DE GESTIÓN DE OBRA

Bajo la coordinación del sub-director general de construcción (el directivo junior B1) operan diversos departamentos que se encargan de la ejecución de las obras: Obra Civil, Edificación residencial, Edificación no residencial, Obra ferroviaria, Rehabilitación y mantenimiento. La organización de este departamento es matricial, pues además de los departamentos centralizados por tipos de obra existe una serie de departamentos regionales liderados por delegados.

Una vez que una obra ha sido contratada se designa un equipo de obra (jefe de grupo, jefe de obra, encargados) que se encargan de la gestión, seguimiento y ejecución de la construcción: planificación, control de desviaciones, estudio de alternativas, soluciones técnicas, control de costes, control de mediciones, control de calidad de acabados, etc.

#### DEPARTAMENTO INTERNACIONAL

Es en esencia un departamento de desarrollo comercial en el exterior. Su misión consiste fundamentalmente en iniciar la implantación en los diversos países donde pretende operar la empresa, establecer los contactos iniciales e incluso efectuar algunos estudios de obras.

Una vez que un país cuenta con una estructura estable o que un proyecto está en una situación avanzada a nivel comercial, pasa a depender de los departamentos de gestión de obras correspondientes.

#### DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS

Sus funciones son las siguientes:

- Seguimiento de las licitaciones de obra pública en España y otros países.
- Prospección del mercado de cliente privado.
- Preparación de las ofertas en coordinación con la Sub-Dirección General de Construcción.
- Estudio de las ofertas relacionadas con posibles concesiones.
- Seguimiento comercial de las ofertas.

#### OFICINA TÉCNICA

Sus funciones son:

- Diseño de soluciones técnicas alternativas.
- Apoyo técnico a los equipos de obra.

#### **6.3.6.- Modelo de negocio.**

La empresa "B" es una empresa constructora (contratista general) que opera en los ámbitos de la edificación (residencial, comercial e industrial), obra civil, construcción industrial, mantenimiento, concesiones y promoción residencial. Su cliente final son los promotores de edificios de viviendas, industrias o empresas del sector terciario, así como las distintas administraciones públicas de los países donde está implantada. Su cliente-tipo es un cliente profesional, por lo que las relaciones con ellos siguen las pautas típicas de los mercados industriales, no de consumo, unas relaciones que se basan en el trato personal y personalizado. Su propuesta de valor se basa en la fiabilidad, la responsividad, la garantía, el cumplimiento de plazos y en suma la satisfacción de las necesidades de los clientes, para ello se apoyan en su gran experiencia, en la optimización técnica de los diseños y la construcción y en una estructura de costes centrada en la maximización del valor para el cliente. Para la empresa "B" no hay obra pequeña, solo una necesidad de un cliente a ser satisfecha. Otro aspecto esencial que permite a la empresa "B" sostener su modelo de negocio son los recursos

humanos. La empresa “B” cuenta con un equipo humano altamente especializado, con una dilatada experiencia y un alto grado de fidelización. El equipo humano se complementa con una cartera estable de subcontratistas y proveedores y unas relaciones con la banca que aportan los recursos financieros esenciales para la actividad de promoción. En el terreno financiero radica una de las principales fortalezas de la empresa “B”, pues no en vano posee uno de los ratios de solvencia más elevados del sector.

Lo anteriormente expuesto permite a la empresa “B” contar con una estructura de ingresos equilibrada, que se basa en cuatro pilares: construcción, servicios, concesiones y alquiler de vivienda y locales (negocio patrimonial).

Al igual que con la empresa “A”, se utiliza el modelo CANVAS de Osterwalder y Pigneur (2010) para describir detalladamente el modelo de negocio de la empresa “B”. La Tabla 6.5 describe gráficamente las relaciones entre los diferentes aspectos del modelo de negocio de la empresa “B” en base a esta herramienta.

<b>PROVEEDORES Y COLABORADORES CLAVE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Banca. Financiación de concesiones y circulante.</li> <li>- Empresas sub-contratistas y proveedores de materiales. Relaciones estables basadas en la confianza. Portal del proveedor.</li> </ul>	<b>ACTIVIDADES CLAVE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudios.</li> <li>- Optimización técnica de los proyectos.</li> <li>- Diseño optimizado y focalizado en el cliente.</li> <li>- Construcción optimizada.</li> </ul>	<b>PROPUESTAS DE VALOR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fiabilidad. Garantía de cumplimiento de plazos.</li> <li>- Flexibilidad. Responsividad.</li> <li>- Construcción llave en mano.</li> <li>- Servicio post-venta.</li> <li>- Garantía.</li> <li>- No hay obra pequeña, solo necesidades de un cliente que debe ser satisfechas.</li> </ul>	<b>RELACIONES CON EL CLIENTE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relaciones personales.</li> </ul>	<b>SEGMENTOS DE CLIENTES OBJETIVO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Administraciones públicas en todos los países en los que la empresa está implantada.</li> <li>- Cliente privado: Industria y servicios.</li> </ul>
	<b>RECURSOS CLAVE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Financieros. Recursos propios.</li> <li>- Conocimiento. Experiencia.</li> <li>- Accionariado estable y comprometido.</li> <li>- Recursos humanos. Equipo fidelizado e implicado.</li> </ul>		<b>CANALES DE RELACIÓN CON EL CLIENTE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relaciones personales.</li> </ul>	
<b>ESTRUCTURA DE COSTES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basada en maximizar el valor.</li> <li>- Utilización extensiva de la sub-contratación: costes variables.</li> </ul>		<b>INGRESOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción.</li> <li>- Servicios.</li> <li>- Concesiones.</li> <li>- Patrimonial: alquileres de locales comerciales, oficinas y viviendas.</li> </ul>		

**Tabla 6.5. Modelo de negocio – Empresa “B” (Ref. 1B, Ref. 2B, Ref. Inf-Ent-B0).**

**6.3.7.- Principales magnitudes.**

La Tabla 6.6 presenta las principales magnitudes del Área de Construcción de la empresa “B”.

CONCEPTO	VALOR
Facturación 2013 (MEur)	300
Facturación internacional 2013 (MEur)	130
Número de trabajadores (2009-2014)	1.150
Tamaño del balance 2013 (MEur)	450
Número de viviendas construidas en España (1992-2013)	8.800
EBITDA Construcción 2013 (MEur)	30
Cartera Construcción (2013) (MEur)	550
Patrimonio neto / Total Pasivo (2013)	35%
Rating financiero (2014)	BB

**Tabla 6.6. Principales magnitudes – Área de Construcción Empresa “B” (Ref. 1B, 2B, 3B, 4B).**

**6.3.8.- Procedimiento operativo de planificación inicial de las obras.**

A continuación se describe de forma básica el proceso de planificación inicial de una obra una vez conseguido el contrato bajo cualquiera de las variantes de los modelos tradicionales (bajo licitación competitiva, pero el más habitual es diseño-licitación-construcción, a precio fijo o a precios unitarios). Las fuentes de información han sido las entrevistas con el directivo junior (B1), Sub-Director General de Construcción (Ref. Inf-Ent-B1) y con el directivo senior, director general de construcción (Ref. Inf-Ent-B0).

Durante la fase de estudios, el sub-director general de construcción suele participar en la fijación del precio de licitación, lo que implícitamente constituye una primera versión de los objetivos de la obra. En la fase de estudios la estimación de costes se suele efectuar en base a datos históricos de obras similares y precios aportados directamente por sub-contratistas y proveedores. En esta fase también se detectan posibles mejoras a plantear al proyecto en caso de resultar adjudicatarios. El directivo senior (Ref. Inf-Ent-B0) afirma que las condiciones de contratación en España se están endureciendo por la crisis económica, hasta el punto de que la mayor parte de las ofertas las presentan con lo ellos llaman “riesgo” (es decir, con precios por debajo del coste teórico).

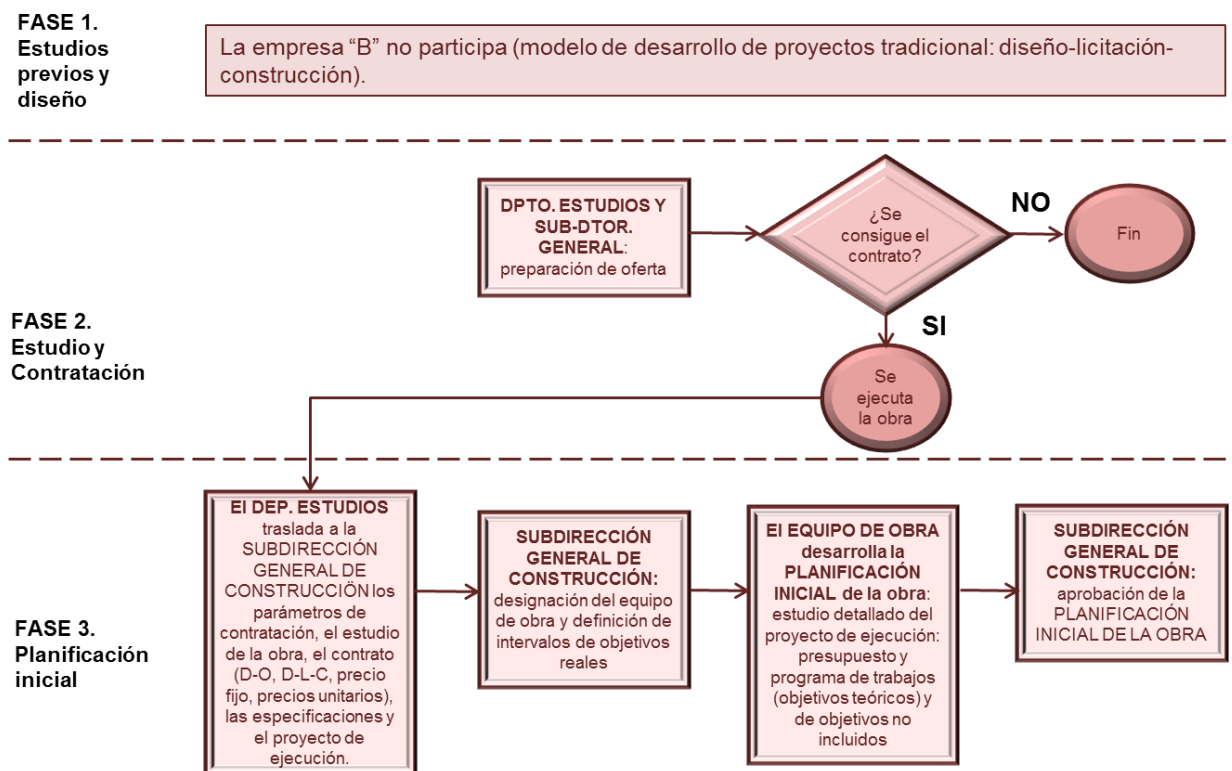
Una vez conseguido el contrato, el proceso de planificación inicial de las obras se lleva a cabo según el siguiente esquema:

1. El sub-director general de construcción, el director del departamento de gestión de obras correspondiente o el delegado de zona designa un equipo de obra (jefe de grupo, jefe de obra, encargados) para ejecutar el proyecto. El equipo de obra recibe como

información de partida el proyecto de ejecución, el estudio de la obra efectuado durante el proceso de licitación, los parámetros de contratación, el contrato en sí, las especificaciones y el rango en el que se deben mover los objetivos reales de la obra (definido por sus superiores jerárquicos).

2. A partir de esta información, el equipo de obra analiza detalladamente el proyecto de ejecución (mediciones, calidades, posibles cambios a proponer, errores del proyecto, etc.) y define un borrador de presupuesto y de programa de trabajos (caso base definitorio de los objetivos teóricos). Ambos documentos se realizan en base a la solución del proyecto de ejecución, no obstante, con el fin de optimizar el resultado de la obra y de encajar las cifras de costes y plazos con los intervalos de objetivos reales, el equipo de obra valora posibles cambios y otras oportunidades de optimizar el proyecto como “objetivos no incluidos”.
3. Una vez preparada la planificación inicial (objetivos teóricos, desarrollados en un presupuesto y en un programa de trabajos base, y objetivos no incluidos), el equipo de obra lo somete a la aprobación de sus superiores jerárquicos, quienes pueden aprobarlo si consideran que el planteamiento es coherente con los márgenes de objetivos reales definidos y con las posibilidades de optimización de la obra.

El Gráfico 6.5 presenta de forma resumida el proceso descrito. Para facilitar la comparación con la empresa “A” (Gráfico 6.2) se reflejan también tres fases, no obstante, debido a que la empresa “B” no desarrolla sus proyectos de forma integrada, no participa en la Fase 1, además las Fases 1 y 2 tienen contenidos sensiblemente diferentes.



**Gráfico 6.5. Proceso de planificación inicial de las obras Empresa “B” (Ref. Inf-Ent-B0 / Inf-Ent-B1).**





## **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

**7.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.**

7.1.- FASE 1 DE LA INVESTIGACIÓN: FUENTES DE DATOS.

7.2.- FASE 2 DE LA INVESTIGACIÓN: ESTUDIO PREVIO.

7.3.- FASE 3 DE LA INVESTIGACIÓN: ESTUDIOS DE CASO.

7.4.- FASE 4 DE LA INVESTIGACIÓN: ANÁLISIS COMPARADO DE CASOS.

7.5.- FASE 5 DE LA INVESTIGACIÓN: VALIDACIÓN EXTERNA DE LOS RESULTADOS.

APÉNDICE 7.1. JUSTIFICACIÓN DE LAS PREGUNTAS DEL GUIÓN DE LAS ENTREVISTAS – FASE 3.

APÉNDICE 7.2. MATRICES DE DATOS CONDENSADOS.

APÉNDICE 7.3. MATRICES DE HALLAZGOS DE CASO.

APÉNDICE 7.4. MATRICES DE PROPOSICIONES GENERALES (RESULTADOS PROVISIONALES).

## 7.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

### 7.1.- FASE 1 DE LA INVESTIGACIÓN: FUENTES DE DATOS.

En el capítulo quinto se expuso detalladamente el proceso y el método de investigación. El Gráfico 7.1 es una ampliación del Gráfico 5.1 –que representa las cinco fases de las que consta el proceso de investigación- incluyendo las fuentes de datos recogidas en la Tabla 5.8.

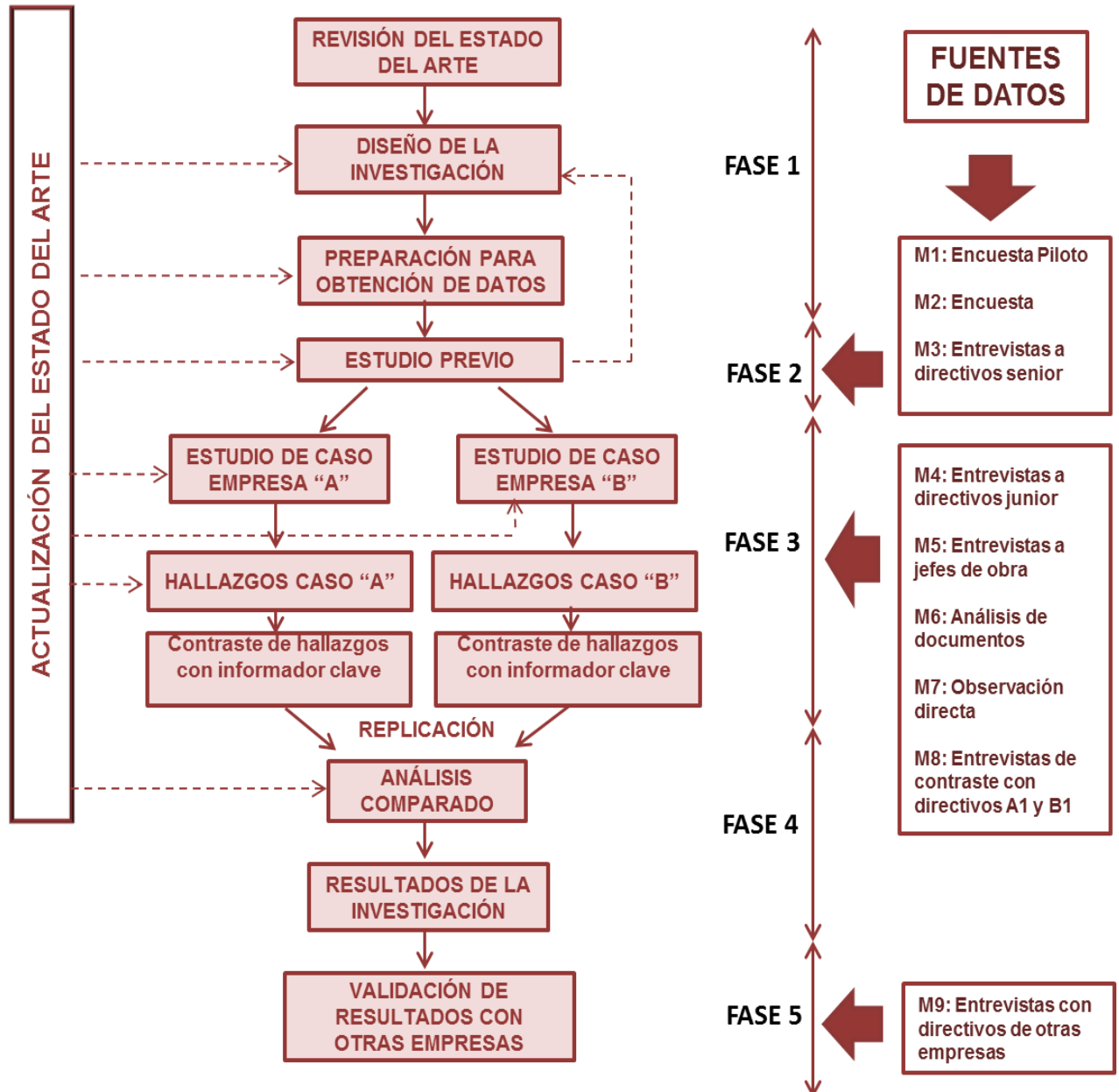


Gráfico 7.1. Proceso de investigación y fuentes de datos.

La FASE 1 consiste en la revisión inicial del estado del arte, a partir de la cual se diseña la investigación en sí y se acometen los preparativos para la recolección de los datos. En la FASE 2 comienza la recolección de datos en las dos empresas seleccionadas como casos; en esta fase los datos han sido obtenidos a partir de tres fuentes: entrevistas con la alta dirección de ambas empresas, una encuesta realizada al personal técnico de las empresas y un estudio piloto de la citada encuesta que se realizó previamente. La FASE 2 constituye un estudio previo, por lo que su objetivo es esencialmente instrumental: formular con precisión el protocolo de actuación de la FASE 3. No obstante, los datos recabados durante la FASE 2 se incorporaron a la base de datos general de la investigación junto con los obtenidos en la FASE 3. En la FASE 3 la recolección de datos se efectuó mediante entrevistas realizadas con personas clave de las empresas, observación directa y análisis documental. El resultado de la FASE 3 lo constituirán los hallazgos de cada caso individual. Estos hallazgos se obtendrán como consecuencia del análisis de los datos recabados en las FASES 2 y 3, realizado según se resume en el Gráfico 5.4. La culminación de la FASE 3 será la revisión de los hallazgos de cada caso con los directivos de las empresas “A” y “B”. Por fin, la FASE 4 consiste en el análisis comparado de los hallazgos de los casos individuales y la extracción de proposiciones que permitirán formular los resultados provisionales de la investigación. En el capítulo quinto se argumentó que la extracción de resultados se apoyaría en la lógica de la replicación (literal y teórica). La FASE 4 se basa en la aplicación de esta lógica. No obstante, con el fin de dotar de mayor validez externa a los resultados de la investigación, durante la FASE 5 se procederá a realizar una serie de entrevistas con directivos de empresas constructoras diferentes a “A” y “B” a fin de contrastar los resultados provisionales de la investigación. El resultado de la FASE 5 serán las proposiciones definitivas que sustentarán la descripción del modelo realmente utilizado por las empresas constructoras para la gestión de reservas para contingencias durante la ejecución de las obras. Este modelo será la respuesta a las preguntas de la presente investigación y se describirá en el capítulo octavo.

En este capítulo se va a proceder a presentar los datos recabados en las FASES 2 y 3, explicitar su análisis, exponer los hallazgos de cada caso y efectuar un análisis comparado de estos hallazgos que conducirá a la presentación de las proposiciones en torno a las que se estructurará el resultado provisional de la presente investigación (FASE 4). Finalmente, en la FASE 5 se contrastará la validez de los anteriores resultados con el fin de obtener los resultados definitivos de la investigación.

## **7.2.- FASE 2 DE LA INVESTIGACIÓN: ESTUDIO PREVIO.**

### **7.2.1.- Entrevistas con la alta dirección.**

#### 7.2.1.1.- Justificación de la elección de los directivos senior.

En el capítulo quinto se establecieron los requisitos que debían reunir los directivos a entrevistar en la FASE 2: ser miembros del Consejo de Administración de sus empresas con responsabilidades ejecutivas u ostentar un cargo a nivel de Dirección General.

“A0” es miembro del Consejo de Administración de la empresa “A”, socio de control y máximo responsable de la División de Proyectos (Inf-Ent-A0), por lo que cumple los requisitos exigidos. “B0” es miembro del Consejo de Administración de la empresa “B”, accionista de la misma y Director General de Construcción, es decir, máximo responsable de la unidad de negocio de construcción (Inf-Ent-B0), por lo que también cumple los requisitos exigidos.

Como se expuso en el capítulo quinto, los informes de estas entrevistas y de las realizadas en la FASE 3 se aportan en el Anexo 5.1.

#### 7.2.1.2.- Resultados de las entrevistas con la alta dirección.

Tal y como se planteó en el capítulo quinto, dados los objetivos planteados para estas entrevistas y el perfil de las personas a entrevistar, las entrevistas se desarrollaron con un formato abierto. La entrevista con el directivo "A0" tuvo lugar en su despacho el 25 de noviembre de 2013. La entrevista con el directivo "B0" tuvo lugar durante un almuerzo de trabajo el 4 de noviembre de 2013. De acuerdo a los objetivos de las entrevistas definidos en el capítulo quinto, estas produjeron resultados en tres ámbitos:

- Por una parte, se obtuvo el compromiso de la alta dirección con la investigación y se definieron los aspectos operativos de la misma, de acuerdo con lo descrito en el Protocolo del Estudio de Caso (Anexo 8).
- En segundo lugar, se consiguió información genérica sobre cada empresa que se ha presentado en el capítulo sexto.
- Finalmente, se obtuvieron ciertas evidencias sobre el fenómeno investigado que se plasman en la Tabla 7.1.

CÓDIGO DE LA EVIDENCIA	DATO
DIRECTIVO "A0"	
A0-1	No tienen un procedimiento explícito de gestión de riesgos porque el riesgo es bajo (trabajos repetitivos) y porque es la responsabilidad del jefe de obra, aunque no cree que efectúen de forma sistemática un análisis de riesgos.
A0-2	No había oído ese término. Conoce las reservas para contingencias como colchones.
A0-3	Los jefes de obra usan colchones ocultos de tiempo y coste porque si fueran explícitos la dirección los eliminaría, pero aun así la dirección trata de evitar su uso.
A0-4	Su impresión sobre los colchones es negativa, implica ocultar algo, aunque en cierta medida son necesarios.
A0-5	Los objetivos de cada obra los proponen los jefes de obra al comienzo de la misma, pero los determina el responsable del área de construcción. La incertidumbre de los objetivos es baja.
DIRECTIVO "B0"	
B0-1	No tienen un procedimiento explícito genérico de gestión de riesgos porque es responsabilidad del jefe de obra, pero sí de oportunidades porque las obras hay que optimizarlas. Además piensa que amenazas y oportunidades se gestionan sistemáticamente. Menciona una base de datos de "gestión del conocimiento".
B0-2	No había oído ese término. Conoce las reservas para contingencias como colchones.
B0-3	<i>"El problema es que todo el mundo usa colchones pero de forma descoordinada y oculta: los subcontratistas, los jefes de obra, los jefes de grupo, etc."</i>
B0-4	Para él los colchones de tiempo y coste son necesarios, aunque hay que limitar su uso por los jefes de obra, si fueran explícitos se eliminarían.
B0-5	Los objetivos de cada obra los determinan los responsables jerárquicos de los jefes de obra, aunque los jefes de obra también participan.
B0-6	<i>"Las obras hay que quedárselas como sea, y luego ya se defenderán. En muchas ocasiones, te quedas las obras porque te equivocas y casi siempre acaba saliendo bien, aunque la incertidumbre del resultado es alta"</i>

**Tabla 7.1. Evidencias obtenidas con las entrevistas con la alta dirección (FASE 2).**

Como se ha expuesto anteriormente, las evidencias obtenidas en estas entrevistas tienen una doble utilidad. Por una parte sirven para focalizar la encuesta en torno a ciertos aspectos característicos del hecho investigado, pero por otra parte se incorporan a la base de datos general para ser analizadas conjuntamente con toda la información que se obtenga en las FASES 2 y 3 de la investigación. Las evidencias recogidas por la Tabla 7.1 se volcarán posteriormente en las matrices de datos condensados correspondientes.

Un resultado relevante de las entrevistas con la alta dirección es que si bien parece que tal y como afirma Ford (2002), los jefes de obra tienen un claro protagonismo en la gestión de las reservas para contingencias, estas no son definidas en exclusiva por ellos, sino que la dirección de la empresa también interviene, tratando de limitar o condicionar su utilización (datos A0-3, A0-5, B0-4 y B0-5 de la Tabla 7.1). Este hecho reafirma la elección de la empresa como unidad de análisis en lugar del proyecto, pues las reservas para contingencias de cada proyecto parecen no depender únicamente de su equipo de obra, sino que otras áreas de la empresa intervienen también en su definición. En otro orden de cosas, parece que existe una clara diferencia en la gestión de las oportunidades por parte de ambas empresas, pues mientras el directivo "A0" no indica que estas sean gestionadas en su empresa de una forma procedimentada, el directivo "B0" asegura que en la empresa "B", los riesgos (amenazas) no se gestionan bajo ningún procedimiento, mientras que las oportunidades sí. La diferencia -de confirmarse- puede tener que ver con el diferente carácter de las empresas "A" y "B"; la primera es una empresa integrada y la segunda una empresa que opera habitualmente bajo los modelos tradicionales de desarrollo de proyectos (diseño-licitación-construcción).

### 7.2.3.- Resultados de la encuesta piloto.

Tal y como se argumentó en el capítulo quinto, una vez efectuadas las entrevistas con la alta dirección se procedió a ultimar el cuestionario de la encuesta, sometiéndolo a continuación a una prueba piloto. La encuesta piloto se realizó con el fin de asegurar que sus preguntas fueran inteligibles, fáciles de responder, y carentes de ambigüedad (Fellows y Liu 2008). Para ello se contó con la colaboración de una tercera empresa, la empresa "E". La entrevista con "E0" (director de producción de la empresa "E") fue el punto final de la colaboración de esta empresa en la FASE 2 y tuvo lugar el 4 de diciembre de 2013; tal y como se expondrá más adelante, esta empresa y en concreto E0 también colaboró en la FASE 5. El estudio piloto aportó tres valores a destacar:

- (i) El tiempo necesario para la cumplimentación de la encuesta es moderado (inferior a 10').
- (ii) Según "E0" para muchos profesionales del sector en España el término "riesgo" hace también referencia al porcentaje de pérdidas "teóricas" con las que comienza una obra (probablemente en línea con la idea vertida por Rooke et al. (2004) sobre la planificación de las reclamaciones durante la fase de licitación), de tal forma que para evitar problemas con esta posible ambigüedad, se priorizó en los cuestionarios el término "incertidumbre" frente al término "riesgo".
- (iii) "E0" también recomendó que se evitara la utilización del término "reservas para contingencias" pues en España -según su opinión- es un término desconocido y por tanto no utilizado; como alternativa, sugirió la posibilidad de usar el término "colchón", término que fue el finalmente adoptado, tanto en la encuesta como en las posteriores entrevistas. Esta idea es completamente coherente con los datos A0-2 y B0-2 obtenidos de las entrevistas con la alta dirección de las empresas "A" y "B" (Tabla 7.1).

Tras validar el cuestionario con esta encuesta piloto se procedió a abordar el último paso de la FASE 2: la realización de la encuesta con el personal técnico de las empresas “A” y “B”.

#### **7.2.4.- Encuesta.**

##### 7.2.4.1.- Preguntas a formular en la encuesta.

La encuesta se diseñó con el fin de recabar información sobre cómo interpretan las empresas “A” y “B” algunos de los atributos y variables de gestión del concepto de reserva para contingencias. La encuesta no trata todos los atributos del concepto y de su contexto, ni pretende responder todas las preguntas específicas de la investigación, solo los aspectos más relevantes. Tal y como se ha expuesto anteriormente la encuesta no tiene un objetivo finalista sino instrumental: afinar el protocolo de las entrevistas semiestructuradas a desarrollar durante la FASE 3 de la investigación. Así, las preguntas de la encuesta fueron definidas a partir de los tres criterios expuestos en la Tabla 5.1: la preguntas específicas de la investigación, coherentes a su vez con las preguntas de la investigación y con el marco teórico, los resultados de las entrevistas con la alta dirección y la encuesta piloto.

El estudio de Ford (2002) concluye que las decisiones en torno a las reservas para contingencias durante la ejecución de la obra no se toman en equipo, sino que el decisor suele ser el jefe de obra a nivel individual; por ello, a pesar de que tal y como se aseguró anteriormente, a partir de las entrevistas con la alta dirección se puede pensar que tanto en la empresa “A” como en la “B” los jefes de obra no son los únicos decisores en la gestión de las reservas para contingencias, la encuesta se diseñó para recabar información sobre las prácticas de los jefes de obra en diferentes aspectos de la gestión de la obra (contexto) y sobre las variables de gestión de las reservas para contingencias más relevantes. No obstante, con el fin de permitir el contraste de información, se diseñaron dos cuestionarios: uno para los jefes de obra y otro para el resto de personas del equipo técnico. En esencia, las preguntas eran similares, la diferencia estriba en que a los jefes de obra se les pregunta “qué hacen”, mientras que al resto del personal técnico se le pregunta “qué creen que hacen los jefes de obra”.

A partir de estas consideraciones se diseñó el cuestionario de la encuesta que se presenta en el Anexo 6, donde todas las preguntas van identificadas con un número de orden. Las cinco primeras preguntas del cuestionario son cerradas, de tipo demográfico: años de experiencia en el sector, formación, antigüedad en la empresa, antigüedad en el actual puesto de trabajo y puesto de trabajo actual (encargado, asistente de jefe de obra, jefe de obra, jefe de grupo, técnico de estudios, compras, PRL-Prevención de Riesgos Laborales-, delegado de zona o directivo). A partir de la respuesta a esta última pregunta, cada encuestado se dirige hacia uno u otro cuestionario (para los jefes de obra o para el resto del personal técnico-directivo); ambos cuestionarios consisten en diez preguntas adicionales, también cerradas, excepto la nº 10 y la nº 12, que con el fin de reducir la rigidez de las preguntas cerradas (Fellows y Liu 2008) cuentan con una opción abierta. Las preguntas 7, 8, 9 y 11 utilizan una escala ordinal, mientras que las restantes preguntas utilizan una escala nominal o categórica.

La Tabla 7.2 expresa las preguntas formuladas por la encuesta y las justifica en base a su relación con los tres criterios mencionados en el primer párrafo de este apartado: las preguntas específicas de la investigación, los grupos de variables de gestión (Tabla 4.1) y sus fuentes literarias, las evidencias obtenidas en las entrevistas con la alta dirección y las aportaciones de la encuesta piloto. Las preguntas de la encuesta se corresponden con varias preguntas específicas de la investigación y por tanto con varios de los grupos de variables de gestión de reservas para contingencias recogidos en la Tabla 4.1, pero también con dos de los

cuatro aspectos fundamentales del contexto genérico, reflejados en el Gráfico 5.2 (representa el esquema-resumen del marco teórico).

PREGUNTA DE LA ENCUESTA (Nº)	PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN RELACIONADA (Apdo. 5.2.1.2) O ASPECTO DEL CONTEXTO	LITERATURA RELACIONADA	EVIDENCIAS ENTREVISTAS ALTA DIRECCIÓN (Según Tabla 7.1)	APORTACIONES ENCUESTA PILOTO
6	CONTEXTO GENÉRICO: Gestión de riesgos.	Ford 2002, Zhao 2006, Godfrey 2004, Cabano 2004, PMI 2013, ISO 31000 2010, Al-Bahar y Crandall 1992, Dake 1992, Chapman y Ward 2003, Cabano 2004, ISO 31000 2010, PMI 2013	A0-1, B0-1	Relacionar riesgo con incertidumbre.
7	CONTEXTO GENÉRICO: Gestión del coste y plazo.	Ford 2002, Leach 2003, Andi 2004, Baccarini 2005a, Thal et al. 2010, Laryea y Hughes 2011, Lhee et al. 2012		
8				
9	P2	Leach 2003, Alves y Tommelein 2004, Lee et al. 2006, Barraza 2011, Khamooshi y Cioffi 2012, Querns 1989, Yeo 1990, Ahmad 1992, Smith y Bohn 1999, Mak y Picken 2000, Baccarini 2004, Günhan y Arditi 2007, Noor y Tichacek 2009, Idrus et al. 2010	A02, A0-3, B0-2, B0-3	Utilizar el término colchón, no reserva para contingencias. Hablar de incertidumbre, no de riesgo.
11				
14				
15				
10	P4	Moselhi 1997, Smith y Bohn 1999, Baccarini 2004, Burroughs y Juntima 2004, Anderson et al. 2010, Barraza 2011, Xie et al. 2012	A0-1, A0-3, B0-1, B0-3	Utilizar el término colchón, no reserva para contingencias.
12				
13	CONTEXTO GENÉRICO: Gestión del plazo.	Leach 2003, Andi 2004, Alves y Tommelein 2004, Khamooshi y Cioffi 2012		

**Tabla 7.2. Justificación de las preguntas formuladas en la encuesta al personal de las empresas “A” y “B”.**

Como ya se expuso en el capítulo quinto, para la realización práctica de la encuesta se utilizó una plataforma “on-line” ([www.surveymonkey.com](http://www.surveymonkey.com)); esta plataforma permite la cumplimentación de la encuesta de forma ágil y aporta herramientas de análisis de los resultados de gran utilidad. A partir de la respuesta a la quinta pregunta, el sistema encamina al



encuestado hacia uno u otro cuestionario (para los jefes de obra o para el resto del personal técnico-directivo) de forma automática.

Una vez ultimada la redacción final del cuestionario y volcada en la plataforma “on-line”, se envió un correo electrónico el 12 de diciembre de 2013 a la persona de contacto de la empresa “A” (el directivo “A0”). El correo incluía el enlace para la cumplimentación “on-line” de la encuesta, que fue remitido por el directivo A0 a cincuenta y tres profesionales de su plantilla el día 7 de enero de 2014. En el caso de la empresa “B”, el interlocutor para el lanzamiento de la encuesta fue el directivo “B0” y las fechas fueron –respectivamente- el 18 de diciembre de 2013 y el 9 de enero de 2014; la empresa “B” invitó a participar en la encuesta a doscientos tres profesionales de su plantilla. Con el fin de facilitar la comprensión de la encuesta a los encuestados, la herramienta “on-line” incluía una breve descripción de la investigación, sus fundamentos y sus objetivos. Esta descripción figura al comienzo del Anexo 6.

Un aspecto que se consideró esencial para que la tasa de respuestas de la encuesta fuera elevada, fue que los encuestados recibieran la solicitud de participación en la encuesta de un miembro de la alta dirección de sus empresas; por ello, tal y como se expuso en párrafos anteriores y en coherencia con la deseada implicación de la alta dirección que se planteó en el protocolo (Anexo 8), fueron los directivos “A0” y “B0” quienes remitieron a cada encuestado un correo electrónico con la invitación a participar en la encuesta y el enlace para acceder a la misma “on-line”.

#### 7.2.4.2.- Cálculo del error.

La encuesta comenzó el 7 de enero de 2014 en la empresa “A” y el 9 de enero de 2014 en el caso de la empresa “B”. Para la empresa “A” la encuesta se cerró el 26 de enero de 2014, mientras que para la empresa “B” la encuesta se cerró el 5 de febrero de 2014. El criterio para cerrar la encuesta fue que habiendo permanecido abierta un mínimo de quince días hubiera transcurrido un periodo de cinco días consecutivos sin respuestas. La última respuesta válida de la empresa “A” se obtuvo el 17 de enero de 2014, mientras que la última respuesta válida de la empresa “B” se obtuvo el 29 de enero de 2014. En el caso de la empresa “A” no se obtuvo ninguna otra respuesta tras la fecha límite, mientras que de la empresa “B” solo se obtuvo una respuesta adicional (el 28 de marzo de 2014). Solamente se computaron como válidas aquellas respuestas que completaron el cuestionario en su totalidad dentro de las fechas definidas.

A partir de los criterios anteriores, se obtuvieron cuarenta y siete respuestas válidas de la empresa “A” y noventa y cuatro respuestas válidas de la empresa “B”. En el capítulo quinto se expuso que dado el carácter complementario que juega la encuesta en el contexto de esta investigación, no se requiere evidenciar su validez estadística, no obstante, sí se considera necesario estimar el error cometido, en concreto, tres errores: los de ambas empresas por separado y el conjunto. Para la estimación del error se utiliza la fórmula y los parámetros expuestos en el apartado 5.2.2.2, siendo los resultados los expuestos en la Tabla 7.3.

	NIVEL DE CONFIANZA		VARIANZA POBLACIONAL	TAMAÑO DE LA POBLACIÓN	TAMAÑO DE LA MUESTRA	ERROR
	%	Z				
<b>EMPRESA "A"</b>	95%	1,96	0,25	53	47	4,90%
<b>EMPRESA "B"</b>	95%	1,96	0,25	203	94	7,43%
<b>TOTAL</b>	95%	1,96	0,25	256	141	5,50%

**Tabla 7.3. Cálculo de los errores de la encuesta.**

7.2.4.3.- Análisis y discusión de los resultados de la encuesta.

De acuerdo con lo descrito en el capítulo quinto, se efectuará un análisis estadístico de las respuestas a la encuesta. El Anexo 7 presenta la tabla de frecuencias de las respuestas a la encuesta, de forma independiente para cada empresa y también de forma conjunta. La razón es que la encuesta es una fuente de datos finalista de cara a la extracción de hallazgos de cada caso concreto, pero también un medio para afinar el protocolo de la FASE 3 de la investigación y contrastar algunos de los atributos más relevantes de las reservas para contingencias descritos por la literatura.

La Tabla 7.4 presenta las tasas de respuesta a la encuesta. En esta tabla y en sucesivas, la abreviatura "JO" significa jefe de obra.

	EMPRESA "A"		EMPRESA "B"		TOTAL	
	CANTIDAD	(%)	CANTIDAD	(%)	CANTIDAD	(%)
Cuestionarios enviados (TOTAL)	53	100	203	100	256	100
Respuestas válidas (TOTAL)	47	88,68	94	46,31	141	55,08
Cuestionarios enviados (JO)	11	20,75	97	47,78	108	42,19
Respuestas válidas (JO)	8	72,73	33	34,02	41	37,96

**Tabla 7.4. Encuesta: tasas de respuesta.**

La tasa de respuestas válidas de los jefes de obra de las empresas "A" y "B" asciende respectivamente al 72,73% y al 34,02%. La tasa de respuestas válidas totales de ambas empresas asciende respectivamente al 88,68% y al 46,31%. Laryea y Lubbock (2013)

consideran aceptable la tasa de respuestas (17%) que obtuvieron en la encuesta que efectuaron para su estudio, apoyando su argumento en las tasas de respuestas obtenidas por los estudios de Mbachu (2008) (7,3%) y de Kale y Arditi (2001) (21%); en los tres casos citados las encuestas fueron realizadas a empresas del sector de la construcción en torno a diferentes aspectos de sus prácticas profesionales. Mención aparte merece la clara discrepancia existente entre la tasa de respuestas de los jefes de obra y del resto de perfiles profesionales. Fellows y Liu (2008) destacan la importancia de analizar las “no respuestas”, pues pueden corresponder a grupos de la población con visiones diferentes a las de aquellos que sí han expresado su opinión. Aunque quizá la razón estribe en que los decisores (en este caso los jefes de obra) tratan deliberadamente de ocultar información en torno a las reservas para contingencias para mantener su control al respecto (Ford 2002).

La Tabla 7.5 recoge los datos, evidencias o conclusiones previas obtenidas con la encuesta en relación a cada aspecto investigado, su argumentación y las referencias bibliográficas relacionadas.

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN RELACIONADA (Apdo. 5.2.1.2) O ASPECTO DEL CONTEXTO	EVIDENCIAS OBTENIDAS (Código / Enunciado)	ARGUMENTACIÓN	LITERATURA RELACIONADA / APARTADO CAPÍTULO 2.
CONTEXTO GENÉRICO: Gestión de riesgos.	<p>A-F2-1 / La empresa "A" no tiene procedimiento de gestión de riesgos.</p> <p>B-F2-1 / La empresa "B" tiene procedimiento de gestión de oportunidades, pero no de amenazas.</p>	<p>El 75% de los jefes de obra encuestados en la empresa "A" no conocen la existencia de ese procedimiento, porcentaje que asciende al 69 % entre el resto del personal técnico.</p> <p>El 63% de los jefes de obra encuestados en la empresa "B" conocen la existencia de ese procedimiento, porcentaje que asciende al 49% entre el resto del personal técnico.</p>	Ford 2002, Zhao 2006, Godfrey 2004, Cabano 2004, PMI 2013, ISO 31000 2010, Al-Bahar y Crandall 1992, Dake 1992, Chapman y Ward 2003, Cabano 2004, ISO 31000 2010, PMI 2013. Apartado 2.6 y 2.8.8.
CONTEXTO GENÉRICO: Gestión del coste y plazo.	<p>A-F2-2 / En la empresa "A" se suele desarrollar un presupuesto y un programa de trabajos de sus obras de forma previa a su comienzo.</p> <p>B-F2-2 / En la empresa "B" se suele desarrollar un presupuesto y un programa de trabajos de sus obras de forma previa a su comienzo.</p>	<p>El 87,5% de los jefes de obra encuestados de la empresa "A" realiza siempre o casi siempre un presupuesto y un programa de trabajos (mediana 5). El 92% del resto de encuestados de la empresa "A" cree que los jefes de obra realizan siempre, casi siempre o con mucha frecuencia un presupuesto y un programa de trabajos (mediana 5).</p> <p>El 83,33% de los jefes de obra encuestados de la empresa "B" realiza siempre o casi siempre un presupuesto y un programa de trabajos (mediana 5). El 85% del resto de encuestados de la empresa "B" cree que los jefes de obra realizan siempre, casi siempre o con mucha frecuencia un presupuesto y un programa de trabajos (mediana 5).</p>	Ford 2002, Leach 2003, Andi 2004, Baccarini 2005a, Thal et al. 2010, Laryea y Hughes 2011, Lhee et al. 2012. Apartado 2.8.7.

**Tabla 7.5-1. Evidencias obtenidas con la encuesta al personal de las empresas "A" y "B".**

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN RELACIONADA (Apdo. 5.2.1.2) O ASPECTO DEL CONTEXTO	EVIDENCIAS OBTENIDAS (Código / Enunciado)	ARGUMENTACIÓN	LITERATURA RELACIONADA / APARTADO CAPÍTULO 3.
P2	<p>A-F2-3 / La empresa "A" suele incluir colchones de tiempo en sus programas de trabajos.</p> <p>A-F2-4 / La empresa "A" incluye solo en ocasiones colchones de dinero en sus presupuestos.</p> <p>B-F2-3 / La empresa "B" suele incluir colchones de tiempo en sus programas de trabajos.</p> <p>B-F2-4 / La empresa "B" suele incluir colchones de dinero en sus presupuestos.</p>	<p>El 50% de los jefes de obra encuestados de la empresa "A" asegura incluir siempre, casi siempre o con mucha frecuencia colchones de tiempo (mediana 2,5). El 59% del resto de los encuestados de la empresa "A" creen que los jefes de obra incluyen siempre, casi siempre o con mucha frecuencia colchones de tiempo (mediana 3).</p> <p>El 62,5% de los jefes de obra encuestados de la empresa "A" asegura no incluir nunca o solo a veces colchones de dinero (mediana 2). Sin embargo, el 54% del resto de los encuestados de la empresa "A" creen que los jefes de obra incluyen siempre, casi siempre o con mucha frecuencia colchones de dinero (mediana 3).</p> <p>El 55% de los jefes de obra encuestados de la empresa "B" asegura incluir siempre, casi siempre o con mucha frecuencia colchones de tiempo (mediana 3). El 54% del resto de los encuestados de la empresa "B" creen que los jefes de obra incluyen siempre, casi siempre o con mucha frecuencia colchones de tiempo (mediana 3).</p> <p>El 55% de los jefes de obra encuestados de la empresa "B" asegura incluir siempre, casi siempre o con mucha frecuencia colchones de dinero (mediana 3). Sin embargo, el 56% del resto de los encuestados de la empresa "B" creen que los jefes de obra incluyen siempre, casi siempre o con mucha frecuencia colchones de dinero (mediana 3).</p>	<p>Leach 2003, Alves y Tommelein 2004, Lee et al. 2006, Barraza 2011, Khamooshi y Cioffi 2012, Querns 1989, Yeo 1990, Ahmad 1992, Smith y Bohn 1999, Mak y Picken 2000, Baccharini 2004, Günhan y Arditi 2007, Noor y Tichacek 2009, Idrus et al. 2010. Apartado 3.4.4.2.</p>

**Tabla 7.5-2. Evidencias obtenidas con la encuesta al personal de las empresas "A" y "B".**

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN RELACIONADA (Apdo. 5.2.1.2) O ASPECTO DEL CONTEXTO	EVIDENCIAS OBTENIDAS (Código / Enunciado)	ARGUMENTACIÓN	LITERATURA RELACIONADA / APARTADO CAPÍTULO 3.
P4	<p>A-F2-5 / La empresa "A" define los colchones de tiempo y dinero por estimación subjetiva.</p> <p>A-F2-6 / La empresa "A" no utiliza Monte Carlo u "otros métodos formales" para la definición de las reservas para contingencias de tiempo o de dinero.</p> <p>B-F2-5 / La empresa "B" define los colchones de tiempo y dinero por estimación subjetiva.</p> <p>B-F2-6 / La empresa "B" no utiliza Monte Carlo u "otros métodos formales" para la definición de las reservas para contingencias de tiempo o de dinero.</p>	<p>La totalidad de los jefes de obra encuestados de la empresa "A" refieren estimar los colchones de tiempo y dinero de forma subjetiva. El 64% del resto de los encuestados de la empresa "A" piensan que los jefes de obra estiman estos colchones de forma subjetiva.</p> <p>El 88% de los jefes de obra encuestados de la empresa "B" refieren estimar los colchones de tiempo y dinero de forma subjetiva. El 81% del resto de los encuestados de la empresa "B" piensan que los jefes de obra estiman estos colchones de forma subjetiva.</p> <p>Ninguno de los encuestados de las empresas "A" y "B" refieren que los jefes de obra utilicen "Monte Carlo" u otros métodos analíticos para estimar las reservas para contingencias de tiempo y dinero.</p>	Moselhi 1997, Smith y Bohn 1999, Baccarini 2004, Burroughs y Juntima 2004, Anderson et al. 2010, Barraza 2011, Xie et al. 2012. Apartado 3.6.2.

**Tabla 7.5-3. Evidencias obtenidas con la encuesta al personal de las empresas "A" y "B".**

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN RELACIONADA (Apdo. 5.2.1.2) O ASPECTO DEL CONTEXTO	EVIDENCIAS OBTENIDAS (Código / Enunciado)	ARGUMENTACIÓN	LITERATURA RELACIONADA / APARTADO CAPÍTULO 3.
P2	<p>A-F2-7 / La empresa "A" valora las oportunidades existentes en la obra para optimizar el plazo de ejecución como menos plazo de ejecución previsto.</p> <p>A-F2-8 / La empresa "A" valora las oportunidades existentes en la obra para optimizar el coste de la obra como menos coste previsto.</p> <p>B-F2-7 / La empresa "B" valora las oportunidades existentes en la obra para optimizar el plazo de ejecución como menos plazo de ejecución previsto.</p> <p>B-F2-8 / La empresa "B" valora las oportunidades existentes en la obra para optimizar el coste de la obra como menos coste previsto.</p>	<p>El 75% de los jefes de obra encuestados de la empresa "A" refieren que cuando plantean como objetivo una fecha de terminación anterior a la contractual es debido a la valoración de oportunidades identificadas o pendientes de identificar. El 85% del resto de los encuestados de la empresa "A" piensan que cuando los jefes de obra plantean como objetivo una fecha de terminación anterior a la contractual es debido a la valoración de oportunidades identificadas o pendientes de identificar.</p> <p>El 63% de los jefes de obra encuestados de la empresa "A" refieren que cuando plantean como objetivo un coste inferior al caso base es debido -total o parcialmente- a la valoración de oportunidades identificadas. El 62% del resto de los encuestados de la empresa "A" piensan que cuando los jefes de obra plantean como objetivo un coste inferior al caso base es debido -total o parcialmente- a la valoración de oportunidades identificadas.</p> <p>El 75% de los jefes de obra encuestados de la empresa "B" refieren que cuando plantean como objetivo una fecha de terminación anterior a la contractual es debido a la valoración de oportunidades identificadas o pendientes de identificar. El 79% del resto de los encuestados de la empresa "B" piensan que cuando los jefes de obra plantean como objetivo una fecha de terminación anterior a la contractual es debido -total o parcialmente- a la valoración de oportunidades identificadas.</p> <p>El 61% de los jefes de obra encuestados de la empresa "B" refieren que cuando plantean como objetivo un coste inferior al caso base es debido -total o parcialmente- a la valoración de oportunidades identificadas. El 77% del resto de los encuestados de la empresa "B" piensan que cuando los jefes de obra plantean como objetivo un coste inferior al caso base es debido -total o parcialmente- a la valoración de oportunidades identificadas.</p>	<p>Mak y Picken 2000. Chapman y Ward 2003, Leach 2003, Rooke et al. 2004, Chan y Au 2009, Laryea y Hughes 2011. Apartado 3.4.1.</p>

**Tabla 7.5-4. Evidencias obtenidas con la encuesta al personal de las empresas "A" y "B".**

### **7.3.- FASE 3 DE LA INVESTIGACIÓN: ESTUDIOS DE CASO.**

La encuesta descrita en el apartado anterior se focaliza en la definición inicial de reservas para contingencias de tiempo y dinero durante la planificación de una obra, previamente al comienzo de su ejecución. Esta encuesta ha permitido obtener evidencias – resumidas en la Tabla 7.5- de la vigencia en las empresas “A” y “B” de ciertas ideas acerca del fenómeno investigado.

Tal y como ya se ha descrito, las evidencias halladas con la encuesta tienen un doble objetivo. Por una parte serán analizadas conjuntamente con las procedentes de otras fuentes (FASE 3) como modo –si procede- de obtener hallazgos en torno al fenómeno investigado en cada una de las empresas. Por otra parte, sirven de base –junto con la literatura y las evidencias obtenidas en las entrevistas con la alta dirección- para ultimar el guion-cuestionario de las entrevistas semiestructuradas que constituyen el núcleo de la FASE 3 y que se aporta en el Anexo 8 como parte del protocolo del estudio de caso.

No obstante, adicionalmente a profundizar y contrastar las evidencias anteriores, se va a investigar a lo largo de esta FASE 3 acerca de los numerosos aspectos característicos de la gestión de las reservas para contingencias por la empresa constructora durante la ejecución de las obras que no han sido abordados en la FASE 2. A partir de aquí, la FASE 3 de esta investigación deberá responder a las preguntas específicas de la investigación planteadas en el apartado 5.2.1.2, culminando así el objeto de la investigación: caracterizar cómo gestionan sus riesgos en obra mediante reservas para contingencias las empresas constructoras analizadas. Para ello, tal y cómo se detalló en el capítulo quinto, la FASE 3 de la investigación se centrará en la realización de entrevistas semiestructuradas, la observación directa durante las visitas a las obras-centros de trabajo de los entrevistados y el análisis de las evidencias documentales que se consigan.

#### **7.3.1.- Preguntas a formular en las entrevistas de la FASE 3.**

La principal fuente de datos en la FASE 3 serán las entrevistas a realizar al personal técnico y directivos de área de las empresas. Como ya se ha expuesto, estas entrevistas tendrán un carácter semiestructurado, por lo que a pesar de que se tratará de obtener de los entrevistados toda la información posible sobre el fenómeno investigado, las entrevistas se apoyarán en el guion presentado en el Anexo 8. Tal y como se expuso en el capítulo quinto, durante la entrevista se debe mantener la coherencia entre las preguntas planteadas a los entrevistados y las preguntas de la investigación (Yin 2009), así, las cuestiones que figuran en el guion son consistentes con los cuatro criterios expuestos en la Tabla 5.2: las preguntas específicas de la investigación, los resultados de las entrevistas con la alta dirección, las aportaciones de la encuesta piloto y los resultados de la encuesta con el personal técnico de ambas empresas.

El Apéndice 7.1 justifica la idoneidad de las cuestiones del guion en base a su relación con los cuatro criterios mencionados en el párrafo anterior. Estas cuestiones se corresponden con las preguntas específicas de la investigación (apartado 5.2.1.2), pero también con los aspectos fundamentales del contexto reflejados en el Gráfico 5.2 (que representa el esquema-resumen del marco teórico). La mayor parte de las cuestiones fueron planteadas a partir de los resultados de la revisión del estado del arte, mientras que otras –también consistentes con la literatura- surgieron durante las primeras entrevistas y se incluyeron en el estudio (en un anexo del guion inicial).



### **7.3.2.- Justificación de la elección de los entrevistados.**

Una vez concluida la FASE 2 y definida la versión inicial del guion de las entrevistas y el conjunto del protocolo del estudio de caso (Anexo 8), se procedió a planificar el trabajo de campo de la FASE 3. Para ello, la primera decisión fue elegir las personas a entrevistar. Como se expuso en el capítulo quinto, el objetivo era realizar una entrevista a un directivo de área que fuera responsable jerárquico del resto de los entrevistados en cada empresa (como mínimo con categoría de delegado de zona) y a tantos jefes de obra como fuera necesario hasta alcanzar la saturación, con un mínimo de seis (Guest et al. 2006); a tal fin se preparó con las empresas la posibilidad de entrevistar a doce jefes de obra en cada una de ellas. Los directivos de área fueron respectivamente las personas "A1" y "B1". "A1" es el máximo responsable del Área de Construcción dentro de la División de Proyectos de la empresa "A" (ver apartado 6.2.5), mientras que "B1" es el Sub-Director General de Construcción de la empresa "B1", máximo responsable de los departamentos de producción de la Unidad de Negocio de Construcción de la empresa "B" (ver Gráfico 6.3). Tanto "A1" como "B1" cumplen por tanto los requisitos definidos para participar en la investigación. Por lo que respecta a los jefes de obra, en ambas empresas -tal y como se evidenciará en el próximo apartado- se alcanzó la saturación tras seis entrevistas, la Tabla 7.6 evidencia la validez de los jefes de obra entrevistados en función de los criterios definidos en el apartado 5.2.3.1. De acuerdo con la terminología establecida en el apartado 5.2.3.2, los jefes de obra de la empresa "A" se identificarán con los códigos "A2" a "A7", mientras que los de la empresa "B" se identificarán con los códigos "B2" a "B7".

		<b>TITULACIÓN</b>	<b>AÑOS DE EXPERIENCIA EN EL SECTOR</b>	<b>AÑOS DE EXPERIENCIA EN EL PUESTO DE TRABAJO</b>	<b>PUESTO DE TRABAJO</b>
		<i>Titulados universitarios en ingeniería o arquitectura (de grado medio o superior) o al menos 15 años de experiencia como jefe de obra.</i>	<i>No inferior a 10 años.</i>	<i>No inferior a 2 años.</i>	<i>Jefe de Obra.</i>
<b>JEFES DE OBRA</b>	A2	Arquitecto Técnico.	11 años.	7 años.	Jefe de obra.
	A3	Arquitecto Técnico.	13 años.	12 años.	Jefe de obra.
	A4	Arquitecto Técnico.	13 años.	10 años.	Jefe de obra.
	A5	Arquitecto Técnico.	16 años.	14 años.	Jefe de obra.
	A6	Arquitecto Técnico.	10 años.	7 años.	Jefe de obra.
	A7	Arquitecto Técnico.	25 años.	25 años.	Jefe de obra.
	B2	FP II.	20 años.	15 años.	Jefe de obra.
	B3	Ingeniero T. Industrial.	12 años.	10 años.	Jefe de obra.
	B4	Ingeniero de Caminos.	11 años.	9 años.	Jefe de obra.
	B5	Ingeniero de Caminos.	10 años.	8 años.	Jefe de obra.
	B6	Arquitecto Técnico.	10 años.	8 años.	Jefe de Obra.
	B7	Ingeniero de Caminos.	10 años.	5 años.	Jefe de Obra.

**Tabla 7.6. Características de los jefes de obra entrevistados.**

Una vez seleccionados el directivo y los jefes de obra a entrevistar en cada empresa, se procedió a programar las entrevistas con el apoyo de los directivos "A0" y "B0". Las entrevistas se realizaron durante los meses de marzo y abril de 2014. Las fechas concretas en las que tuvo lugar cada entrevista (y las visitas a las obras correspondientes) figuran en el Anexo 5.4.

Con el fin de que la actitud de los entrevistados ante la investigación fuera la adecuada, fue el propio directivo “A0” o “B0” quien les convocó para la reunión a mantener con el investigador, no obstante –de acuerdo con lo establecido por el protocolo del estudio de caso (Anexo 8)-, y con el fin de crear un ambiente favorable, una vez programada la entrevista en cada caso, el investigador se puso en contacto telefónicamente con cada entrevistado a fin de mantener una primera toma de contacto.

### **7.3.3.- Justificación del número de entrevistados: nivel de saturación.**

En el capítulo quinto se expuso que se realizarían tantas entrevistas con jefes de obra como fueran necesarias hasta alcanzar la saturación, con un mínimo de seis. Se entiende que se alcanza la saturación cuando no se observa nueva información o nuevos temas en los datos (Guest et al. 2006).

Tal y como se puede apreciar en el Anexo 5.4, el primer jefe de obra entrevistado de la empresa “A” fue “A4”, el 24 de marzo de 2014; la última entrevista fue con “A5” y tuvo lugar el 28 de marzo de 2014. En el caso de la empresa “B”, el primer jefe de obra entrevistado fue “B3”, el 31 de marzo de 2014; la última entrevista fue con “B4” y tuvo lugar el 3 de abril de 2014. Las entrevistas tuvieron lugar en general en las casetas de obra de cada uno de los jefes de obra, salvo los entrevistados A5, B4 y B6, con quienes se mantuvo la reunión en las sedes corporativas de sus empresas; la razón en el caso de A5 es que estaba en la fase de planificación inicial de su nueva obra y todavía no disponía de infraestructuras en el emplazamiento; B4 y B6 eran responsables de varios contratos simultáneamente y consideraron más práctico mantener las entrevistas en la sede central de la empresa “B”. Durante las cinco primeras entrevistas realizadas con jefes de obra de la empresa “A” (A2, A3, A4, A6 y A7) surgieron enfoques no contemplados en la versión inicial del guion de las entrevistas que aun estando relacionados con las preguntas específicas de la investigación, no fueron explícitamente considerados en la versión inicial del citado guion. Conforme iban surgiendo nuevos aspectos, se iban incluyendo en el guion de las siguientes entrevistas. Estos nuevos aspectos permitieron conformar el Anexo al citado guion cuya edición final se incluye en el Protocolo (Anexo 8). La saturación se alcanzó por tanto en la quinta entrevista, hecho que se comprobó al constatar que en la sexta entrevista (realizada con A5) no surgió ningún tema o aspecto no tratado previamente. Una vez completado el ciclo de entrevistas se mantuvo una conversación telefónica con los jefes de obra A2, A3 y A4 con el fin de plantearles los nuevos aspectos que habían surgido en las entrevistas con sus compañeros. Fue imposible contactar con el jefe de obra A6.

Durante las entrevistas con los jefes de obra de la empresa “B” –realizadas en su totalidad con posterioridad a las de la empresa “A”- ya se abordaron desde el comienzo las cuestiones que figura en el Anexo al guion y no surgió ningún aspecto no tratado previamente, por lo que se realizaron únicamente seis entrevistas.

### **7.3.4.- Análisis de datos.**

En el capítulo quinto se describió el procedimiento de análisis de datos a seguir en esta investigación. Según Yin (2009) una primera cuestión básica es que el análisis de los datos debe comenzar con las preguntas de la investigación y no con los datos en sí. Es necesario identificar las evidencias que responden a esas preguntas, presentando las evidencias de forma que el lector pueda comprobar las conclusiones. Así, el procedimiento a seguir se inspira en tres ideas del citado autor:

- a. La forma de presentar adecuadamente las evidencias juega un papel clave. Es conveniente procesar analíticamente los datos con el fin de condensar y disponer las evidencias de forma que se facilite la extracción de hallazgos.
- b. Es necesario contar con una ESTRATEGIA GENERAL DE ANÁLISIS que permita establecer prioridades a la hora de decidir qué analizar y por qué.
- c. El análisis de los datos debe aportar validez interna y externa a la investigación, para ello y a partir de la presentación adecuada de los datos se deben usar técnicas de análisis específicas en el marco de la o las estrategias generales de análisis.

#### 7.3.4.1.- Procesamiento analítico y presentación de las evidencias. Matrices de datos condensados.

En relación a la idea expresada en el punto a) de la introducción del apartado 7.3.4, Yin (2009) se inspira en Miles y Huberman (1994), aunque la edición más reciente de esta referencia es Miles et al. (2013). Estos autores ven el proceso de análisis de datos cualitativos como tres flujos concurrentes e interactivos de actividades: CONDENSACIÓN de DATOS, PRESENTACIÓN de DATOS y EXTRACCIÓN DE CONCLUSIONES.

##### *Condensación de los datos.*

Proceso de seleccionar, destacar, simplificar, abstraer y/o transformar los datos brutos, esto es, aquellos que aparecen en el cuerpo completo de las notas de campo, narraciones, las transcripciones de las entrevistas y otros materiales empíricos.

Miles et al. (2013) cuestionan los textos extensos como una forma práctica de presentación de los datos, pues la información no es secuencial, es voluminosa y está dispersa, fomentando una tendencia al descubrimiento de patrones simplificados; destacan que al condensar los datos se les aporta más solidez. Huyen de la expresión “reducción de datos” porque implica debilitamiento de los datos o pérdida de información. La condensación de datos es una forma de análisis que conforma, clasifica, destaca, descarta y organiza los datos facilitando la extracción de hallazgos. Los datos condensados deben presentarse como una recopilación de información organizada y comprimida. El proceso de condensación de datos transforma los datos brutos en unidades de datos más simples (datos condensados) que se agrupan en esta investigación según diversos aspectos coherentes con las preguntas de la misma. Los datos condensados pueden tomar la forma de párrafos breves, citas, frases, clasificaciones, abreviaturas, códigos, categorías, símbolos, etc.

Los datos brutos se obtuvieron a partir de las fuentes de datos recogidas por la Tabla 5.8. Las fuentes de datos M1 a M8 fueron las utilizadas en la investigación en sí (encuesta piloto, encuesta, entrevistas a miembros de la alta dirección (directivos senior), entrevistas a directivos de área (directivos junior), entrevistas a jefes de obra, análisis de documentos producidos por la empresa, observación directa en diversas sedes y obras de la empresa y, finalmente, entrevistas de revisión de hallazgos con los directivos de área de las empresas “A” y “B”).

De acuerdo con lo expuesto en el apartado 5.2.3.2 del capítulo quinto, los diversos apartados del Anexo 5 contienen los datos brutos obtenidos a partir de las fuentes de datos anteriores, a saber: las respuestas de la encuesta, la transcripción de las entrevistas (respuestas cuantitativas y cualitativas), notas, narraciones, datos demográficos, los informes de las entrevistas (códigos “Inf-Ent-\*X”, donde “\*X” es el identificador del entrevistado – “\*” empresa “A” o “B” y “X” un número secuencial), evidencias documentales (códigos “EvY-Ent-

\*X”, donde “Y” es el número de orden y “\*X” es el identificador del entrevistado) y los resultados de la observación directa.

El Anexo 7 presenta un primer análisis de algunos datos brutos, en concreto el análisis estadístico (las frecuencias absolutas) de las respuestas a la encuesta realizada en el marco de la FASE 2 (fuente de datos M2). Este análisis estadístico de los datos de la encuesta permite extraer y justificar las evidencias reflejadas en la Tabla 7.5. Por otra parte, la Tabla 7.1 presenta las evidencias obtenidas en las entrevistas con la alta dirección de ambas empresas (fuente de datos M3). Adicionalmente, el Anexo 9 presenta el análisis estadístico de los resultados de las entrevistas, concretamente de aquellas partes cuyas respuestas tienen una componente cuantitativa (fuentes de datos M4 y M5); tal y como se describió en el capítulo quinto, el Anexo 9 presenta las frecuencias absolutas, las medias y las medianas de las respuestas anteriores.

En suma, el Anexo 5 presenta los datos brutos obtenidos de diferentes fuentes a lo largo de las FASES 2 y 3, mientras que los Anexos 7 y 9 y las Tablas 7.1 y 7.5 presentan datos condensados fruto de un primer procesamiento analítico de los datos brutos.

#### *Presentación de los datos.*

En esta investigación, los datos condensados se presentan en las MATRICES DE DATOS CONDENSADOS que se aportan en el Apéndice 7.2 del presente capítulo. Estas matrices están formadas por los datos condensados recogidos en los Anexos 7 y 9 y en las Tablas 7.1 y 7.5, incluyendo también otros datos condensados generados a partir de otras fuentes de datos (datos cualitativos de las entrevistas (M3 y M4), análisis de documentos (M6) y observación directa (M7)).

Una matriz es un formato tabular que recoge y clasifica los datos (condensados) para facilitar su visualización de una vez, permitiendo el análisis detallado y creando las condiciones para el posterior análisis comparado de varios casos (dos en esta investigación). Para mantener la cadena de evidencias (Yin 2009), los datos condensados volcados en cada matriz se podrán relacionar con las correspondientes fuentes de datos brutos de origen.

Como ya se describió en el capítulo quinto, los procesos de condensación, representación y análisis de datos son interactivos. En una primera etapa se han generado los datos condensados que se aportan en los Anexos 7 y 9 y en las Tablas 7.1 y 7.5; para la obtención de datos condensados a partir de los datos cualitativos de las entrevistas (M3 y M4), del análisis de documentos (M6) y de la observación directa (M7), el punto de partida es la lectura de cada origen de datos brutos. A partir de ahí, se identifican segmentos de información relevante y se asocian a distintos aspectos relacionados con las preguntas específicas de la investigación y con el marco teórico; las descripciones de estos últimos aspectos encabezarán las columnas de las distintas matrices de datos condensados, mientras que las filas se caracterizarán por las distintas fuentes de datos brutos (M1 a M8) relevantes para los aspectos recogidos por cada matriz. Las filas y las columnas de cada matriz irán numeradas de forma secuencial.

Como se apreciará a continuación se han generado varias matrices de datos condensados por cada pregunta específica de la investigación. Cada matriz se identificará con la letra identificativa de la empresa a la que correspondan los datos (“A” o “B”), el número de la pregunta específica de la investigación correspondiente y el número de orden de la matriz (puede haber varias matrices de datos para cada pregunta, por ejemplo: #A2-1 sería la primera matriz de datos correspondiente a la segunda pregunta específica de la investigación de la empresa “A”). Si la matriz está relacionada con el contexto y no con alguna pregunta específica de la investigación, en lugar de un número secuencial se acompañará de la letra “C” (por

ejemplo: #AC-2 sería la segunda matriz de datos correspondiente al contexto de la investigación de la empresa "A"). Tal y como se apuntó anteriormente, las filas y columnas de cada matriz de datos irán numeradas, lo que permitirá identificar sus celdas, es decir los datos condensados, de acuerdo al criterio establecido (código de matriz, número de fila, número de columna); así, el dato condensado (#A4-1,2,3) se encuentra en la segunda fila y en la tercera columna de la matriz de datos condensados #A4-1, que a su vez es la primera matriz de datos condensados de la empresa "A" correspondiente a la cuarta pregunta específica de la investigación.

#### *Extracción de conclusiones.*

Tal y como se apuntó en la introducción del apartado 7.3.4, es necesario contar con una estrategia general de análisis que permita establecer prioridades a la hora de decidir qué analizar y por qué. En este caso se seguirá una estrategia basada en proposiciones teóricas. Consiste en basar el análisis de los datos en los resultados del estudio del estado del arte que inspiran la investigación, estado del arte en base al que se plantearon los objetivos de la investigación, sus preguntas y su diseño en general. Adicionalmente, el análisis de los datos debe aportar validez interna y externa a la investigación, para ello y a partir de la presentación de los datos en las matrices de datos condensados, se usarán técnicas de análisis específicas en el marco de la estrategia general de análisis definida. En este caso se utilizarán las técnicas de "pattern matching" y "explanation building" (se describieron en el capítulo quinto).

La base del análisis para la extracción de hallazgos de cada caso individual serán las diferentes matrices de datos condensados que han sido generadas. Las matrices de datos condensados permiten descubrir las relaciones y patrones empíricos existentes entre las distintas evidencias asociadas a cada aspecto del fenómeno investigado.

#### 7.3.4.2.- Resultados del análisis: hallazgos de los casos individuales. Matrices de hallazgos.

Miles et al. (2013) destacan la importancia de argumentar y presentar también los hallazgos de una investigación cualitativa de forma visual, gráfica y concisa, para ello se utilizarán MATRICES DE HALLAZGOS DE CASO, aunque adicionalmente la argumentación de los hallazgos se reforzará con un texto explicativo.

Una matriz de hallazgos de caso es una estructura de argumentos que incluye los hallazgos (ideas descriptivas del fenómeno investigado generadas a partir de los patrones empíricos identificados y contrastados con la teoría) y los diferentes elementos en los que se apoya su extracción. En coherencia con la estrategia general de análisis definida (basada en proposiciones teóricas fruto de la revisión del estado del arte), estos elementos serán teóricos (referencias bibliográficas en las que se sustenta el patrón teórico) y también evidencias derivadas del análisis de los datos brutos (los datos condensados). En resumen, las matrices de hallazgos de caso generadas cuentan con tres elementos fundamentales:

1. La descripción del hallazgo.
2. La referencia de la o las matrices de datos condensados que recogen las evidencias empíricas en las que se apoya la extracción del hallazgo.
3. Las referencias bibliográficas que sustentan el patrón teórico relacionado con el hallazgo.

Así, se generarán una o varias matrices por cada pregunta específica de la investigación. Cada matriz se identificará con la letra identificativa de la empresa, las letras "HC" (hallazgos de caso), el número de la pregunta específica de la investigación

correspondiente (o letra “C” si se refiere al contexto y el número de orden de la matriz (puede haber varias matrices de hallazgos para cada pregunta). Por ejemplo: #A-HC-2-1 sería la primera matriz de hallazgos de caso de la empresa “A” correspondiente a la pregunta específica número dos y #A-HC-C-1 sería la primera matriz de hallazgos de caso de la empresa “A” correspondiente al contexto de la investigación; bajo la misma lógica, #A-HC-3-2-1 sería el primer hallazgo incluido en la segunda matriz de hallazgos de caso de la empresa “A” correspondiente a la pregunta específica número tres.

A continuación, se procede a enunciar y discutir conjuntamente los hallazgos de ambos casos individuales, la razón de efectuar un análisis conjunto es doble: por una parte evitar la repetición de argumentos que en ocasiones serán idénticos, por otra parte facilitar la extracción de las proposiciones explicativas de los resultados provisionales de la investigación (“cross-case synthesis”). Los hallazgos se presentan agrupados bajo cada una de las preguntas específicas de la investigación (planteadas en el capítulo quinto, apartado 5.2.1.2) o bajo diferentes aspectos del contexto de gestión de las reservas para contingencias (Gráfico 5.2). A fin de facilitar la comprensión del proceso de análisis seguido, en el caso del primer hallazgo se incluyen junto con su texto argumentativo las correspondientes matrices de datos condensados y de hallazgos. A partir de este hallazgo, en este apartado se recogerán únicamente los textos argumentativos, figurando las matrices de datos condensados y de hallazgos en los Apéndices 7.2 y 7.3 respectivamente.

En el apartado próximo (7.3.4.3) se discutirán los resultados provisionales de la investigación, producto esencial de la FASE 4 de la misma, que se obtendrán de los hallazgos de cada caso individual a través del proceso de “cross-case synthesis”. Al igual que para presentar los hallazgos de cada estudio de caso, la justificación y presentación de los resultados de la investigación se realizará esencialmente de forma gráfica mediante las **MATRICES DE PROPOSICIONES GENERALES** (formato según la Tabla 5.11), complementada con textos argumentativos.

La Tabla 7.7 recoge los distintos elementos formales de análisis relativos a cada resultado provisional y las páginas del documento en las que se hallan; consta de los siguientes campos:

- **ARGUMENTACIÓN HALLAZGOS:** se aportan los códigos de los hallazgos relacionados con el resultado provisional en cuestión y la página en la que figura su texto argumentativo.
- **ARGUMENTACIÓN RESULTADO PROVISIONAL:** se aporta el código del resultado provisional en cuestión y la página en la que figura su texto argumentativo.
- **MATRICES DE DATOS CONDENSADOS:** se aportan los códigos de las matrices que recogen los datos condensados a partir de los que se han extraído los hallazgos relacionados con el resultado provisional en cuestión y la página en la que se hallan.
- **MATRICES DE HALLAZGOS:** se aportan los códigos de las matrices de los hallazgos relacionados con el resultado provisional en cuestión y la página en la que se hallan.
- **MATRICES DE PROPOSICIONES GENERALES:** se aportan los códigos de las proposiciones generales (resultados provisionales) en cuestión (y por tanto de sus correspondientes matrices) y la página en la que se encuentran.

El objeto de la Tabla 7.7 es únicamente facilitar el seguimiento del proceso de argumentación desarrollado para obtener cada resultado provisional de la investigación. Tal y como se ha expuesto anteriormente los resultados provisionales son el producto de la FASE 4 de la investigación, que será tratada en profundidad a lo largo del próximo apartado (7.3.4.3).

ARGUMENTACIÓN HALLAZGOS	ARGUMENTACIÓN RESULTADO PROVISIONAL	MATRICES DE DATOS CONDENSADOS	MATRICES DE HALLAZGOS	MATRICES DE PROPOSICIONES GENERALES (RESULTADOS PROVISIONALES)
#A-HC-C-1-1 y #B-HC-C-1-1 (p. 319)	PGC-1 (p. 358)	#AC-1 (p. 320) y #BC-1 (p. 321)	#A-HC-C-1 (p. 322) y #B-HC-C-1 (p. 323)	PGC-1 (p.359)
#A-HC-C-1-2 y #B-HC-C-1-2 (p. 324)	PGC-2 (p. 360)	#AC-1 (p. 320) y #BC-1 (p. 321)	#A-HC-C-1 (p. 322) y #B-HC-C-1 (p. 323)	PGC-2 (p.469)
#A-HC-C-2-1 y #B-HC-C-2-1 (p. 325)	PGC-3 (p. 360)	#AC-2 (p. 394) y #BC-2 (p. 395)	#A-HC-C-2 (p. 429) y #B-HC-C-2 (p. 429)	PGC-3 (p. 470)
#A-HC-C-3-1 y #B-HC-C-3-1 (p. 329)	PGC-4 (p. 362)	#AC-3 (p. 396) y #BC-3 (p. 397)	#A-HC-C-3 (p. 430) y #B-HC-C-3 (p. 430)	PGC-4 (p. 471)
#A-HC-C-4-1 y #B-HC-C-4-1 (p. 330)	PGC-5 (p. 362)	#AC-4 (p. 398) y #BC-4 (p. 399)	#A-HC-C-4 (p. 431) y #B-HC-C-4 (p. 432)	PGC-5 (p. 472)
#A-HC-1-1-1 y #B-HC-1-1-1 (p. 332)	PG1-1 (p. 363)	#A1-1 (p. 400) y #B1-1 (p. 401)	#A-HC-1-1 (p. 433) y #B-HC-1-1 (p. 434)	PG1-1 (p. 473)
#A-HC-1-2-1 y #B-HC-1-2-1 (p. 333)	PG1-2 (p. 364)	#A1-2 (p. 402) y #B1-2 (p. 403)	#A-HC-1-2 (p. 435) y #B-HC-1-2 (p. 436)	PG1-2 (p. 473)
#A-HC-1-3-1 y #B-HC-1-3-1 (p. 335)	PG1-3 (p. 364)	#A1-3 (p. 404) y #B1-3 (p. 405)	#A-HC-1-3 (p. 437) y #B-HC-1-3 (p. 438)	PG1-3 (p. 474)
#A-HC-2-1-1 y #B-HC-2-1-1 (p. 336)	PG2-1 (p. 365)	#A2-1 (p. 406) y #B2-1 (p. 407)	#A-HC-2-1 (p. 439) y #B-HC-2-1 (p. 439)	PG2-1 (p. 474)
#A-HC-2-2-1 y #B-HC-2-2-1 (p. 338)	PG2-2 (p. 365)	#A2-2 (p. 408) y #B2-2 (p. 409)	#A-HC-2-2 (p. 440) y #B-HC-2-2 (p. 441)	PG2-2 (p. 475)
#A-HC-2-2-2 y #B-HC-2-2-2 (p. 338)	PG2-3 (p. 365)	#A2-2 (p. 408) y #B2-2 (p. 409)	#A-HC-2-2 (p. 440) y #B-HC-2-2 (p. 441)	PG2-3 (p. 475)
#A-HC-2-3-1 y #B-HC-2-3-1 (p. 339)	PG2-4 (p. 366)	#A2-3 (p. 409) y #B2-3 (p. 410)	#A-HC-2-3 (p. 442) y #B-HC-2-3 (p. 443)	PG2-4 (p. 475)
#A-HC-2-4-1 y #B-HC-2-4-1 (p. 341)	PG2-5 (p. 368)	#A2-4 (p. 411) y #B2-4 (p. 412)	#A-HC-2-4 (p. 444) y #B-HC-2-4 (p. 445)	PG2-5 (p. 476)
#A-HC-2-5-1 y #B-HC-2-5-1 (p. 342)	PG2-6 (p. 370)	#A2-5 (p. 413) y #B2-5 (p. 414)	#A-HC-2-5 (p. 446) y #B-HC-2-5 (p. 446)	PG2-6 (p. 476)
#A-HC-3-1-1 y #B-HC-3-1-1 (p. 344)	PG3-1 (p. 371)	#A3-1 (p. 415) y #B3-1 (p. 415)	#A-HC-3-1 (p. 447) y #B-HC-3-1 (p. 447)	PG3-1 (p. 477)
#A-HC-3-2-1 y #B-HC-3-2-1 (p. 344)	PG3-2 (p. 371)	#A3-2 (p. 416) y #B3-2 (p. 416)	#A-HC-3-2 (p. 448) y #B-HC-3-2 (p. 448)	PG3-2 (p. 477)
#A-HC-3-3-1 y #B-HC-3-3-1 (p. 346)	PG3-3 (p. 371)	#A3-3 (p. 417) y #B3-3 (p. 417)	#A-HC-3-3 (p. 449) y #B-HC-3-3 (p. 449)	PG3-3 (p. 478)
#A-HC-3-4-1 y #B-HC-3-4-1 (p. 347)	PG3-4 (p. 372)	#A3-4 (p. 418) y #B3-4 (p. 418)	#A-HC-3-4 (p. 450) y #B-HC-3-4 (p. 451)	PG3-4 (p. 478)
#A-HC-3-5-1 y #B-HC-3-5-1 (p. 347)	PG3-5 (p. 373)	#A3-5 (p. 419) y #B3-5 (p. 419)	#A-HC-3-5 (p. 451) y #B-HC-3-5 (p. 452)	PG3-5 (p. 479)
#A-HC-4-1-1 y #B-HC-4-1-1 (p. 348)	PG4-1 (p. 373)	#A4-1 (p. 420) y #B4-1 (p. 421)	#A-HC-4-1 (p. 453) y #B-HC-4-1 (p. 454)	PG4-1 (p. 479)
#A-HC-4-2-1 y #B-HC-4-2-1 (p. 349)	PG4-2 (p. 373)	#A4-2 (p. 422) y #B4-2 (p. 422)	#A-HC-4-1 (p. 454) y #B-HC-4-1 (p. 455)	PG4-2 (p. 480)
#A-HC-4-3-1 y #B-HC-4-3-1 (p. 350)	PG4-3 (p. 374)	#A4-3 (p. 423) y #B4-3 (p. 423)	#A-HC-4-3 (p. 456) y #B-HC-4-3 (p. 457)	PG4-3 (p. 480)
#A-HC-4-4-1 y #B-HC-4-4-1 (p. 351)	PG4-4 (p. 375)	#A4-4 (p. 424) y #B4-4 (p. 425)	#A-HC-4-4 (p. 458) y #B-HC-4-4 (p. 459)	PG4-4 (p. 481)
#A-HC-4-5-1 y #B-HC-4-5-1 (p. 351)	PG4-5 (p. 375)	#A4-4 (p. 424) y #B4-4 (p. 425)	#A-HC-4-5 (p. 459) y #B-HC-4-5 (p. 460)	PG4-5 (p. 482)
#A-HC-4-5b-1 y #B-HC-4-5b-1 (p. 356)	PG4-5 (p. 375)	—————	#A-HC-4-5b (p. 460) y #B-HC-4-5b (p. 461)	PG4-5 (p. 482)
#A-HC-4-6-1 y #B-HC-4-6-1 (p. 351)	PG4-6 (p. 375)	#A4-4 (p. 424) y #B4-4 (p. 425)	#A-HC-4-6 (p. 461) y #B-HC-4-6 (p. 462)	PG4-6 (p. 483)
#A-HC-4-7-1 y #B-HC-4-7-1 (p. 351)	PG4-7 (p. 375)	#A4-4 (p. 424) y #B4-4 (p. 425)	#A-HC-4-7 (p. 463) y #B-HC-4-7 (p. 464)	PG4-7 (p. 484)
#A-HC-4-8-1 y #B-HC-4-8-1 (p. 353)	PG4-8 (p. 376)	#A4-5 (p. 426) y #B4-5 (p. 427)	#A-HC-4-8 (p. 464) y #B-HC-4-8 (p. 465)	PG4-8 (p. 484)
#A-HC-5-1-1 y #B-HC-5-1-1 (p. 354)	PG5-1 (p. 376)	#A5-1 (p. 427) y #B5-1 (p. 428)	#A-HC-5-1 (p. 465) y #B-HC-5-1 (p. 466)	PG5-1 (p. 485)
#A-HC-5-2-1 y #B-HC-5-2-1 (p. 355)	PG5-2 (p. 377)	#A5-2 (p. 428) y #B5-2 (p. 428)	#A-HC-5-2 (p. 467) y #B-HC-5-2 (p. 468)	PG5-2 (p. 485)

**Tabla 7.7. Índice de elementos formales a considerar en la argumentación de cada resultado provisional.**



1.- CONTEXTO GENÉRICO: Objetivos de la obra.

HALLAZGOS #A-HC-C-1-1 y #B-HC-C-1-1. “Los jefes de obra de la empresa “A” (y de la empresa “B”) participan en la fijación de los objetivos de la obra (plazo, coste, alcance-calidad), aunque sus superiores jerárquicos (jefe de grupo, directivo de área) también intervienen, particularmente aprobando su propuesta o fijando los límites de los objetivos”.

En este caso los hallazgos en las empresas “A” y “B” coinciden. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes al contexto (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-C-1 y #B-HC-C-1 (Apéndice 7.3), respectivamente. En ambos casos los hallazgos se apoyan en tres fuentes de datos (matrices de datos condensados #AC-1 y #BC-1 que figuran en el Apéndice 7.2).

Tanto las entrevistas realizadas a la alta dirección (datos condensados #AC-1,1,1; #AC-1,1,3; #BC-1,1,1 y #BC-1,1,3), al directivo de área (datos condensados #AC-1,2,1; #AC-1,2,2; #AC-1,2,2; #BC-1,2,1; #BC-1,2,2 y #BC-1,2,3) y a los jefes de obra (datos condensados #AC-1,3,1; #AC-1,3,2; #AC-1,3,2; #BC-1,3,1; #BC-1,3,2 y #BC-1,3,3), confirman que ambas empresas definen objetivos de plazo, coste y alcance-calidad en sus obras y que en la definición de estos objetivos participan tanto los jefes de obra como sus superiores jerárquicos.

Es destacable que en ambas empresas todos los entrevistados (alta dirección, directivos de área y jefes de obra) coinciden en que los jefes de obra y sus superiores jerárquicos definen conjuntamente los objetivos de la obra en el marco del proceso de planificación inicial de la misma (Howell et al. 1993b); estos objetivos se definen además en torno a unos parámetros (coste, plazo y alcance-calidad) que son precursores de las metas que según Salapatas y Sawle (1986) debe alcanzar una empresa para completar con éxito una obra (rentabilidad, reputación y satisfacción del cliente y usuario). En cuanto a los detalles del procedimiento concreto, sí que se aprecian matices diferenciales entre ambas empresas. Así, en la empresa “A” los jefes de obra suelen proponer unos objetivos a partir de los criterios de “contratación” de la obra, al alza o a la baja, recibiendo o no posteriormente la aprobación de los mismos por parte de sus superiores jerárquicos. Por el contrario en la empresa “B” los directivos de área definen de una forma flexible los objetivos (Howell et al. 1993b).

## MATRIZ #AC-1

## CONTEXTO GENÉRICO: Objetivos de la obra

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2	3	4
		Definición y revisión de objetivos	Tipos de objetivos	Decisores en torno a los objetivos	Incertidumbre en los objetivos
1	M3 (Tabla 7.1)	A0-5 / Para cada obra se definen objetivos		Los objetivos los definen entre los jefes de obra y sus superiores jerárquicos	Es reducida.
2	M4 (Anexo 5.2)	A1 está muy de acuerdo con la idea de que en todas las obras se definen objetivos. Además se revisan mensualmente.	A1 está muy de acuerdo con la idea de que en todas las obras se definen objetivos de coste, plazo y alcance-calidad.	Los elabora y propone el jefe de obra, pero los aprueba el jefe de grupo y A1.	A1 está en desacuerdo (respuesta 2) con que exista incertidumbre en los objetivos. Me da 4 razones: 1: Casi siempre cierran las obras dentro de sus objetivos. 2: Fe total en su equipo de gente. 3: No tratan de aprovecharse de los fallos de diseño: son una empresa integral. 4: Sobre todo en edificación hacen un tipo de proyectos bastante estandarizado.
3	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los seis jefes de obra están muy de acuerdo con la idea de que en todas las obras se definen objetivos. Además se revisan mensualmente.	Los seis están muy de acuerdo con la idea de que en todas las obras se definen objetivos de coste, plazo y alcance-calidad.	Los jefes de obra conjuntamente están de acuerdo con que es el jefe de obra quien define los objetivos (mediana 4).	Los jefes de obra conjuntamente mantienen una postura entre indiferente y de acuerdo (mediana 3,5) con que existe incertidumbre en cuanto la posibilidad de alcanzar los objetivos.
4	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)			Los jefes de obra reciben un estudio de la promotora validado por A1, lo revisan y plantean o no alguna posible modificación de objetivos sobre los hitos de partida que a su vez puede o no ser aceptada.	Los jefes de obra A5, A6 y A7 consideran que la incertidumbre en costes es reducida, sin embargo en plazo es mayor.
5	M6	Copia de informe de revisión de objetivos (Ev1-Ent-A1).			

## MATRIZ #BC-1

## CONTEXTO GENÉRICO: Objetivos de la obra

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2	3	4
		Definición y revisión de objetivos	Tipos de objetivos	Decisores en torno a los objetivos	Incertidumbre en los objetivos
1	M3 (Tabla 7.1)	B0-5 / Para cada obra se definen objetivos		Los objetivos los suele definir el jefe de obra a partir de unos límites establecidos por sus superiores jerárquicos	Es elevada.
2	M4 (Anexo 5.2)	B1 está muy de acuerdo con la idea de que en todas las obras se definen objetivos. Además se revisan mensualmente.	B1 está muy de acuerdo con la idea de que en todas las obras se definen objetivos de coste, plazo y alcance-calidad.	El jefe de grupo e incluso B1 definen un rango en el que deben moverse los objetivos, a partir de ahí el jefe de obra estudia la obra y se define unos objetivos dentro de ese rango.	B1 está muy de acuerdo (respuesta 2) con la idea de que suele existir incertidumbre sobre la posibilidad de alcanzar los objetivos.
3	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los seis jefes de obra están muy de acuerdo con la idea de que en todas las obras se definen objetivos. Además se revisan mensualmente.	Los seis están muy de acuerdo con la idea de que en todas las obras se definen objetivos de coste, plazo y alcance-calidad.	Los jefes de obra conjuntamente mantienen una postura entre indiferente y de acuerdo con que es el jefe de obra quien define los objetivos (mediana 3,5).	Los jefes de obra conjuntamente están muy de acuerdo (mediana 5) con que existe incertidumbre en cuanto a la posibilidad de alcanzar los objetivos.
4	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)			Todos los jefes de obra con ligeros matices plantean el mismo procedimiento: (1) estudian el proyecto y valoran plazo y coste con su solución, (2) definen "objetivos no incluidos" para llegar a un objetivo concreto coherente con el intervalo definido por sus superiores.	
5	M6				

## MATRIZ #A-HC-C-1

ASPECTO DEL CONTEXTO: Objetivos de la obra					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#AC-1	NA	Salapatas y Sawle (1986) defienden que una obra tendrá éxito para una empresa constructora si se alcanzan tres metas: rentabilidad, reputación y satisfacción del cliente y usuario. Howell et al. (1993b) plantean que los objetivos en obra se definen como culminación de la planificación de la misma; estos autores defienden además que los objetivos se deben definir de forma flexible.	Los jefes de obra de la empresa "A" participan en la fijación de los objetivos de la obra (plazo, coste, alcance-calidad), aunque sus superiores jerárquicos (jefe de grupo, directivo de área) también intervienen, particularmente aprobando su propuesta o fijando los límites de los objetivos.	#A-HC-C-1-1	Más adelante se profundizará en el papel que juegan los objetivos así definidos en la gestión de las reservas para contingencias.
#AC-1	NA	La incertidumbre existente en el proyecto de construcción tiene una gran influencia en la posibilidad de alcanzar los objetivos instrumentales en los que se basa la consecución de las metas de Salapatas y Sawle (1986) y por ende el éxito de la obra. Howell et al. (1993b) describen un estudio realizado sobre diversos profesionales del sector en el que la mayor parte de ellos reconocían que de forma habitual percibían incertidumbre en sus obras, tanto en cuanto a qué es lo que tenían que construir (fines) como en cómo hacerlo (medios). Howell (2012) apunta que la introducción de IPD (Gestión Integrada de Proyectos) reduce la incertidumbre para todas las partes. La percepción de riesgo evaluada en torno a la frecuencia de los factores y su severidad es mayor cuanto más cerca de la obra está el encuestado (menor en los directores de proyecto y mayor en los capataces) (Russell et al. 2012). Al Bahar y Crandall 1990, Yeo 1990, Leach 2003, Harbuck 2004, Zhao 2006 y Lhee et al. 2012, afirman que no alcanzar los objetivos de la obra es algo que ocurre con asiduidad.	La consecución de los objetivos de obra en la empresa "A" presenta una incertidumbre menor que en la empresa "B".	#A-HC-C-1-2	La incertidumbre en los objetivos es un indicador del nivel de riesgo global apreciado por los decisores.

MATRIZ #B-HC-C-1

ASPECTO DEL CONTEXTO: Objetivos de la obra					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#BC-1	NA	Salapatas y Sawle (1986) defienden que una obra tendrá éxito para una empresa constructora si se alcanzan tres metas: rentabilidad, reputación y satisfacción del cliente y usuario. Howell et al. (1993b) plantean que los objetivos en obra se definen como culminación de la planificación de la misma; estos autores defienden además que los objetivos se deben definir de forma flexible.	Los jefes de obra de la empresa "B" participan en la fijación de los objetivos de la obra (plazo, coste, alcance-calidad), aunque sus superiores jerárquicos (jefe de grupo, directivo de área) también intervienen, particularmente aprobando su propuesta o fijando los límites de los objetivos.	#B-HC-C-1-1	Más adelante se profundizará en el papel que juegan los objetivos así definidos en la gestión de las reservas para contingencias.
#BC-1	NA	La incertidumbre existente en el proyecto de construcción tiene una gran influencia en la posibilidad de alcanzar los objetivos instrumentales en los que se basa la consecución de las metas de Salapatas y Sawle (1986) y por ende el éxito de la obra. Howell et al. (1993b) describen un estudio realizado sobre diversos profesionales del sector en el que la mayor parte de ellos reconocían que de forma habitual percibían incertidumbre en sus obras, tanto en cuanto a qué es lo que tenían que construir (fines) como en cómo hacerlo (medios). Howell (2012) apunta que la introducción de IPD (Gestión Integrada de Proyectos) reduce la incertidumbre para todas las partes. La percepción de riesgo evaluada en torno a la frecuencia de los factores y su severidad es mayor cuanto más cerca de la obra está el encuestado (menor en los directores de proyecto y mayor en los capataces) (Russell et al. 2012). Al Bahar y Crandall 1990, Yeo 1990, Leach 2003, Harbuck 2004, Zhao 2006 y Lhee et al. 2012, afirman que no alcanzar los objetivos de la obra es algo que ocurre con asiduidad.	La consecución de los objetivos de obra en la empresa "B" presenta una incertidumbre mayor que en la empresa "A".	#B-HC-C-1-2	La incertidumbre en los objetivos es un indicador del nivel de riesgo global apreciado por los decisores.

HALLAZGO #A-HC-C-1-2. “La consecución de los objetivos de obra en la empresa "A" presenta una incertidumbre menor que en la empresa "B".

HALLAZGO #B-HC-C-1-2. “La consecución de los objetivos de obra en la empresa "B" presenta una incertidumbre mayor que en la empresa "A".

En este caso los hallazgos en las empresas “A” y “B” no son coincidentes. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los segundos de cada empresa correspondientes al contexto (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-C-1 y #B-HC-C-1 (Apéndice 7.3), respectivamente. En ambos casos los hallazgos se apoyan en tres fuentes de datos (matrices de datos condensados #AC-1 y #BC-1 que figuran en el Apéndice 7.2).

En el caso de la empresa “A”, el directivo senior (A0) y el directivo de área (A1) mantienen una postura similar al respecto: ven poca incertidumbre en los objetivos (datos condensados #AC-1,1,4 y #AC-1,2,4 respectivamente). A1 está en desacuerdo (respuesta 2) con que exista incertidumbre en los objetivos, y aporta cuatro razones para ello: (1) casi siempre consiguen los objetivos en sus obras; (2) fe total en su equipo de gente; (3) no tratan de aprovecharse de los fallos de diseño: son una empresa integrada; y (4) sobre todo en edificación hacen un tipo de proyectos bastante estandarizado. Sin embargo los jefes de obra no son tan optimistas en este sentido, pues conjuntamente mantienen una postura entre indiferente y de acuerdo (mediana 3,5) con que existe incertidumbre en cuanto a la posibilidad de alcanzar los objetivos (dato condensado #AC-1,3,4), además algunos jefes de obra (A5, A6 y A7) puntualizan que si bien la incertidumbre en costes es reducida, en plazo la incertidumbre es mayor (dato condensado #AC-1,4,4). Esta divergencia entre directivos y jefes de obra es completamente consistente con el hallazgo en ese sentido de Russell et al. (2012) (la percepción de riesgo evaluada en torno a la frecuencia de los factores y su severidad es mayor cuanto más cerca de la obra está el encuestado, menor en los directores de proyecto y mayor en los capataces).

Sin embargo en la empresa “B” la situación es claramente diferente, tanto en cuanto a la apreciación global del nivel de incertidumbre sobre la posibilidad de alcanzar los objetivos de las obras, como en cuanto a la no divergencia al respecto entre diferentes niveles jerárquicos. Efectivamente, el directivo senior (B0) opina que existe una incertidumbre elevada (dato condensado #BC-1,1,4), el directivo junior (B1) está muy de acuerdo (respuesta 2) con la idea de que suele existir incertidumbre sobre la posibilidad de alcanzar los objetivos (dato condensado #BC-1,2,4) y los jefes de obra conjuntamente están muy de acuerdo (mediana 5) con la misma idea (dato condensado #BC-1,3,4).

Por todo lo anterior, se puede concluir que en la empresa “B” la incertidumbre en relación a la posibilidad de alcanzar los objetivos de las obras es mayor que en la empresa “A”.

La apreciación de incertidumbre en cuanto a los objetivos de las obras es algo documentado por un estudio realizado por Howell et al. (1993b) y que Howell (2012) repitió años más tarde. Pero además, interpretando en sentido inverso el argumento de Salapatras y Sawle (1986) (la incertidumbre existente en el proyecto de construcción tiene una gran influencia en la posibilidad de alcanzar los objetivos instrumentales en los que se basa la consecución de las metas y por ende el éxito de la obra) se puede asegurar que si existe incertidumbre en cuanto a los objetivos de una obra, existe incertidumbre en la obra en sí, por lo se puede inferir que la incertidumbre apreciada en los objetivos de la obra es un indicador de la incertidumbre y del nivel de riesgo estimado en la obra en cuestión.

## 2.- CONTEXTO GENÉRICO: Gestión de riesgos (oportunidades).

HALLAZGO #A-HC-C-2-1. “La empresa “A” carece de procedimiento o cualquier tipo de pauta o instrucción para guiar a los jefes de obra en la gestión de riesgos (amenazas y oportunidades)”.

HALLAZGO #B-HC-C-2-1. “La empresa “B” carece de procedimiento o cualquier tipo de pauta o instrucción para guiar a los jefes de obra en la gestión de amenazas, sin embargo sí cuenta con unas pautas y un formato explícito para guiar a los jefes de obra en la gestión de oportunidades”.

De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes al contexto (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-C-2 y #B-HC-C-2 (Apéndice 7.3), respectivamente. En ambos casos los hallazgos se apoyan en cinco fuentes de datos (matrices de datos condensados #AC-2 y #BC-2 que figuran en el Apéndice 7.2).

En el caso de la empresa “A”, tanto la encuesta (dato condensado #AC-2,1,1), como las entrevistas realizadas a la alta dirección (dato condensado #AC-2,2,1), al directivo de área (dato condensado #AC-2,3,1) y a los jefes de obra (dato condensado #AC-2,5,1), confirman la inexistencia de un procedimiento explícito de gestión de riesgos. Por otra parte no se ha podido ver ningún documento con tales características (dato condensado #AC-2,6,1).

Este hallazgo contrasta con la visión de autores como Noor y Tichacek (2009), quienes aseguran que cada vez es más frecuente la adopción de prácticas de gestión de riesgos como proceso clave de gestión de la obra y aquellos autores que como PMI (2013), ISO31000 (2010) o Godfrey (2004) proponen estándares de gestión de riesgos.

No obstante, si se efectúa un análisis de las causas por las que la empresa “A” no tiene un procedimiento explícito de gestión de riesgos, las coincidencias con algunos autores son claras. Todo ello a pesar de que existen en la empresa varios enfoques al respecto. Por una parte, el directivo de área (A1) lo justifica por su mal balance coste-beneficio (dato condensado #AC-2,3,1), en línea con lo expuesto por Cabano (2004). La alta dirección (A0) (dato condensado #AC-2,2,1) y los jefes de obra A5 y A7 (dato condensado #AC-2,5,1) consideran que no debe existir tal procedimiento porque la gestión de riesgos es responsabilidad del jefe de obra. Si la responsabilidad de la gestión de riesgos es del jefe de obra, la responsabilidad de la gestión de las reservas para contingencias también lo será, idea acorde con lo expuesto por Ford (2002) y Zhao (2006), por lo que no será extraño hallar que las reservas para contingencias también sean gestionadas en la empresa “A” por los jefes de obra de forma personalista.

Además, tanto las entrevistas realizadas a la alta dirección (dato condensado #AC-2,2,2), como al directivo de área (dato #AC-2,3,2) y a los jefes de obra (dato condensado #AC-2,4,2) confirman que los jefes de obra no suelen efectuar de forma sistemática un estudio de riesgos en sus obras.

Es destacable que existe una discrepancia entre la valoración que algunos jefes de obra dan a la idea planteada al respecto en la entrevista (“Al comienzo de una obra los jefes de obra hacen de forma sistemática un estudio de riesgos: planificación, identificación, evaluación, planificación de respuestas y control”) y los comentarios que efectúan a continuación. Así, los jefes de obra A3 y A4 están “de acuerdo” con la idea planteada (valoración 4) pero sin embargo afirman que no lo suelen hacer, bien porque no lo ve necesario (A3) o por falta de tiempo (A4).

Las causas por las que los jefes de obra de la empresa “A” no suelen efectuar de forma sistemática un estudio de riesgos son variadas, aunque se pueden agrupar en torno a dos

ideas principales: por una parte algunos jefes de obra piensan que no es necesario, así A2 expone que: *"Pienso que la obra va a salir bien, porque la he estudiado bien y cuando surgen problemas hay que solucionarlos"*. En una línea similar A3 se manifiesta de la siguiente forma: *"No es necesario, pues como todas las obras que hacen son parecidas no hay nada desconocido a nivel interno de la obra, solo a nivel externo"*. Los argumentos de A5 y A6 van en la misma línea (A5 defiende que los problemas se deben resolver según vayan surgiendo, mientras que A6 piensa que no va a tener problemas). Sin embargo otros jefes de obra (A2 y A7) aducen que no se hace un estudio sistemático de riesgos por falta de tiempo, aunque sería bueno. Así, A7 afirma que: *"No lo hago ni lo he podido hacer nunca porque no tengo tiempo, aunque si tuviera tiempo lo haría"*. Se podría plantear que aquellos jefes de obra con mayor experiencia podrían pensar con más intensidad que efectuar un estudio de riesgos de forma sistemática no es necesario, sin embargo el jefe de obra A7 es el que mayor experiencia tiene de todos los entrevistados (veinticinco años) y defiende que no lo hace por falta de tiempo, no porque no lo vea como algo positivo.

El caso de la empresa "B" es sensiblemente diferente, los datos confirman la inexistencia de un procedimiento de gestión de amenazas, tanto la encuesta (dato condensado #BC-2,1,1), como las entrevistas realizadas a la alta dirección (dato condensado #BC-2,2,1), al directivo de área (dato condensado #BC-2,3,1) y a los jefes de obra (dato condensado #BC-2,5,1). Además tampoco se ha podido ver ningún documento con tales características (dato condensado #BC-2,6,1). Sin embargo, los mismos datos confirman que la empresa sí cuenta con un procedimiento de gestión de oportunidades, por lo que la visión de la empresa "B" está más alineada con las ideas de los autores antes citados (Noor y Tichacek 2009, PMI 2013, ISO31000 2010, Godfrey 2004). La doble visión del riesgo como amenaza y oportunidad es coherente con el planteamiento de varios autores que se ha expuesto en el apartado 3.4.1 (Al-Bahar y Crandall 1992, Dake 1992, Chapman y Ward 2003, Cabano 2004, ISO31000 2010, PMI 2013).

Pero si bien ambas empresas coinciden en que carecen de un procedimiento de gestión de amenazas, difieren en el juicio que efectúan sobre este hecho sus profesionales. Los directivos de área de ambas empresas dan una razón similar para su inexistencia: el mal balance coste-beneficio de tal procedimiento (datos condensados #AC-2,3,1 y #BC-2,3,1), en línea con Cabano (2004). Sin embargo, mientras que solo el jefe de obra A4 consideraría positivo que su empresa se dotase de tal recurso, en la empresa "B", cinco de los seis jefes de obra entrevistados apoyaría tal acción: B2, B4, B5, B6 y B7. Otro matiz diferencial importante es que mientras que en la empresa "A" no se ha identificado ninguna acción que pudiera considerarse precursora de un procedimiento de tales características, la empresa "B" cuenta con una "base de datos de gestión del conocimiento" que entre otras cosas podría ser una herramienta de gestión de riesgos (datos condensados #BC-2,2,1; #BC-2,3,1 y #BC-2,4,1).

Sin embargo, por lo que respecta a la sistematización de la gestión de riesgos, la empresa "B" refleja una realidad completamente contrapuesta a la de la empresa "A".

En el caso de la empresa "B", tanto las entrevistas realizadas a la alta dirección (dato condensado #BC-2,2,2), como al directivo de área (dato condensado #BC-2,3,2) y a los jefes de obra (dato condensado #BC-2,4,2) confirman que los jefes de obra sí suelen efectuar de forma sistemática un estudio de riesgos en sus obras. Es cierto que la mediana de las respuestas de los jefes de obra (3,5) indica que conjuntamente se muestran entre indiferentes o de acuerdo con que efectúan un estudio de riesgos de forma sistemática, no obstante, si se profundiza en los datos se aprecia como cuatro jefes de obra (B2, B4, B6 y B7) están de acuerdo o muy de acuerdo con la idea y otros dos jefes de obra (B3 y B5) están totalmente en desacuerdo o en desacuerdo con la misma. Otro dato que apoya que en la empresa "B" la gestión de riesgos (amenazas) se efectúa sistemáticamente es el dato condensado #BC-2,4,3: los jefes de obra de la empresa "B" se muestran entre de acuerdo y muy de acuerdo (mediana



4,5) conjuntamente sobre si identifican factores de riesgo dentro del proceso de gestión de riesgos (amenazas), aspecto que indica un cierto grado de sistematización en la gestión de amenazas.

Tal y como se apuntó anteriormente, Ford (2002) y Zhao (2006) defienden el carácter personalista de la gestión de reservas para contingencias de coste por parte de los jefes de obra (una parte de la gestión de riesgos), idea coherente con el hecho de que los jefes de obra de las empresas “A” y “B” efectúen de forma personalista la gestión de riesgos, aunque en el caso de “A” además tenga un sesgo no sistemático.

La importancia que tienen estos hallazgos en relación al fenómeno investigado es clara: el hecho de que la empresa “A” no cuente con un procedimiento corporativo de gestión de riesgos y esta sea realizada de forma personalista y no sistemática por sus jefes de obra, induce a pensar que la gestión de reservas para contingencias seguirá en esta empresa unas pautas similares. De forma simétrica, en la empresa “B”, el hecho de que no cuente con un procedimiento corporativo de gestión de riesgos (amenazas) y esta sea realizada de forma personalista, aunque sistemática, por sus jefes de obra, induce a pensar que la gestión de reservas para contingencias para cubrir amenazas seguirá en esta empresa unas pautas también similares.

Pero aplicando un argumento similar para la gestión de oportunidades, si esta está procedimentada, parece lógico que la valoración de las mismas también lo esté.

En el caso de la empresa “A”, tanto las entrevistas realizadas a la alta dirección (dato condensado #AC-2,2,3), como al directivo de área (dato condensado #AC-2,3,3) y a los jefes de obra (datos condensados #AC-2,4,3 y #AC-2,5,3) confirman que los jefes de obra no suelen analizar y valorar de forma sistemática las oportunidades que pueden permitir optimizar las obras. Además esta idea es consistente con lo argumentado en párrafos anteriores respecto a que la empresa “A” carece de procedimiento de gestión de riesgos; efectivamente, el hecho de que la empresa “A” no cuente con tal procedimiento encaja con el hecho de que sus jefes de obra no analicen y valoren las oportunidades (en definitiva un tipo de riesgo, como ya se ha argumentado) de forma sistemática. Es destacable además que el grado de acuerdo de los diferentes entrevistados con la idea-base del hallazgo es muy similar, pues todos salvo A7 manifiestan estar “en desacuerdo” o “indiferente” con la idea; solo hay una excepción, la ya apuntada del jefe de obra A7, quien afirma efectuar siempre el citado análisis de forma sistemática. Este hallazgo no está alineado con lo defendido por diversos autores acerca de la necesidad de gestionar las oportunidades en las obras (Hillson 2002, Leach 2003, Godfrey 2004, Molenaar et al. 2010, Laryea y Hughes 2011, Lechler et al. 2012 y PMI 2013).

Sin embargo, también en esta ocasión, la realidad de la empresa “B” –coherentemente con la existencia de un procedimiento de gestión de oportunidades, puesta de manifiesto en párrafos anteriores- es contrapuesto y además con rotundidad, pues existe unanimidad entre todos los entrevistados: todos están “muy de acuerdo” con que los jefes de obra de la empresa “B” sí analizan y valoran sistemáticamente las oportunidades para optimizar la obra (ver datos condensados #BC-2,2,3; #BC-3,3,3; #BC-2,3,1 y #BC-2,4,3). En el caso de la empresa “B” existen además datos procedentes del análisis de documentos (datos condensados #BC-2,6,3 y #BC-2,6,4) que apoyan esta idea (los datos brutos correspondientes se aportan en las Ev1-Ent-B1/B2/B3/B5/B6 y B7 que figuran en el Anexo 5.3). El dato condensado #BC-2,6,3 describe el esquema del procedimiento de la empresa “B” para la gestión de oportunidades. A partir de este dato, la Tabla 7.8 refleja el formato utilizado en la empresa “B” para analizar y valorar las oportunidades identificadas para optimizar la obra, que en el lenguaje propio de la empresa se conocen como “Objetivos no Incluidos”. El formato lleva implícito el procedimiento de gestión de oportunidades de la compañía.

COD.	DESCRIPCIÓN	ACTUAL		ANTERIOR		INICIAL	
		V. Producción.		V. Producción.		V. Producción.	
		V. Coste.		V. Coste.		V. Coste.	
		V. Resultado.		V. Resultado.		V. Resultado.	
		Riesgo		Riesgo		Riesgo	
		V. Producción.		V. Producción.		V. Producción.	
		V. Coste.		V. Coste.		V. Coste.	
		V. Resultado.		V. Resultado.		V. Resultado.	
		Riesgo		Riesgo		Riesgo	

**Tabla 7.8. Formato de análisis y evaluación de oportunidades de la empresa “B”.**

La Ev1-Ent-B1 (base del dato condensado #BC-2,6,3) aporta más información sobre el procedimiento en cuestión que se expone a continuación.

En el apartado 6.3.8 se describió el proceso de planificación inicial de las obras seguido en la empresa “B”. Una vez contratada la obra, el equipo de obra que ha sido designado para su ejecución, analiza detalladamente el proyecto de ejecución (mediciones, calidades, posibles cambios a proponer, errores del proyecto, etc.) y define un borrador de presupuesto y de programa de trabajos (caso base, definitorio de los objetivos teóricos). Ambos documentos se realizan en base a la solución del proyecto de ejecución, no obstante, con el fin de optimizar el resultado de la obra y de encajar las cifras de costes y plazos con los intervalos de objetivos reales definidos por la dirección, el equipo de obra valora posibles cambios y otras oportunidades de optimizar el proyecto como “objetivos no incluidos”; este nombre procede del hecho de que no forman parte del coste (o plazo) objetivo teórico (caso base), aunque es con su consecución como se supera el diferencial entre el caso base y los objetivos reales definidos.

La explicación del formato es la siguiente:

- En "descripción" el jefe de obra define el objetivo instrumental, la oportunidad o en su terminología el "objetivo no incluido" a alcanzar. No hay una lista tipo de "objetivos no incluidos". El dato condensado #BC-2,6,3, además de evidenciar la utilización sistemática del procedimiento por parte de los jefes de obra de la empresa “B”, aporta una información que puede permitir entender el tipo de “objetivos no incluidos” habitual: todos los jefes de obra entrevistados de la empresa “B” que aplican el procedimiento de valoración de oportunidades (“objetivos no incluidos”) reconocen que estas suelen centrarse en: fallos del proyecto, optimizar compras, cambiar marcas o soluciones técnicas y también en modificaciones oportunistas de alcance-calidad. Solo el jefe de obra B4 no suele aplicar el procedimiento, pues suele encargarse de actividades de mantenimiento y pequeñas reformas en edificios públicos.
- V. Producción: Recoge las diferencias esperadas en cantidad en torno al concepto en cuestión.
- V. Coste: Recoge las diferencias esperadas en coste en torno al concepto en cuestión.
- V. Resultado: Recoge las diferencias esperadas en resultado en torno al concepto en cuestión (el producto de las anteriores).

- Riesgo: Tiene un desplegable dónde se puede elegir entre ALTO, MEDIO o BAJO. En este caso "riesgo" se refiere a la probabilidad de alcanzar el "objetivo no incluido" (la oportunidad).

Las oportunidades ("objetivos no incluidos") se revisan cada 3 meses. En la columna "inicial" se recoge lo planteado en la versión inicial de la planificación de la obra.

El enfoque de la empresa "B" sí es coherente con la importancia que tiene la gestión de oportunidades para Hillson (2002), Leach (2003), Godfrey (2004), Molenaar et al. (2010), Laryea y Hughes (2011), Lechler et al. (2012) y PMI (2013).

### 3.- CONTEXTO GENÉRICO: Gestión del plazo y el coste.

HALLAZGOS #A-HC-C-3-1 y #B-HC-C-3-1. "Los jefes de obra de la empresa (A y B) desarrollan al principio de cada obra presupuestos de costes y programas de trabajos, para ello tienen en cuenta los datos procedentes de la fase de estudios. Los presupuestos y programas se revisan a lo largo de la obra".

En este caso los hallazgos en las empresas "A" y "B" coinciden. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes al contexto (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-C-3 y #B-HC-C-3 (Apéndice 7.3), respectivamente. En ambos casos los hallazgos se apoyan en cuatro fuentes de datos (matrices de datos condensados #AC-3 y #BC-3 que figuran en el Apéndice 7.2).

Tanto la encuesta (datos #AC-3,1,1 y #BC-3,1,1), como las entrevistas realizadas a los directivos de área (datos #AC-3,2,1 y #BC-3,2,1) y a los jefes de obra (datos #AC-3,3,1 y #BC-3,3,1) y las evidencias documentales analizadas (datos #AC-3,5,1 y #BC-3,5,1) confirman que ambas empresas realizan antes de comenzar la obra los presupuestos económicos y la programación de trabajos. Las entrevistas con los directivos de área (datos #AC-3,2,2 y #BC-3,2,2) y con los jefes de obra (datos #AC-3,3,2 y #BC-3,3,2), así como las anteriores evidencias documentales (datos #AC-3,5,2 y #BC-3,5,2), confirman que para realizar los citados presupuestos y programas de trabajos, se tiene en cuenta la información procedente de la fase de estudios. Si bien en cuanto a la primera idea (la existencia de presupuestos y programas) las personas entrevistadas en ambas empresas mostraban un nivel conjunto de acuerdo similar (mediana 5: "muy de acuerdo"), en el caso de esta última idea (contar para ello con la información de la fase de estudios), los entrevistados de la empresa "B" muestran un nivel de acuerdo sensiblemente inferior al de los entrevistados de la empresa "A" ("de acuerdo": mediana 4, frente a "muy de acuerdo": mediana 5). El directivo de área B1 afirma que: *"Se debería hacer siempre, pero no se hace a veces por distintos motivos, bien por falta de tiempo o porque el jefe de obra no se fía"*; el jefe de obra B3 también aporta un comentario similar, poniendo de manifiesto su en ocasiones escasa confianza en el estudio previo: *"Sí, pero no son siempre fiables, depende de quién lo haya hecho. No es lo mismo que lo haga el Dpto. de Estudios a que lo haga un departamento de producción"*.

Por lo que respecta al hecho de que los presupuestos y programas se revisan a lo largo de la obra, ambas empresas lo confirman de una forma idéntica con los datos procedentes de las entrevistas con los directivos de área (datos #AC-3,2,3 y #BC-3,2,3), los datos procedentes de las entrevistas con los jefes de obra (datos #AC-3,3,3 y #BC-3,3,3) y las evidencias documentales analizadas (datos #AC-3,5,3 y #BC-3,5,3); en este caso los entrevistados de ambas empresas muestran conjuntamente un nivel de acuerdo similar ("muy de acuerdo": mediana 5), no obstante, el periodo y la forma de revisión sí presenta en ambas empresas matices distintivos. En la empresa "A", algunos jefes de obra (A4, A6 y A7) afirman que la revisión es semanal y a veces diaria, también al contratar las distintas partes de la obra y al

concluir otras; en la empresa "B" todos los jefes de obra aseguran que de forma oficial (en la intranet de la empresa) la revisión debe ser trimestral y en algunos casos mensual, aunque todos los jefes de obra entrevistados (excepto B4) refieren llevar un control mucho más cercano (semanal o al contratar ciertas parte de la obra). B4 lleva habitualmente obras mucho más pequeñas, por lo que el enfoque de gestión siempre es diferente.

La última idea de este hallazgo está relacionada con quiénes son las personas que intervienen en la realización de los citados presupuestos y programas. En ambas empresas existe coincidencia en que es el jefe de obra quien los elabora, aunque siempre cuenta con la revisión y la aprobación de sus superiores jerárquicos, hecho que es puesto de manifiesto por los datos procedentes de las entrevistas con los directivos de área (datos #AC-3,2,4 y #BC-3,2,4), las entrevistas con los jefes de obra (datos #AC-3,3,4 y #BC-3,3,4) y las evidencias documentales analizadas (aprobación de presupuestos y programas por parte de los directivos de área o jefes de departamento, revisión de los mismos por parte del jefe de grupo o delegado y elaboración por el jefe de obra – datos #AC-3,5,4 y #BC-3,5,4). Se aprecia un matiz diferencial entre ambas empresas en cuanto a la aportación de otras personas a la elaboración de los presupuestos y programas; así, los jefes de obra A4, A6 y A7 destacan la importancia del encargado de obra en la aportación de información sobre duración de tareas, mientras que en la empresa "B", los jefes de obra B4 y B7 resaltan la aportación de los subcontratistas (precios e ideas de mejora).

Los enfoques de ambas empresas son coherentes con las referencias literarias que como PMI (2013) plantean procedimientos de control del plazo de ejecución y del coste de la obra basados en la realización y revisión de programas de trabajos y presupuestos, o con la idea de Ford (2002) y Baccharini (2005a) acerca de la importancia de los presupuestos de obra como herramienta de gestión.

#### 4.- CONTEXTO GENÉRICO: Gestión de alcance-calidad.

HALLAZGO #A-HC-C-4-1. "La empresa "A" suele ejecutar las obras respetando el alcance y calidad acordado con su cliente interno".

HALLAZGO #B-HC-C-4-1. "La empresa "B" suele respetar en términos generales el alcance y calidad contractual, pero tiende a gestionar de forma oportunista el alcance y la calidad del proyecto como forma de optimizar el coste y el plazo de la obra".

De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes al contexto (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-C-4 y #B-HC-C-4 (Apéndice 7.3), respectivamente. En el caso de ambas empresas sus respectivos hallazgos se apoyan en tres fuentes de datos (matrices de datos condensados #AC-4 y #BC-4 que figuran en el Apéndice 7.2).

En el caso de la empresa "A", tanto la entrevista realizada al directivo de área (dato #AC-4,1,2 – está "muy de acuerdo" con la idea (respuesta 5)) como las que se mantuvieron con los jefes de obra (datos #AC-4,2,2 y #AC-4,3,2 – conjuntamente están "muy de acuerdo" con la idea (mediana 5)) confirman que la empresa "A" suele respetar el alcance-calidad pactado con su cliente interno. Además en la revisión de presupuestos, programas y contratos de compra no se han hallado evidencias de lo contrario (dato #AC-4,4,2). Algunas de las frases de ciertos jefes de obras apuntan la causa-raíz de esta circunstancia. Así, A2 dice: "*Claro, cómo no lo vamos a hacer, somos los mismos*", mientras que A4 expone: "*A veces se busca algo más económico, pero yo pienso más como promotor que como contratista; ratonear no entra en mi vocabulario*". La empresa "A" desarrolla sus proyectos de una forma integrada, no porque formalice acuerdos relacionales con empresas constructoras (IPD-Integrated Project Delivery),

sino porque forma parte de un grupo de empresas integrado, es decir, ES una empresa integrada. Por tanto, no es de extrañar que la empresa "A" refleje las características principales de la gestión integrada a través de contratos relacionales que expone NASFA et al. (2010):

- Principios contractuales. Principios susceptibles de ser reflejados en un contrato.
  - Las partes clave trabajan juntas como iguales.
  - Asunción colectiva de la responsabilidad por parte de los participantes clave.
  - Transparencia económica entre los participantes clave.
  - Involucración temprana de los participantes clave.
  - Intensificar el esfuerzo en el diseño.
  - Toma de decisiones conjunta
- Principios conductuales. Principios más sujetos a la actitud de las partes que a cuestiones contractuales.
  - Respeto mutuo y confianza
  - Voluntad de colaborar.
  - Comunicación abierta.
- Catalizadores de la integración. Metodologías y herramientas que catalizan o interactúan positivamente con la integración.
  - El equipo de proyecto tiene una sede conjunta.

La mayor parte de estas características son incompatibles con el hecho de no respetar el alcance-calidad pactado, es por ello por lo que la empresa "A" lo respeta, porque ES una empresa integrada.

Sin embargo la actitud de la empresa "B" respecto al alcance-calidad contractual es sensiblemente diferente. Tanto la entrevista realizada al directivo de área (dato #BC-4,1,2 – se muestra "indiferente" con la idea de que se respete lo pactado (respuesta 3)) como las que se mantuvieron con los jefes de obra (datos #BC-4,2,2 y #BC-4,3,2 – conjuntamente también se muestran "indiferentes" con la idea (mediana 3)), confirman que la empresa "B" suele respetar en general el alcance-calidad pactado con sus clientes, pero también que suele gestionarlo de una forma oportunista. El dato condensado documental #BC-4,4,2 (apoyado en los datos brutos que figuran en las Ev1-Ent-B2/3/5/6/7 – objetivos no incluidos de las obras dirigidas en esos momentos por los jefes de obra entrevistados), pone de manifiesto que en todos los casos se han definido objetivos no incluidos que suponen una modificación de alcance-calidad oportunista. Algunas de las frases de ciertos jefes de obras son de un gran interés en este sentido. Así, B4 dice: *"Jugadas feas no hacemos, ahora bien, si en la medición del contrato figuran 20 ventanas y solo hay 18, yo no se lo digo"*. B5 indica: *"Lo hacemos todos y quien no lo reconozca miente"*. B7 dice: *"Todos mis compañeros y yo mismo intentamos escamotear a nivel de alcance y calidad, por supuesto con sentido, sin pasarnos y teniendo certeza de que no vamos a poner en riesgo el resultado de lo que estemos construyendo, pues sabemos que las cosas siempre están sobredimensionadas y cuentan con importantes coeficientes de seguridad"*.

La actitud de las empresas “A” y “B” es consistente con las ideas de Harbuck (2004), Rooke et al. (2004), Risner (2010), Reginato y Alves (2012), para quienes una estrategia habitual de las empresas constructoras para optimizar los resultados de la obra es recurrir a las reclamaciones y a los modificados de alcance y calidad, o en la misma línea y para el mismo fin, aprovechar las órdenes de cambio (de alcance y/o calidad) de las propiedades (Hart 2007). Según Harbuck (2004) y Rooke et al. (2004) este comportamiento de las empresas constructoras se ve motivado por el modelo competitivo de licitación tradicional, pues con el fin de conseguir contratos las empresas tienden a no valorar el riesgo en sus ofertas para tratar de optimizar la obra posteriormente con reclamaciones.

5.- P1: ¿QUIÉN o QUIENES son los responsables de la gestión de las reservas para contingencias por parte de la empresa constructora durante la ejecución de la obra?

HALLAZGOS #A-HC-1-1-1 y #B-HC-1-1-1. “En la empresa (A y B) los directivos condicionan el tamaño de los colchones de tiempo y coste al determinar los objetivos de la obra. A partir de ahí son los jefes de obra quienes deciden el tamaño inicial de los colchones de tiempo y coste”.

En este caso los hallazgos en las empresas “A” y “B” coinciden. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes a la primera pregunta específica de la investigación (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-1-1 y #B-HC-1-1 (Apéndice 7.3), respectivamente. En ambos casos los hallazgos se apoyan en cuatro fuentes de datos (matrices de datos condensados #A1-1 y #B1-1 que figuran en el Apéndice 7.2). También es relevante tener en cuenta de cara a justificar los hallazgos en cuestión, que los hallazgos #A-HC-C-1-1 y #B-HC-C-1-1 (ya discutidos) evidencian que los superiores jerárquicos de los jefes de obra determinan los objetivos de las obras, bien aprobando la propuesta de estos últimos al respecto o bien fijando los intervalos admisibles para los citados objetivos.

Tanto la entrevistas realizadas a la alta dirección (dato #A1-1,1,1 y #B1-1,1,1), como las entrevistas realizadas a los directivos de área (datos #A1-1,2,1 y #B1-1-2,1) y a los jefes de obra (datos #A1-1,3,1; #A1-1,4,1; #B1-1,5,1 y #BC-1,3,1) confirman que los superiores jerárquicos de los jefes de obra juegan un papel relevante en la definición del volumen inicial de los colchones de tiempo y coste; en concreto y a tenor de los datos, son el segundo decisor en orden de importancia sobre la cuestión. Además, las entrevistas con los directivos de área (datos #A1-1,2,2 y #B1-1-2,2) y con los jefes de obra (datos #A1-1,4,2 y #B1-1,4,2) evidencian que la influencia de los directivos de área en la definición inicial del tamaño de los colchones de tiempo y coste no se efectúa de forma directa, sino indirectamente a través de una determinación conscientemente restrictiva de los objetivos de la obra; en este sentido son paradigmáticas las palabras de B1: “*Cuando saben (los superiores jerárquicos) que un cierto jefe de obra es más proclive a los colchones aprietan más en los objetivos*”; o en palabras de A2: “*Cuando nos fijan los objetivos ya tienen en cuenta si el jefe de obra es de una forma o de otra para apretar más o menos*”; o de A4: “*A veces no tenemos margen para colchones porque nos aprietan mucho*”.

Este aspecto del hallazgo es consistente con lo defendido por la literatura en relación al papel restrictivo de los objetivos de la obra, que según Howell et al. (1993b), no serían únicamente fines, sino también medios o restricciones (de recursos tales como tiempo y coste), que la organización impone a los gestores de la obra; los objetivos –bajo este enfoque- son una guía, una herramienta para la toma de decisiones por parte de los jefes de obra en relación al tamaño inicial de las reservas para contingencias de tiempo y coste. Los hallazgos de la investigación son consistentes con esta idea, pues evidencian que los directivos de las empresas “A” y “B” suelen establecer unos objetivos de coste y tiempo de ejecución coherentes con el precio y el plazo de ejecución contractuales y con las estimaciones deterministas del

coste y de la duración de la obra que se realizan en el marco de la planificación inicial de la misma (caso base). La consecuencia práctica de este argumento es que serían las reservas para contingencias de coste y tiempo las que se verían restringidas por los objetivos y no al revés; la decisión sobre qué cantidades definir inicialmente como reservas para contingencias de coste y tiempo estaría condicionada por los objetivos que definan los directivos en cada obra concreta a partir del precio y el plazo de ejecución contractual y de las estimaciones de coste y de duración de la obra (el caso base). A partir de ahí, los jefes de obra definirían las reservas para contingencias (ocultas) en función del nivel de riesgo apreciado, pero siempre dentro del intervalo que determinan, por una parte los objetivos previamente establecidos por los directivos y, por otra parte, el caso base. Los objetivos serían la herramienta utilizada por los directivos para restringir el tamaño de las reservas para contingencias (Howell et al. 1993b) y tácitamente expresarían también un nivel de riesgo asumible para la empresa (PMI 2013). El papel de los jefes de obra en la definición de los colchones de tiempo y coste, (defendido por Ford, 2002, para los colchones de coste) queda evidenciado por los datos #A1-1,2,3 y #B1-1,2,3, que expresan que los directivos A1 y B1 piensan que los jefes de obra son los principales decisores en la definición de los colchones de tiempo y coste (pregunta 4.11 - valoración 1 en ambos casos). En la misma línea se manifiestan los jefes de obra de ambas empresas conjuntamente (datos #A1-1,3,3 y #B1-1,3,3), quienes piensan que ellos son los principales decisores en la definición de los colchones de tiempo y coste (pregunta 4.11 - mediana 1 en ambas empresas). Por otra parte, los datos #A1-1,5,3 y #B1-1,5,3 constatan que existen evidencias documentales (Ev1-Ent-A2/A3/A4/A5/A6/A7, Ev1-Ent-B2/B3/B5/B6/B7 y Ev1-Ent-B4) que reflejan que son los jefes de obra (en ambas empresas) quienes elaboran los presupuestos y programas de trabajo; teniendo en cuenta que los colchones de tiempo y coste son un elemento de ambos documentos (Howell y Ballard 1996, Burger 2003, Hartmann et 2012, PMI 2013), es claro que son los jefes de obra quienes los definen.

Tal y como se ha expuesto anteriormente, los jefes de obra de las empresas “A” y “B” definen las reservas para contingencias (ocultas) en función del nivel de riesgo apreciado, pero siempre dentro del intervalo que determinan, por una parte, los objetivos previamente establecidos por los directivos y, por otra parte, el caso base. A lo largo de la FASE 3 se investigó el proceso por el cual los jefes de obra valoran los factores de riesgo para definir el tamaño de las reservas para contingencias de tiempo y coste. Sin embargo, no es posible plantear ningún hallazgo concreto al respecto porque las distintas evidencias que se consiguieron no solo no fueron concluyentes, sino que incluso en algunos casos se contradecían entre sí. Las citadas evidencias se obtuvieron de las respuestas aportadas por los entrevistados a las cuestiones 2.2, 2.3, 4.15 y 4.16; en el caso de las cuestiones 2.2, 4.15 y 4.16 se pedía a los entrevistados que manifestaran su grado de acuerdo con las ideas que planteaban las tres preguntas (5: muy de acuerdo, 4: de acuerdo, 3: indiferente, 2: en desacuerdo y 1: muy en desacuerdo); en el caso de la cuestión 2.3 se citaban distintos posibles factores de riesgo y se pedían a los entrevistados que calificaran su grado de importancia (5: muy relevante, 4: relevante, 3: indiferente, 2: poco relevante y 1: muy poco relevante). Las cuatro cuestiones referidas son:

- Cuestión 2.2: “Se identifican factores de riesgo, es decir, causas potenciales de desviación de objetivos”.
- Cuestión 2.3: “Valore de 1 a 5 (1 muy poco relevante – 5 muy relevante) la importancia de cada uno de las siguientes categorías de posibles causas de incumplimiento de los objetivos de la obra (es decir, factores de incertidumbre):
  - F1. Complejidad del proyecto.
  - F2. Calidad del proyecto de ejecución (de los documentos técnicos).

- F3. Tamaño del proyecto.
  - F4. Constructibilidad del diseño.
  - F5. Tendencia a los cambios de alcance.
  - F6. Distancias de transporte de materiales.
  - F7. Medio de transporte de materiales.
  - F8. Acceso al área de trabajo.
  - F9. Climatología.
  - F10. Tipo de contrato con la propiedad.
  - F11. Tipo de relación con la propiedad y dirección facultativa.
  - F12. Nivel de confianza y grado de comunicación con el equipo de obra y los subcontratistas”.
- Cuestión 4.15: “Los colchones de tiempo y dinero suelen ser definidos de forma subjetiva sin tener en cuenta qué hechos pueden ocasionar retrasos o sobrecostes a la obra”.
  - Cuestión 4.16: “Los colchones de tiempo y dinero suelen ser definidos de forma subjetiva teniendo en cuenta qué hechos pueden ocasionar retrasos o sobrecostes a la obra”.

Por lo que respecta a la empresa “A”, el directivo de área (A1) manifestó estar “en desacuerdo” con que en su empresa se identifiquen factores de riesgo durante el proceso de gestión de riesgos (respuesta 2), mientras que los jefes de obra en su conjunto manifestaron estar entre “en desacuerdo” e “indiferentes” con la misma idea (mediana 2,5). Sin embargo, al plantear la pregunta 2.3, las respuestas denotan que todos los entrevistados de la empresa “A” valoran como muy relevantes algunos de los factores de riesgo de cara al cumplimiento de los objetivos de la obra. Las respuestas a las preguntas 4.15 y 4.16 son coherentes con lo anterior; A1 manifestó estar “de acuerdo” (respuesta 4) con que los colchones de tiempo y dinero suelen ser definidos de forma subjetiva sin tener en cuenta qué hechos pueden ocasionar retrasos o sobrecostes a la obra, mientras que los jefes de obra en su conjunto se muestran igualmente “de acuerdo” con la idea (mediana 4,0). Así, las anteriores evidencias inducen a pensar que si bien en la empresa “A” se consideran los factores de riesgo como determinantes del resultado de la obra, no siempre se identifican de forma explícita y, por tanto, las reservas para contingencias de tiempo y coste no siempre se dimensionan en función de un registro de riesgos.

En relación a la empresa “B”, el directivo de área (B1) manifestó “indiferencia” con la idea de que en su empresa se identifiquen factores de riesgo durante el proceso de gestión de riesgos (respuesta 3); B1 reconoció la existencia de incertidumbre en cuanto a la posibilidad de alcanzar los objetivos de la obra, pero afirmó que no cree que el análisis de los factores de riesgo (amenazas) se haga de forma sistemática en su empresa. Por contra, los jefes de obra en su conjunto manifestaron estar entre “muy de acuerdo” y “de acuerdo” con la misma idea (mediana 4,5), sin embargo, dos de los seis jefes de obra entrevistados afirmaron estar “muy en desacuerdo” con la idea (respuesta 1); es destacable que ninguno de los jefes de obra que afirmaron identificar los factores de riesgo específicos de sus obras mostraron documento alguno que lo confirmara. Al plantear la pregunta 2.3, las respuestas denotan –al igual que en la empresa “A”- que todos los entrevistados de la empresa “B” valoran como muy relevantes



algunos de los factores de riesgo de cara al cumplimiento de los objetivos de la obra. Las respuestas a las preguntas 4.15 y 4.16 son coherentes con lo anterior; B1 afirma estar “muy de acuerdo” (respuesta 5) con que los colchones de tiempo y dinero suelen ser definidos de forma subjetiva sin tener en cuenta qué hechos pueden ocasionar retrasos o sobrecostes a la obra, por el contrario los jefes de obra en su conjunto se muestran “muy de acuerdo” con la idea opuesta (mediana 5,0). En el caso de la empresa “B” parece existir una tendencia mayor que en la “A” a valorar los factores de riesgo como determinantes de las reservas para contingencias de tiempo y coste. No obstante, las anteriores evidencias también inducen a pensar que a pesar de que en la empresa “B” se consideran los factores de riesgo como determinantes del resultado de la obra, no siempre se identifican de forma explícita y, por tanto, las reservas para contingencias de tiempo y coste no siempre se dimensionan en función de un registro de riesgos.

HALLAZGOS #A-HC-1-2-1 y #B-HC-1-2-1. “En la empresa (A y B) la gestión de los colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) es realizada por los jefes de obra”.

En este caso los hallazgos en las empresas “A” y “B” coinciden. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes a la primera pregunta específica de la investigación (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-1-2 y #B-HC-1-2 (Apéndice 7.3), respectivamente. En ambos casos los hallazgos se apoyan en tres fuentes de datos (matrices de datos condensados #A1-2 y #B1-2 en Apéndice 7.2).

Howell et al. (1993a), Horman y Thomas (2005), González et al. (2009) y Hopp y Spearman (2011) describen los inventarios de materias primas y de obra en curso como unos tipos de colchones utilizados para absorber la variabilidad de los procesos. Los inventarios de una materia prima concreta en su faceta de reserva para contingencia se caracterizan por dos aspectos: por una parte su tamaño y por otra parte el momento desde el que están disponibles para su incorporación a la producción. González et al. (2009) definen los colchones de obra en curso como la diferencia entre el avance acumulado de dos procesos consecutivos y dependientes, que caracteriza las unidades de obra que tiene por delante un equipo que realizará el trabajo correspondiente al proceso sucesor.

Los hallazgos se han extraído a partir de varias ideas instrumentales. En primer lugar, y dado que las materias primas suelen ser adquiridas por las empresas constructoras a empresas proveedoras, se investigó el proceso de compras en ambas empresas. En las dos compañías los procesos de compras se desarrollan de una forma similar, aunque con un matiz diferencial. En la compañía “A” el departamento de compras suele encargarse de negociar las adquisiciones de materiales para la obra con los diferentes proveedores, además de desarrollar todos los trámites administrativos que ello conlleva (datos #A1-2,1,1; #A1-2,3,1); sin embargo, en la compañía “B” el departamento de compras tiene un papel esencialmente fiscalizador y administrativo, siendo los jefes de obra y de grupo quienes cierran las negociaciones con los proveedores (datos #B1-2,1,1; #B1-2,3,1). Adicionalmente, durante las entrevistas realizadas con los jefes de obra de ambas empresas se analizaron varios pedidos de materiales y servicios de cada obra en cuestión; así, los datos condensados #A1-2,4,1 y #B1-2,4,1 destacan las evidencias Ev2-Ent-A2/A3/A4/A5/A6/A7, Ev3-Ent-B2/B3/B5/B6/B7 y Ev2-Ent-B4, que a su vez reflejan las características de ciertos pedidos de materiales realizados en línea con los procedimientos antes descritos. No obstante, los anteriores datos condensados permiten concluir que ambas compañías coinciden en que es responsabilidad de los jefes de obra definir las cantidades a comprar y el momento de hacerlo, de lo que se deduce que son ellos quienes definen los colchones de materias primas; más aún, los datos condensados #B1-2,1,2 y #B1-2,2,2 refuerzan la anterior conclusión, pues tanto los directivos de área (A1 y B1) como los jefes de obra en su conjunto, consideran que los jefes de obra son los principales decisores en

la definición del tamaño de los acopios de materiales y por tanto de los colchones de materias primas; en ambas empresas las valoraciones otorgadas por los directivos de área y por los jefes de obra conjuntamente a la anterior idea es idéntica: la máxima, 1. Este hallazgo está en línea con lo defendido por Alves y Tommelein (2004), quienes consideran que los jefes de obra y los encargados son los principales decisores en torno a los inventarios de materiales.

En relación a los colchones de obra en curso, se investigó en primer lugar la traslación del programa de trabajos inicial a asignaciones semanales o diarias de trabajos. Una primera conclusión es que en ambas empresas es esta una tarea que lideran los jefes de obra pero con un fuerte apoyo de los encargados: todos los jefes de obra de ambas empresas y los directivos A1 y B1 lo manifiestan de la misma forma (datos #A1-2,1,3; #A1-2,2,3; #A1-2,3,3; #B1-2,1,3; #B1-2,2,3; #B1-2,1,4); A1 y B1 están “muy de acuerdo” (respuesta 5 a p. 6-1) y los jefes de obra conjuntamente también se muestran “muy de acuerdo” con la idea (en ambas empresas la mediana de las respuestas a esa cuestión es de 5). Adicionalmente a lo anterior, se investigó si al plantear esas asignaciones diarias o semanales se trataba de conseguir que las empresas predecesoras llevaran una cierta ventaja a sus empresas sucesoras, además de investigar si se trataban de abrir tajos aunque no fueran críticos. Las cuestiones así planteadas no eran sino una forma de preguntar si se definían colchones de obra en curso, de forma acorde con la definición aportada de González et al. (2009). El resultado a este respecto en las dos empresas fue idéntico, pues tanto A1 y B1, como los jefes de obras de “A” y “B” conjuntamente refirieron estar “muy de acuerdo” con ambas ideas (respuesta 5 a p. 6-1 y p. 6-2 por parte de A1 y B1 y mediana de las respuestas de los jefes de obra de valor 5 a ambas preguntas: datos #A-1-2, 1,4; #B-1-2,2,4). No obstante, el jefe de obra B5 fue el único de las dos empresas que dijo estar “en desacuerdo” con la idea (respuesta 2: dato #B1-2,3,3), porque *“hay que llevar cuidado, si no la obra se te puede ir de plazo”*; esta visión del jefe de obra B5 encaja con la idea de González et al. (2009), quienes plantean que el dimensionamiento de estos colchones debe realizarse respetando el equilibrio entre la necesaria absorción de la variabilidad sin caer en un exceso de colchón que redujera el rendimiento del proyecto (por incremento de coste y/o plazo).

Si los jefes de obra son actores fundamentales en la asignación semanal y diaria de tareas y al efectuar estas asignaciones se tiene en cuenta que las actividades predecesoras mantengan una cierta ventaja con las sucesoras (es decir, incluyen colchones de obra en curso), se puede concluir que los jefes de obra (en ambas empresas) son los principales decisores respecto a los colchones de obra en curso.

HALLAZGOS #A-HC-1-3-1 y #B-HC-1-3-1. “La empresa (A y B) confía en gran medida la gestión de los colchones de capacidad (recursos adicionales) a los subcontratistas”.

En este caso los hallazgos en las empresas “A” y “B” coinciden. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes a la primera pregunta específica de la investigación (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-1-3 y #B-HC-1-3 (Apéndice 7.3), respectivamente. En ambos casos los hallazgos se apoyan en tres fuentes de datos (matrices de datos condensados #A1-3 y #B1-3 en Apéndice 7.2).

Según Horman y Thomas (2005) las reservas o colchones de capacidad consisten en paquetes de equipamiento y mano de obra adicionales a los considerados necesarios para completar un cierto proceso.

El hallazgo se ha extraído a partir de varias ideas instrumentales. En primer lugar, se investigó sobre la subcontratación de oficios y la obtención de los medios auxiliares necesarios para la obra (maquinaria de todo tipo, grúas, medios de elevación, etc.). En ambas empresas el procedimiento es idéntico. Se subcontratan todos los oficios, ni la empresa “A” ni la “B” utilizan

personal de oficio propio; por lo que respecta a los medios auxiliares, el procedimiento en ambas se basa en el alquiler de los mismos a empresas especializadas. Este hecho viene refrendado tanto por los directivos de área (A1 y B1) (datos condensados #A1-3,1,1 y #B1-3,1,1) como por todos los jefes de obra (datos condensados #A1-3,3,1 y #B1-3,3,1). En cuanto al procedimiento de compras para este tipo de recursos (subcontratación y alquiler de medios auxiliares), sí existe una diferencia entre ambas empresas. Tanto en la empresa “A” como en la “B”, la subcontratación la lidera el jefe de obra (el Departamento de Compras se limita a realizar el procedimiento administrativo); efectivamente, A1 y B1 consideran que los jefes de obra juegan el principal papel en el proceso de subcontratación (datos condensados #A1-3,1,1 y #B1-3,1,1. P 6.5 – valoración 2 y 1, respectivamente) y los jefes de obra piensan conjuntamente que son ellos los decisores más importantes en el proceso de subcontratación (datos condensados #A1-3,2,1 y #B1-3,2,1. P 6.5 - mediana 1). A1 llega a afirmar que *“Es muy importante que el subcontratista piense que es el jefe de obra quien le contrata, porque el jefe de obra debe tener la autoridad sobre la obra, y si los subcontratistas piensan que quien les contrata es Compras pueden no hacer caso al jefe de obra”*. Sin embargo en el alquiler de medios auxiliares, la empresa “A” sigue el mismo procedimiento que el empleado para las compras de materiales (el jefe de obra propone y Compras negocia y cierra el acuerdo con el proveedor) (datos condensados #A1-3,1,1 y #A1-3,2,1), mientras que la empresa “B” actúa igual que ante la subcontratación (es el jefe de obra quien desarrolla el proceso) (datos condensados #B1-3,1,1 y #B1-3,2,1). Las evidencias documentales de los contratos de subcontratación y alquiler de medios revisados también confirman esta realidad (datos condensados #A1-3,4,1 y #B1-3,4,1).

El hecho de que todos los oficios se subcontraten y de que los medios auxiliares se alquilen, induce a pensar que subcontratistas y empresas de alquiler pueden jugar un papel relevante en la gestión de los colchones de capacidad. La investigación lo confirma. A1 valora de forma genérica el papel de los subcontratistas en la gestión de colchones de materiales, maquinaria y capacidad con un 2 (el segundo decisor más relevante) (dato condensado #A1-3,1,2 – p 6.6), pero matizando que el papel de los subcontratistas y empresas de alquiler en la gestión de los colchones de capacidad es el más importante, pues son ellos los que tienen los colchones; además para A1 los jefes de obra no efectúan ninguna comprobación al respecto. B1 se manifiesta de la misma forma (dato condensado #B1-3,1,2 – p 6.6). Por lo que respecta a los jefes de obra, en ambas empresas coinciden en que los subcontratistas y empresas de alquiler tienen un papel relevante en la gestión de colchones de materiales, maquinaria y capacidad (datos condensados #A1-3,2,2 y #B1-3,2,2– p 6.6 mediana 3), pero matizando (datos condensados #A1-3,3,2 y #B1-3,3,2– p 6.6) que el papel de los subcontratistas y empresas de alquiler en la gestión de los colchones de capacidad es el más importante, pues son ellos los que tienen los colchones. El papel de los jefes de obra referido por ellos mismos es también similar en ambas empresas: suelen preguntar / advertir al subcontratista que debe contar con medios adicionales de reserva (datos condensados #A1-3,3,3 y #B1-3,3,3– p 6.4 y 6.6). En este sentido algunas opiniones de los jefes de obra son paradigmáticas. Así, A3 (dato condensado #A1-3,3,3) dice: *“Pero si alguno falla, tenemos un montón de proveedores y subcontratistas que pueden venir cuando queramos”*, mientras que B7 (dato condensado #B1-3,3,3) argumenta: *“Con los subcontratistas hablo siempre de si tienen capacidad de sobra y claro siempre dicen que sí, aunque me pueden mentir, pero tampoco me preocupa mucho, porque hay empresas de sobra si falla alguno”*. También en ambas empresas el papel que juega el Departamento de Compras en la verificación de la capacidad de los subcontratistas y empresas de alquiler es similar (datos condensados #A1-3,3,3 y #B1-3,3,3 – jefes de obra A2 y A5 y jefes de obra B2, B4, B5, B6 y B7), pues suele informar a los jefes de obra sobre cada subcontratista o empresa en cuestión, una posible carga de trabajo excesiva, etc. (datos condensados #A1-3,3,3 y #B1-3,3,3 – p 6.5). Otra vía que ambas empresas utilizan para “asegurar” la aportación por parte del subcontratista de los medios adicionales que sean necesarios, es el contrato. Los datos condensados #A1-3,4,2 y #B1-3,4,2, recogen las

evidencias documentales al respecto; efectivamente, todos los contratos de subcontratación analizados en las dos empresas cuentan con cláusulas que obligan al subcontratista a incorporar a obra los medios adicionales que resulten necesarios.

6.- P2: ¿QUÉ tipos de reservas para contingencias utilizan las empresas constructoras en las obras?

HALLAZGOS #A-HC-2-1-1 y #B-HC-2-1-1. "La empresa (A y B) utiliza colchones de tiempo y coste para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos".

En este caso los hallazgos en las empresas "A" y "B" también coinciden. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes a la segunda pregunta específica de la investigación (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-2-1 y #B-HC-2-1 (Apéndice 7.3), respectivamente. En la empresa "A" el hallazgo se apoya en cuatro fuentes de datos (matriz de datos condensados #A2-1), mientras que en la empresa "B" el hallazgo se apoya en cinco fuentes de datos (matriz de datos condensados #B2-1); ambas matrices de datos figuran en el Apéndice 7.2. También es relevante tener en cuenta de cara a justificar los hallazgos en cuestión, que los hallazgos #A-HC-1-1-1 y #B-HC-1-1-1 (ya discutidos) evidencian que los superiores jerárquicos de los jefes de obra restringen el tamaño de los colchones de tiempo y coste al determinar los objetivos de las obras y que a partir de ahí son los jefes de obra quienes definen los citados colchones. Estos hallazgos implican la existencia en "A" y "B" de colchones de tiempo y coste.

La literatura describe con profusión la idea de que los colchones de tiempo y coste son una herramienta para absorber la incertidumbre o cubrir los riesgos de la obra, en concreto aquellos riesgos cuya existencia ha sido aceptada (Leach 2003, Alves y Tommelein 2004, Lee et al. 2006, Barraza 2011, Khamooshi y Cioffi 2012, Querns 1989, Yeo 1990, Ahmad 1992, Smith y Bohn 1999, Mak y Picken 2000, Baccarini 2004, Günhan y Arditi 2007, Noor y Tichacek 2009, Idrus et al. 2010, PMI 2013). En coherencia con lo anterior, tanto en la empresa "A" como en la empresa "B", los directivos de área (A1 y B1) están de acuerdo con que a pesar de tratar de evitar, mitigar o transferir un factor de incertidumbre, en ocasiones hay que aceptar su existencia (A1: *"Hay veces que son inevitables"* o B1: *"Hay casos en los que no se puede transferir porque ningún subcontratista lo asume (por ejemplo, un precio cerrado de suministro de hormigón de una obra)"*) (datos condensados #A2-1,3,1 y #B2-1,3,1: "de acuerdo" – respuesta 4 – p. 2.7). No obstante, los jefes de obra de ambas empresas están incluso más de acuerdo con la idea (datos condensados #A2-1,4,1 y #B2-1,4,1: "muy de acuerdo" – mediana 5 – p. 2.7). Este hallazgo parcial es consistente con la existencia de colchones de tiempo y coste, pues si estos son una herramienta de gestión de riesgos aceptados, el hecho de que riesgos de tal tipo existan en "A" y "B" induce a gestionarlos (con colchones).

De forma más directamente centrada en los colchones de tiempo y coste, la alta dirección de ambas empresas (directivos A0 y B0) asume la existencia de dichas reservas para contingencias (datos condensados #A2-1,2,2; #A2-1,2,3; #B2-1,2,2 y #B2-1,2,3). Lo mismo ocurre con los directivos de área (A1 y B1). A1 manifiesta estar de acuerdo (respuesta 4 – p. 4.5 y p. 4.6) con que en las planificaciones de los trabajos y en los presupuestos de las obras se suelen incluir colchones de tiempo y de coste (respectivamente) para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos. B1 sube un peldaño la aceptación de estas ideas, pues manifiesta estar muy de acuerdo con ellas (respuesta 5 – p. 4.5 y p. 4.6); los datos condensados correspondientes son los #A2-1,3,2; #A2-1,3,3; #B2-1,3,2 y #B2-1,3,3. A1 afirma además: *"Es posible que los jefes de obra hinchen la duración de las tareas al hacer la planificación de las obras"* y: *"Los jefes de obra no usan colchones explícitos de dinero, pero a la hora de hacer el presupuesto de ejecución parten siempre de datos reales de costes de obras similares y saben que la tendencia hoy en día es a que los precios bajen, por tanto*

*cuentan con ese colchón, ahora bien, no lo cuantifican*". Los jefes de obra de ambas empresas prácticamente coinciden en su nivel de acuerdo respecto a que la inclusión de colchones de tiempo y coste en programas de trabajos y presupuestos para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos es una realidad en sus empresas; los de la empresa "A" manifiestan estar conjuntamente entre "de acuerdo" y "muy de acuerdo" con estas ideas (mediana 4,5 – p 4.5 y 4.6), mientras que los de la empresa "B" manifiestan estar conjuntamente "muy de acuerdo" con las ideas (mediana 5 – p 4.5 y 4.6). Algunos jefes de obra se manifiestan además con rotundidad al respecto: A6: *"Yo sobre todo alargo la duración planificada de las actividades del principio de la obra, que es cuando más incertidumbre hay"*. A7: *"Los objetivos que nos marcan cada vez son más justos, no hay holguras, ahora bien, si veo cierto margen no lo digo, me lo quedo y no lo reflejo abiertamente, sino que alargo la duración de las tareas"*; esta frase de A7 reafirma el carácter restrictivo de los objetivos de las obras sobre los colchones, en este caso de tiempo. A4: *"No nos dejan, pero nosotros lo intentamos"*; los datos condensados correspondientes son: #A2-1,4,2; #A2-1,4,3; #A2-1,5,2; #A2-1,5,3; #B2-1,4,2; #B2-1,4,3; #B2-1,5,2 y #B2-1,5,3.

A pesar de lo anterior, es digna de mención la respuesta del jefe de obra A2 a la pregunta 4.5 (sobre la inclusión de colchones de coste en los presupuestos): su respuesta fue 2 – "en desacuerdo", justificándolo en que él intenta ser transparente y no guardarse nada, es más A2 dice: *"Si yo presupuestara una obra en, por ejemplo, 3 MEur y el coste final fuera de 2,7 MEur, yo me enfadaría conmigo mismo"*. Pero no es la actitud habitual en los jefes de obra entrevistados (de ambas empresas), pues es el único que manifestó no usar colchones de coste.

Otra evidencia que permite asegurar que tanto en la empresa "A" como en la empresa "B" los programas de trabajos y los presupuestos de obra incluyen, respectivamente, colchones de tiempo y dinero, es la procedente de la encuesta realizada al personal de ambas empresas en la FASE 2 de la investigación. En relación a los colchones de tiempo ambas empresas coinciden: datos condensados #A2-1,1,2 y #B2-1,1,2 (resultado de la encuesta A(B)-F2-3 / "La empresa "A" ("B") suele incluir colchones de tiempo en sus programas de trabajos"). Sin embargo el resultado de la encuesta en ambas empresas en relación a los colchones de coste no fue idéntico, pues mientras en la empresa "A" se extrajo de la encuesta que "incluye solo en ocasiones colchones de coste en sus presupuestos" (resultado de la encuesta A-F2-4 – dato condensado #A2-1,1,3), en la empresa "B" se extrajo de la encuesta que "suele incluir colchones de coste en sus presupuestos" (resultado de la encuesta B-F2-4 – dato condensado #B2-1,1,3). El resultado de "B" es consistente con las otras fuentes de datos, pero el de "A" no. Ante este resultado de la encuesta, al entrevistar a los jefes de obra de la empresa "A", se apreció que la visión inicial que algunos de ellos tenían respecto a los colchones de coste, es que se trataban de cantidades de dinero que de forma explícita figuraban en el presupuesto para cubrir posibles eventos inciertos, por ello muchos de ellos dijeron que no utilizaban colchones de coste; sin embargo en el transcurso de las entrevistas, ellos mismos se fueron dando cuenta de que sí los utilizaban, con un formato no explícito (como se abordará en posteriores apartados), pero los colchones de coste sí existían.

Como evidencia adicional de la utilización de colchones de tiempo y coste, en este caso solo en la empresa "B", se pudo apreciar que los jefes de obra B3 y B7 no tienen un único presupuesto y programa, sino varios. "B3" tiene dos versiones diferentes de programas y presupuestos, una la oficial y otra la real (más ambiciosa). La real es "su" objetivo, la oficial es el objetivo teórico "oficial". La diferencia entre ambas son la totalidad o parte de los colchones "ocultos" de tiempo y coste (datos condensados #B2-1,6,2 y #B2-1,6,3: Ev2-Ent-B3). "B7" va incluso más allá, pues tiene tres versiones diferentes de programas y presupuestos, la primera es la versión oficial (consistente con el objetivo teórico de la empresa), otra es la versión realista (más ambiciosa, es la que él cree realista, o sea, su objetivo personal) y por fin la que

enseña a su gente y los subcontratistas (todavía más ambiciosa). La realista es “su” objetivo, la oficial es el objetivo “oficial”. La diferencia entre la oficial y la real son –al igual que en el caso de B3- la totalidad o parte de los colchones “ocultos” de tiempo y coste (datos condensados #B2-1,6,2 y #B2-1,6,3: Ev2-Ent-B7).

HALLAZGOS #A-HC-2-2-1 y #B-HC-2-2-1. “En la empresa (A y B) el término “colchón” es el más utilizado para designar el concepto de reserva para contingencias.”.

HALLAZGOS #A-HC-2-2-2 y #B-HC-2-2-2. “En la empresa (A y B) no se conoce el término “reserva para contingencias”.

Dada su complementariedad, se tratan conjuntamente estos dos grupos de hallazgos. En este caso los hallazgos en las empresas “A” y “B” también coinciden. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros y los segundos de cada de cada empresa correspondientes a la segunda pregunta específica de la investigación (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-2-2 y #B-HC-2-2 (Apéndice 7.3), respectivamente. En ambas empresas los hallazgos se apoyan en cuatro fuentes de datos (matrices de datos condensados #A2-2 y #B2-2); ambas matrices de datos figuran en el Apéndice 7.2).

Diferentes autores utilizan distintos términos para expresar el concepto; así algunos autores utilizan el término “reserva para contingencia” (PMI 2013, Ahmad 1992, Querns 1989, Günhan y Arditi 2007, Molenaar et al. 2010, Godfrey 2004), otros lo designan como “colchón” (Russell et al. 2012, González et al. 2009), e incluso Hackney (1985) ni siquiera lo verbaliza. Sin embargo diversos autores plantean la intercambiabilidad de ambos términos (Howell 2012, PMI 2013, Alves y Tommelein 2004, Russell et al. 2012). La expresión “reserva para contingencia” (utilizada en esta investigación en sentido general) surgió al referirse a un tipo concreto: aquellas reservas cuyo recurso base es el dinero, mientras que el término “colchón” se utilizaba fundamentalmente al hablar de todas aquellas reservas constituidas por otros recursos y enfocadas esencialmente a absorber la variabilidad intrínseca de los procesos constructivos, pero en definitiva la idea subyacente es la misma: reservas de recursos (el dinero lo es) constituidas para cubrir riesgos, absorber incertidumbre o variabilidad y en definitiva proteger los objetivos del proyecto.

En ambas empresas el término más utilizado para designar el concepto es el de colchón. La encuesta piloto desarrollada en la FASE 2 fue un primer indicio (datos condensados #A2-2,1,2 y #B2-2,1,2), de la misma forma que la misma encuesta piloto también indicó que el término “reserva para contingencias” no era conocido por los profesionales españoles (datos condensados #A2-2,1,1 y #B2-2,1,1). En línea con la anterior fuente de datos se manifestó la alta dirección de ambas empresas, A0 y B0 (datos condensados #A2-2,2,1; #A2-2,2,2; #B2-2,2,1; #B2-2,2,2) y los directivos de área A1 y B1, quienes valoraron con una respuesta de 4 y 5, respectivamente, el término colchón como el más utilizado y valoraron con una respuesta de 1 en la misma pregunta, el término “reserva para contingencias” como no utilizado y no conocido (p. 4.9 – datos condensados #A2-2,3,1; #A2-2,3,2; #B2-2,3,1; #B2-2,3,2). Los jefes de obra de ambas empresas también coinciden conjuntamente en que el término colchón es el más utilizado (mediana 3,5 p. 4.9 – dato condensado #A2-2,4,2 y mediana 5 p. 4.9 – dato condensado #B2-2,4,2). En relación a otros diferentes términos para denominar el concepto, A6, B5 y B7 refieren la utilización de la palabra “bolsa” y A3 asegura no verbalizar el concepto. En cuanto al conocimiento del término “reserva para contingencia” todos los jefes de obra de ambas empresas coinciden: ninguno lo usa ni lo había oído nunca (mediana 1 p. 4.9 – datos condensados #A2-2,4,1; #A2-2,5,1; #B2-2,4,1; #B2-2,5,1).

HALLAZGOS #A-HC-2-3-1 y #B-HC-2-3-1. "En la empresa (A y B) se valoran las oportunidades identificadas para optimizar el coste y el plazo de la obra como una posible reducción del coste y del plazo esperado".

En este caso los hallazgos en las empresas "A" y "B" también coinciden. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes a la segunda pregunta específica de la investigación (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-2-3 y #B-HC-2-3 (Apéndice 7.3), respectivamente. En la empresa "A" el hallazgo se apoya en dos fuentes de datos (matriz de datos condensados #A2-3), mientras que en la empresa "B" el hallazgo se apoya en tres fuentes de datos (matrices de datos condensados #B2-3); ambas matrices de datos figuran en el Apéndice 7.2.

Los hallazgos que se pretenden argumentar en este punto incluyen dos ideas diferentes: por una parte que en ambas empresas se identifican y evalúan oportunidades que pueden permitir optimizar la obra, por otra parte que estas oportunidades se valoran como menos coste y/o como menos plazo de ejecución.

De cara a justificar los hallazgos que se están discutiendo, es relevante tener en cuenta que los hallazgos #A-HC-C-2-1 y #B-HC-C-2-1 (ya discutidos) evidencian que en la empresa "A" no existe un procedimiento o pauta formal de gestión de oportunidades, mientras que en la empresa "B" sí que existe. No obstante, al discutir el hallazgo #A-HC-C-2-1 se evidenció que todos los jefes de obra entrevistados de la empresa "A" aseguran tratar de identificar oportunidades para optimizar la obra (dato condensado #AC-2,5,3), aunque no lo hagan de forma sistemática. Sin embargo, también en esta ocasión, la realidad de la empresa "B" es sensiblemente diferente, pues en la discusión del hallazgo #B-HC-C-2-1 se evidenció que los jefes de obra de la empresa "B" sí gestionan de forma sistemática las oportunidades que pueden permitir optimizar las obras; incluso se cuenta con un procedimiento para ello, descrito en la Tabla 7.8. En la empresa "B" las oportunidades identificadas y valoradas se denominan "Objetivos no incluidos".

Otro argumento a favor del hecho de que los jefes de obra de las empresas "A" y "B" identifican y evalúan oportunidades para optimizar la obra (de forma sistemática o no) lo aportan los datos condensados #A2-3,1,1; #A2-3,2,1; #B2-3,1,1 y #B2-3,2,1. Efectivamente, estos datos confirman que tanto los directivos de área (A1 y B1) como los jefes de obra de las empresas "A" y "B" aseguran que se identifican, evalúan y valoran oportunidades para optimizar las obras, de forma realista o voluntarista, pero se hace. Además en el caso de la empresa "B", las evidencias documentales analizadas ponen de manifiesto que efectivamente las oportunidades (Objetivos no incluidos en el lenguaje de la empresa) se identifican, se valoran y se registran explícitamente.

La segunda idea del hallazgo que se está discutiendo es que estas oportunidades que se gestionan para optimizar la obra se valoran como menor coste y/o como menor plazo de ejecución. Así lo considera A1: "Si se encuentra algo que puede ahorrar coste y reducir plazo se valora de esa forma, como menos coste o menos plazo" (dato condensado #A2-3,1,2) y también B1, quien refiere que los Objetivos no incluidos se valoran como menor coste y/o plazo (dato condensado #B2-3,1,2); en la misma línea se manifiestan todos los jefes de obra de ambas empresas (datos condensados #A2-3,2,2 y #B2-3,2,2). Adicionalmente, en el caso de la empresa "B", las evidencias documentales analizadas en relación a los Objetivos no incluidos de las obras que gestionaban en ese momento los jefes de obra entrevistados (Ev1-Ent-B2/B3/B5/B6 y B7) permiten confirmar que las oportunidades identificadas se valoran como menos coste, más ingreso y/o menor plazo (dato condensado #B2-3,3,2).

La mayor parte de las referencias literarias analizadas se focalizan en la gestión de amenazas, de hecho una de las herramientas de gestión de riesgos (amenazas) que han sido aceptados son las reservas para contingencias. Sin embargo, autores como Hillson (2002) y Lechler et al. (2012) refieren que ciertas fuentes de incertidumbre pueden inducir oportunidades para la obra; además, Hillson 2002, Leach 2003, Godfrey 2004, Molenaar et al. 2010, Laryea y Hughes 2011, Lechler et al. 2012 y PMI 2013, destacan la importancia de la gestión de oportunidades en obra, es decir, la importancia de identificar, evaluar, valorar y aprovechar estas oportunidades (PMI 2013) como vía de optimizar el coste y el plazo de la obra.

A partir de lo anterior, en el capítulo tercero (apartado 3.4.1) se describió una primera clasificación de las reservas para contingencias en función del perfil del riesgo (amenaza u oportunidad), pues si el riesgo presenta un doble perfil, las reservas para contingencias también deberían tenerlo. De ese modo en ese apartado se argumenta que si las reservas para contingencias de tiempo y coste expresan la valoración del riesgo (amenaza) apreciado en la obra, induciendo por tanto mayores costes y plazos objetivo que los que se definirían en ausencia de riesgo (amenazas), la valoración de oportunidades para optimizar el plazo y el coste de la obra, también se efectuaría con reservas para contingencias de tiempo y coste, que en este caso inducirían objetivos de costes y duración inferiores a los que se definirían en ausencia de incertidumbre (el caso base). Así se postuló la existencia de este tipo de reserva para contingencias de tiempo y coste para valorar las oportunidades de la obra, una reserva para contingencia negativa (en sentido aritmético), pues representa menores costes y plazos que los que se definirían en ausencia de incertidumbre (en este caso sobre las oportunidades). Pues bien, si los hallazgos #A-HC-2-1-1 y #B-HC-2-1-1 ponen de manifiesto que las empresas "A" y "B" cubren las amenazas con reservas para contingencias de tiempo y coste, los hallazgos discutidos en este apartado confirman que las empresas "A" y "B" gestionan las oportunidades valorándolas como un menor coste y plazo de ejecución de las obras, esto es valoran las oportunidades definiendo reservas para contingencias de plazo y coste negativas. Ambas empresas lo hacen de forma sensiblemente distinta -sistemáticamente en el caso de la empresa "B"-, pero las dos empresas tratan de identificar, valorar como menos coste y plazo, y aprovechar oportunidades para optimizar los objetivos de sus obras.

Los hallazgos discutidos en este apartado confirman que las empresas "A" y "B" definen y utilizan reservas para contingencias de tiempo y coste negativas, esto es, gestionan las oportunidades valorándolas como un menor coste y plazo de ejecución de las obras. Ambas empresas lo hacen de forma sensiblemente distinta -sistemáticamente en el caso de la empresa "B"-, pero las dos empresas tratan de identificar oportunidades, valorarlas como menos coste y plazo y aprovecharlas para optimizar los objetivos de sus obras. En el caso de la empresa "B", el procedimiento descrito en la discusión del hallazgo #B-HC-C-2-1 (Tabla 7.8) para la gestión de "Objetivos no incluidos" es un procedimiento de gestión de oportunidades y de gestión de reservas para contingencias negativas de tiempo y coste.

HALLAZGO #A-HC-2-4-1. "Los jefes de obra de la empresa A comparten con el cliente las tolerancias (reservas para contingencias de alcance y calidad) que identifican".

HALLAZGO #B-HC-2-4-1. "En la empresa B las tolerancias (reservas para contingencias de alcance y calidad) que se detectan o que se crean, se gestionan oportunamente".

En este caso los hallazgos en las empresas "A" y "B" no coinciden. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes a la segunda pregunta específica de la investigación (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-2-4 y #B-HC-2-4 (Apéndice 7.3), respectivamente. En el caso de ambas empresas sus respectivos hallazgos se apoyan en dos fuentes de datos (matrices de datos condensados #A2-4 y #B2-4 en Apéndice 7.2) y en los hallazgos #A-HC-C-4-1 y #B-HC-C-4-1; de hecho, la argumentación de



la proposición PGC-5 –extraída a partir de estos dos últimos hallazgos- concluía con algunas preguntas cuyas respuestas están los hallazgos que se pretenden argumentar en este punto: ¿utilizan las empresas constructoras tolerancias en alcance-calidad?, ¿se comparten con el cliente?, ¿se crean tolerancias? En definitiva, los hallazgos que se discuten en este punto no son sino un corolario de los hallazgos de referencia.

Los hallazgos a argumentar en este punto incluyen dos ideas diferentes. Por una parte el hecho de que el alcance-calidad de las obras presenta tolerancias (reservas para contingencias de alcance y calidad según la terminología empleada a tal efecto por Godfrey (2004)). En esta idea ambas empresas coinciden. Efectivamente, los directivos de área (A1 y B1) están muy de acuerdo (en ambos casos respuesta 5 – p. 5.3; datos condensados #A2-4,1,1 y #B2-4,1,1) con la idea de que en ocasiones el alcance y la calidad contractual presenta ciertas tolerancias que permiten reducir costes y/o reducir plazos; de la misma forma se manifiestan conjuntamente los jefes de obra de ambas empresas (en ambos casos mediana 5 – p.5.3; datos condensados #A2-4,2,1 y #B2-4,2,1).

Sin embargo, esas tolerancias son gestionadas de una forma claramente diferente en ambas empresas. Un hecho que se anticipó en la argumentación de la proposición PGC-5 (extraída a partir de los hallazgos #A-HC-C-4-1 y #B-HC-C-4-1), pues si como afirma Godfrey (2004) las tolerancias en las especificaciones (alcance-calidad) son una reserva para contingencias, la diferente gestión del alcance-calidad que efectúan empresas integradas y empresas no integradas (evidenciada en PGC-5 y en sus hallazgos de referencia), implicará una manera también diferente de gestionar las tolerancias relacionadas. Efectivamente, los hallazgos #A-HC-C-4-1 y #B-HC-C-4-1 (soporte de PGC-5), aportan las diferentes visiones de las empresas “A” y “B” en relación a la gestión de las modificaciones del alcance-calidad de los proyectos por parte de la organización responsable de su construcción; así, en la empresa “A” el alcance se suele respetar, mientras que en la empresa “B” se gestiona de forma oportunista a fin de optimizar el coste y el plazo de la obra para la empresa constructora.

En coherencia con lo anterior, las tolerancias de alcance-calidad que el Área de Construcción de “A” identifica, se comparten con el cliente interno; además la empresa “A” no crea de forma oportunista tolerancias de alcance-calidad, o dicho de acuerdo al esquema de las conclusiones de la PGC-5, la empresa “B” no reduce el alcance-calidad a espaldas de su cliente interno. Los datos condensados #A2-4,1,2 y #A2-4,3,2 así lo confirman. A1 (p. 5.3): *"Sí, pero en tipos y marcas de materiales, no en hacer "chapuzas". Esto se plantea abiertamente, se modifica el proyecto y cambia el presupuesto y/o el programa, al alza o a la baja, depende".* A2, A3 y A4 se expresan en similares términos. Estos tres jefes de obra aseguran que hacen explícitas las tolerancias que identifican al revisar el proyecto. Si son aceptadas por el cliente interno, el "precio" y/o el programa de trabajos se revisa con los mismos criterios que el inicial; no tratan de obtener más margen. De forma similar se expresa A5: *"Cuando reviso el proyecto, si veo algo que se puede reducir lo digo y si el Departamento Técnico lo acepta, perfecto, se cambia el presupuesto y el programa. Ahora bien, yo siempre ejecuto lo que dice el proyecto, además los cambios no se hacen para buitrear, sino para mejorar la obra, porque somos los mismos".* Y A6: *"Sí, al revisar el proyecto informo de todo lo que veo al Dpto. Técnico y si considera que se debe cambiar el proyecto se cambia. Pero yo lo hago para colaborar en mejorar el proyecto para mi empresa, no para que la obra salga mejor".* Sin embargo A7 es el único jefe de obra entrevistado de la empresa "A" que mantiene una posición discrepante; él se guarda las tolerancias que identifica, aunque dice que los ahorros por calidad no se los permiten, pero él cuando sabe que algo no es necesario trata de evitarlo aunque lo diga el proyecto. En todos los casos ver p. 5.3 (matriz de datos condensados #A2-4).

Sin embargo, la gestión de las tolerancias en “B” es claramente oportunista, pues trata de no compartirlas, de ocultar su existencia al cliente o incluso de crearlas. Los datos condensados #B2-4,1,2 y #B2-4,3,2 así lo confirman. B1 (p. 5.3): *"Sin duda hay tolerancias, e*

*intentamos aprovecharlas en nuestro favor*". Todos los jefes de obra entrevistados de la empresa "B" coinciden básicamente en el modo de gestión de las tolerancias, que se podría describir por las siguientes ideas: (i) tratar de cambiar las marcas de proyecto o ciertas soluciones técnicas por otras que económicamente sean más rentables para la empresa constructora, (ii) introducir modificados por fallos del proyecto con el mismo fin, (iii) generar de forma oportunista tolerancias: en mayor o menor medida todos los jefes de obra de la empresa "B" refieren tratar de alterar el alcance-calidad contractual de forma oculta, aunque en cuestiones que pongan en riesgo el resultado de la obra (p. 5.1 y p. 5.3).

HALLAZGOS #A-HC-2-5-1 y #B-HC-2-5-1. "La empresa (A y B) utiliza colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) y capacidad (recursos adicionales)".

En este caso los hallazgos en las empresas "A" y "B" coinciden totalmente. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes a la segunda pregunta específica de la investigación (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-2-5 y #B-HC-2-5 (Apéndice 7.3), respectivamente. En el caso de ambas empresas sus respectivos hallazgos se apoyan en tres fuentes de datos (matrices de datos condensados #A2-5 y #B2-5 en Apéndice 7.2) y en los hallazgos #A-HC-1-2-1; #A-HC-1-3-1; #B-HC-1-2-1 y #B-HC-1-3-1; estos últimos hallazgos evidencian quienes son los actores fundamentales en la gestión de los colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) y capacidad (recursos adicionales). Al igual que en el punto anterior, los hallazgos que se van a discutir en este punto no son sino un corolario de los hallazgos de referencia, en este caso si cabe más evidente, pues la posibilidad de caracterizar a los gestores de estos colchones implica la existencia de los mismos.

A pesar de la obviedad de estos hallazgos a partir de los de referencia, se han mantenido de forma explícita por dos razones:

- En primer lugar por respetar la disciplina impuesta por el marco teórico generado para guiar la investigación. En el capítulo quinto (apartado 5.2.1.2), se plantearon cinco preguntas específicas de la investigación, coherentes con las preguntas en sí de la investigación (capítulo primero, apartado 1.3.3) y con los cinco grupos de variables en torno a los que se estructura el estado del arte (ver Tabla 4.1). La primera pregunta específica de la investigación pretende caracterizar a los gestores de las reservas para contingencias, mientras que la segunda pregunta específica de la investigación pretende identificar qué tipos de reservas para contingencias utilizan las empresas constructoras. Los hallazgos que se están discutiendo en este punto se corresponden con la segunda pregunta específica de la investigación y sus hallazgos de referencia con la primera.
- En segundo lugar (y más relevante) porque la discusión de estos hallazgos aporta matices de interés que no han sido tratados previamente.

En ambas empresas se aprecian con la misma claridad las siguientes ideas características de este tipo de colchones:

- (i) Los colchones de obra en curso se concretan en dos variantes:
  - a. Por una parte en la programación de las actividades con el fin de que se genere y se mantenga un colchón de obra en curso entre tareas consecutivas. Tanto los directivos de área, como los jefes de obra de ambas empresas están muy de acuerdo con esta idea (respuesta-mediana 5 – p. 6.1 - datos condensados #A2-5,1,1; #A2-5,2,1; #B2-5,1,1 y #B2-5,2,1). Además, en todas

las obras visitadas de ambas empresas se ha podido apreciar la existencia de obra en curso (datos condensados #A2-5,5,1 y #B2-5,5,1).

- b. Por otra parte en la programación de actividades no críticas a fin de abrir tajos disponibles. También en relación a esta idea, tanto los directivos de área, como los jefes de obra de ambas empresas están muy de acuerdo (respuesta-mediana 5 – p. 6.2 - datos condensados #A2-5,1,2; #A2-5,2,2; #B2-5,1,2 y #B2-5,2,2).
- (ii) Los colchones de materias primas tienen a su vez dos aspectos. Las materias primas (también los medios auxiliares y la capacidad de ejecución (subcontratación)) se ponen a disposición de la obra con margen suficiente para absorber incertidumbre; a tal fin todas las compras y contratos necesarios se gestionan con margen de tiempo respecto a lo estrictamente necesario según los programas de trabajos. Los directivos de área de ambas empresas se muestran de acuerdo con esta idea (respuesta 4 – p. 6.3 – datos condensados #A2-5,1,3 y #B2-5,1,3); sin embargo, los jefes de obra de ambas empresas se muestran muy de acuerdo con la idea (mediana 5 – p. 6.3 – datos condensados #A2-5,2,3 y #B2-5,2,3). La ligera diferencia entre directivos de área y jefes de obra a la hora de valorar esta idea puede significar que los directivos de área aprecian cierto margen de mejora al respecto, como B1 expone explícitamente: "*Se debería hacer, aunque no siempre se hace*" (p. 6.3 - dato condensado #B2-5,2,3). El margen "suficiente" con el que se ponen a disposición de la obra estos recursos, es un colchón cuyo recurso base es el tiempo, que fue tratado en el apartado 3.4.4.3; ciertos autores como Tommelein y Weissenberger (1999) o Horman y Thomas (2005) lo denominan "*time lag buffer*" y representa el tiempo adicional durante el que una cierta actividad puede ser desarrollada debido a la disponibilidad del material necesario. Otra evidencia de la planificación anticipada de las compras se obtuvo al analizar ciertos pedidos y contratos de materiales y subcontratas que todavía no tenían presencia en obra (datos condensados #A2-5,4,3 y #B2-5,4,3). Finalmente, la observación de zonas de acopio también refuerza la idea de creación de colchones de tiempo con las compras de materias primas (datos condensados #A2-5,5,4 y #B2-5,5,4). El segundo aspecto está relacionado con el tamaño del colchón. En este sentido, tanto los directivos A1 y B1, como los jefes de obra de ambas empresas, están "de acuerdo" (respuesta-mediana 4, p. 6.4 – datos condensados #A2-5,1,4, #A2-5,2,4, #B2-5,1,4 y #B2-5,2,4) con la idea de que en las compras de materiales se definen "stocks" de seguridad para absorber incertidumbre; además, todos los jefes de obra de ambas empresas (p. 6.4 – datos condensados #A2-5,3,4, #B2-5,3,4) refieren que en general compran algo más de lo estrictamente necesario, a fin de cubrir mermas u otras circunstancias, aunque no les suele sobrar material.
- (iii) En relación a los colchones de capacidad (recursos adicionales), se comprueba que los directivos de área y los jefes de obra de ambas empresas están de acuerdo (respuesta-mediana 4 – p. 6.4 – datos condensados #A2-5,1,4; #A2-5,2,4; #B2-5,1,4 y #B2-5,2,4) con la idea de que en el alquiler o compra de maquinaria y utillaje y la subcontratación, se definen "stocks" de seguridad o reservas de capacidad para absorber incertidumbre. Adicionalmente, durante la discusión de los hallazgos #A-HC-1-3-1 y #B-HC-1-3-1 se evidenció cómo gestionan los contratistas estos colchones de capacidad (esencialmente lo delegan en los subcontratistas).

7.- P3: ¿QUÉ formato tienen las reservas utilizadas (oculto o explícito, global o detallado)?

HALLAZGOS #A-HC-3-1-1 y #B-HC-3-1-1. "La empresa (A y B) utiliza colchones de tiempo para proteger específicamente la duración de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como una mayor duración de las tareas".

HALLAZGOS #A-HC-3-2-1 y #B-HC-3-2-1. "La Empresa (A y B) utiliza colchones de coste para proteger específicamente el coste de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como unos mayores costes unitarios y/o como un exceso de mediciones.".

En el capítulo tercero (apartado 3.4.4.2), se expuso que la visión general de la literatura en relación a la caracterización de los colchones de tiempo y coste implicaba que estas reservas para contingencias debían ser tratadas simultáneamente. Es por ello por lo que estos hallazgos van a ser discutidos de forma conjunta.

En este caso los hallazgos en las empresas "A" y "B" también coinciden. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes a la tercera pregunta específica de la investigación (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-3-1 y #B-HC-3-1, por una parte, y #A-HC-3-2 y #B-HC-3-2 por otra (Apéndice 7.3). En ambas empresas los hallazgos se apoyan en tres fuentes de datos (matrices de datos condensados #A3-1-#B3-1 y #A3-2-#B3-2; las cuatro matrices de datos figuran en el Apéndice 7.2). También es relevante tener en cuenta de cara a justificar los hallazgos en cuestión, que los hallazgos #A(B)-HC-C-3-1 y #A(B)-HC-2-1-1 (ya discutidos) evidencian que en ambas empresas se definen colchones de tiempo y coste en el marco de las programaciones de trabajos y de los presupuestos, respectivamente.

Los datos condensados #A3-1,1,1 y #B3-1,1,1 evidencian que los directivos de área A1 y B1 se manifiestan –respectivamente- de acuerdo y muy de acuerdo (respuesta 4 y 5, respectivamente, p. 4.13) con la idea de que los colchones de tiempo suelen definirse como una mayor duración prevista de ciertas tareas. A1, además afirma que: *"Es posible que los jefes de obra hinchen la duración de las tareas de forma oculta al hacer la planificación de las obras y que planifiquen alguna medición hinchada, si existe"*. Los jefes de obra de ambas empresas se muestran muy de acuerdo (mediana 5 – p. 4.13) con la idea anterior (datos condensados #A3-1,2,1 y #B3-1,2,1); en la empresa "A", A6 defiende que (p. 4.13): *"Yo sobre todo alargo la duración planificada de las actividades del principio de la obra, que es cuando más incertidumbre hay"*, mientras que A7 afirma (p. 4.13): *"Los objetivos que nos marcan cada vez son más justos, no hay holguras, ahora bien, si veo cierto margen no lo digo, me lo quedo y no lo reflejo abiertamente, sino que alargo la duración de las tareas"* (dato condensado #A3-1,3,1). En la empresa "B", todos los jefes de obra aseguran que alargan la duración de las tareas para cubrir posibles incertidumbres, pero de forma oculta, no explícita (p. 4.13 – dato condensado #A3-1,3,1). Adicionalmente, en ambas empresas se han analizado evidencias documentales que respaldan las anteriores evidencias; así, A4 y A7 tienen dos versiones de programas de trabajos y presupuestos: una la oficial y otra la "suya". La diferencia entre ambas son los colchones de tiempo y coste ocultos en las duraciones de las tareas y en las mediciones y precios unitarios (respectivamente) (dato condensado #A-3-1,4,1 - Ev1-Ent-A4/A7); en la empresa "B", B2, B3 y B5 también tienen dos versiones de programas de trabajos y presupuestos (con las mismas características que los de A4 y A7); B7 va más allá, pues refiere que tienen tres versiones (una para sus jefes, otra para él y otra para su gente y los subcontratistas) (dato condensado #B3-1,4,1 - Ev2-Ent-B2/B3/B5 y B7).

En relación a los hallazgos #A-HC-3-2-1 y #B-HC-3-2-1, los datos condensados #A3-2,1,1 y #B3-2,1,1 evidencian que los directivos de área A1 y B1 se manifiestan –respectivamente- de acuerdo y muy de acuerdo (respuesta 4 y 5, respectivamente, p. 4.14) con

la idea de que los colchones de dinero suelen definirse como mayores mediciones o mayores costes unitarios. A1, además afirma que: *"Es posible que los jefes de obra hinchen los costes unitarios previstos o las mediciones de forma oculta al hacer los presupuestos de las obras"*. Como comentario a la misma pregunta (p. 4.14), B1 apostilla: *"Seguro que sí"*. Los jefes de obra de ambas empresas se muestran muy de acuerdo (mediana 5 – p. 4.14) con la idea anterior (datos condensados #A3-2,2,1 y #B3-2,2,1); sin embargo, en ambas empresas hay dos jefes de obra (A2 y B4) que afirman no utilizar colchones de coste: *"Yo nunca uso colchones de coste"*. En la empresa "A", los jefes de obra A4, A6 y A7 aseguran usar como colchones de coste los costes unitarios y las mediciones hinchadas (ocultos); por el contrario, los jefes de obra A3 y A5 solo usan los costes unitarios hinchados (p. 4.14 - dato condensado #A3-2,3,1). En la empresa "B", todos los jefes de obra aseguran usar colchones de coste ocultos basados en mediciones y costes unitarios hinchados (excepto B4) (p. 4.14 – dato condensado #B3-2,3,1). Adicionalmente, en ambas empresas se han analizado documentos que respaldan las anteriores evidencias; así, A4 y A7 tienen dos versiones de programas de trabajos y presupuestos: una la oficial y otra la "suya". La diferencia entre ambas son los colchones de tiempo y coste ocultos en las duraciones de las tareas y en las mediciones y precios unitarios (respectivamente) (dato condensado #A-3-1,4,1 - Ev1-Ent-A4/A7); en la empresa "B", B2, B3 y B5 también tienen dos versiones de programas de trabajos y presupuestos (con las mismas características que los de A4 y A7); B7 va más allá, pues refiere que tienen tres versiones (una para sus jefes, otra para él y otra para su gente y los subcontratistas) (dato condensado #B3-1,4,1 - Ev2-Ent-B2/B3/B5 y B7).

En relación a las dos ideas clave de los hallazgos (definición específica y oculta para cada tarea de colchones de tiempo y coste), la literatura aporta referencias con diferentes sesgos. Así, diversos autores defienden la definición de colchones de tiempo y coste globales (Goldratt 1997, Lee et al. 2006), mientras que otros reivindican los colchones particularizados para cada tarea (Yeo 1990, Thompson y Perry 1992, Barraza 2011). El carácter oculto de los colchones de tiempo y coste es puesto de manifiesto por Smith y Bohn (1999), Ford (2002), Zhao (2006), Chan y Au (2009), Laryea y Hughes (2011) y Howell (2012). En hallazgos posteriores se profundizará sobre este carácter oculto de los colchones de tiempo y coste.

HALLAZGOS #A-HC-3-3-1 y #B-HC-3-3-1. "En la empresa (A y B) los colchones de tiempo y coste no son explícitos, sino ocultos".

En este caso los hallazgos en las empresas "A" y "B" coinciden totalmente. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes a la tercera pregunta específica de la investigación (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-3-3 y #B-HC-3-3 (Apéndice 7.3), respectivamente. En el caso de ambas empresas sus respectivos hallazgos se apoyan en tres fuentes de datos (matrices de datos condensados #A3-3 y #B3-3 en Apéndice 7.2) y en los hallazgos #A-HC-3-1-1; #A-HC-3-2-1; #B-HC-3-1-1 y #B-HC-3-2-1; estos últimos hallazgos evidencian –entre otras cosas- que las empresas "A" y "B" utilizan colchones de tiempo y dinero ocultos. Al igual que en ocasiones anteriores, los hallazgos que se van a discutir en este punto no son sino un corolario de los hallazgos de referencia, pues el hecho de que los colchones de tiempo y coste sean ocultos en ambas empresas implica necesariamente que no son explícitos.

A pesar de la obviedad de estos hallazgos a partir de los de referencia, se han mantenido de forma diferenciada por profundizar en las causas que hacen que los colchones de tiempo y coste sean ocultos en ambas empresas.

Los datos condensados #A3-3,1,1; #A3-3,2,1; #B3-3,1,1 y #B3-3,2,1 evidencian que tanto los directivos de área (A1 y B1) como los jefes de obra de forma conjunta (en ambas empresas), están totalmente en desacuerdo con la idea de que en sus empresas los colchones

de tiempo y coste suelen ser explícitos (respuesta-mediana 1, p. 4.12). Más aún, en ambas empresas se han analizado programas de trabajos y presupuesto que respaldan las anteriores evidencias, pues en ningún caso presentan colchones de tiempo o coste explícitos (dato condensado #A-3-3,4,1 - Ev1-Ent-A4/A7 y #B3-3,4,1 - Ev2-Ent-B2/B3/B5 y B7).

La primera persona que se entrevistó en el marco de la FASE 3, fue A1. Preguntado por qué los colchones eran ocultos manifestó: *"Si un jefe de obra me presentara un programa o un presupuesto con colchones explícitos se los quitaría, pues pensaría que además habría otros colchones ocultos"* (p. 4.12 – dato condensado #A3-3,1,1). Esta idea se contrastó con todos los jefes de obra de la empresa "A", quienes de forma casi unánime (todos salvo A2), expresaron su acuerdo con ella. A2 comentó: *"Yo soy muy claro con mis jefes, de coste no uso, pero de tiempo sí, ahora a ellos se lo digo"* (p. 4.12 – dato condensado #A3-3,3,1). La idea expresada por A1 fue también suscrita por B1 y por todos los jefes de obra de la empresa "B"; B1 manifestó estar completamente de acuerdo con esa idea, al igual que casi todos los jefes de obra de la empresa "B" (excepto B4: *"Yo no uso colchones de coste, solo que las partidas de costes indirectos sé que van sobradas"*) (p. 4.12 – dato condensado #B3-3,3,1).

Los argumentos anteriores reafirman algo ya planteado por los hallazgos anteriores: el carácter oculto de los colchones de tiempo y dinero en las empresas "A" y "B", pero además permiten apuntar una posible causa: los jefes de obra ocultan los colchones de tiempo y coste para no perderlos. ¿Por qué temen perderlos? Murray y Ramsaur (1983) aseguran que si las reservas no se utilizan para su propósito deben eliminarse, quizá esta sea una de las razones por las que parece que los jefes de obra hacen una gestión personalista y oculta de las mismas (Ford 2002). Pero por otra parte, Zhao (2006) afirma que la falta de transparencia en la gestión de las reservas para contingencias ha inducido al error de considerarlas como una especie de comodín presto para cubrir cualquier coste extra que de otra forma no podría ser legítimamente computado. A partir de la visión de estos autores, cabría plantearse por el uso que hacen los jefes de obra de "A" y "B" de las reservas para contingencias; se volverá sobre este asunto más adelante.

HALLAZGOS #A-HC-3-4-1 y #B-HC-3-4-1. "En la empresa (A y B) se utilizan las posibles ampliaciones de horario de trabajo y el incremento de recursos, como colchones para proteger de forma genérica el plazo de ejecución".

En este caso los hallazgos en las empresas "A" y "B" coinciden totalmente. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes a la tercera pregunta específica de la investigación (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-3-4 y #B-HC-3-4 (Apéndice 7.3), respectivamente. En el caso de ambas empresas sus respectivos hallazgos se apoyan en dos fuentes de datos (matrices de datos condensados #A3-4 y #B3-4 en Apéndice 7.2) y en los hallazgos #A-HC-2-5-1 y #B-HC-2-5-1; estos últimos hallazgos evidencian –entre otras cosas– que las empresas "A" y "B" utilizan colchones de capacidad (recursos adicionales). Los presentes hallazgos complementan a los de referencia, indicando que el objetivo finalista de los colchones de capacidad es proteger el plazo de ejecución de la obra.

Los directivos de área de ambas empresas (A1 y B1) aseguran que los jefes de obra pueden acelerar la obra en caso de necesidad porque estiman los programas de ejecución en base a un horario de trabajo normal (turno simple y sin horas extraordinarias) y una dedicación de recursos media (p. 4.6 - datos condensados #A3-4,1,1 y #B3-4,1,1). En la misma línea se expresan todos los jefes de obra entrevistados de ambas empresas (p. 4.6 - datos condensados #A3-4,2,1 y #B3-4,2,1).

HALLAZGOS #A-HC-3-5-1 y #B-HC-3-5-1. “En la empresa (A y B) algunos jefes de obra protegen de forma genérica el coste de la obra utilizando las partidas de costes indirectos como colchón”.

En este caso los hallazgos en las empresas “A” y “B” coinciden totalmente. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes a la tercera pregunta específica de la investigación (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-3-5 y #B-HC-3-5 (Apéndice 7.3), respectivamente. En el caso de ambas empresas sus respectivos hallazgos se apoyan en dos fuentes de datos (matrices de datos condensados #A3-5 y #B3-5 en Apéndice 7.2).

Los directivos de área de ambas empresas (A1 y B1) aseguran que los jefes de obra pueden utilizar los costes indirectos como colchón de dinero (p. 7 - datos condensados #A3-5,1,1 y #B3-5,1,1). Los jefes de obra A4, A5 y A7 de la empresa “A” y B4, B5 y B7 de la empresa “B” lo confirman, al reconocer que efectivamente utilizan los costes indirectos como colchón de coste, dado que no suelen utilizar todos los recursos indirectos presupuestados; sin embargo los restantes jefes de obra aseguran que no utilizan los costes indirectos como colchón (pregunta Anexo 1.2 – datos condensados #A3-5,2,1 y #B3-5,2,1).

No obstante, dado que todos los jefes de obra de ambas empresas afirman utilizar colchones de tiempo (hallazgos #A-HC-C-2-1-1 y #B-HC-C-2-1-1) y que los costes indirectos son función de la duración de la obra (Dickmen et al. 2012), al proteger con colchones de tiempo la obra están incrementando la dotación de costes indirectos, esto es, están creando un colchón de dinero en los costes indirectos, no por sobredimensionar los recursos cuya valoración conforma la partida de costes indirectos, sino por incrementar el tiempo durante el que serán necesarios; por tanto, se puede concluir que todos los jefes de obra de las empresas “A” y “B” que fueron entrevistados utilizan como colchones de dinero los costes indirectos.

8.- P4: ¿CÓMO estiman las empresas el tamaño inicial de las reservas?

HALLAZGOS #A-HC-4-1-1 y #B-HC-4-1-1. “En la empresa (A y B) los colchones de tiempo y coste son definidos de forma subjetiva por los jefes de obra.”.

En este caso los hallazgos en las empresas “A” y “B” coinciden totalmente. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes a la cuarta pregunta específica de la investigación (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-4-1 y #B-HC-4-1 (Apéndice 7.3), respectivamente. En el caso de ambas empresas sus respectivos hallazgos se apoyan en tres fuentes de datos (matrices de datos condensados #A4-1 y #B4-1 en Apéndice 7.2).

Uno de los resultados de la encuesta realizada en el marco de la FASE 2 fue que ambas empresas definen los colchones de tiempo y dinero por estimación subjetiva (datos condensados #A4-1,1,1 y #B4-1,1,1 – resultados A-F2-5 y B-F2-5 de la encuesta según Tabla 7.5). Adicionalmente, y ya en el marco de la FASE 3, los directivos de área de ambas empresas (A1 y B1) manifiestan estar de acuerdo y muy de acuerdo (respuestas 4 y 5, respectivamente – p. 4.15) con la idea de que los colchones de tiempo y dinero suelen ser definidos de forma subjetiva sin tener en cuenta qué hechos pueden ocasionar retrasos o sobrecostes a la obra (datos condensados #A4-1,2,1 y #B4-1,2,1). La opinión de los jefes de obra también confirma el hallazgo. Todos los jefes de obra de la empresa “A” manifiestan estar de acuerdo o muy de acuerdo (respuestas 4 o 5 - p. 4.15 o 4.16) con la idea de que los colchones de tiempo y coste se definen subjetivamente; A2, A3, A4 y A5 sin apoyarse en factores previamente identificados, y A6 y A7 a partir de factores previamente identificados. En la empresa “B”, igualmente, todos los jefes de obra manifiestan estar muy de acuerdo

(respuesta 5 - p. 4.15 o 4.16) con la idea en cuestión; B3 y B5 sin apoyarse en factores identificados, B2, B6 y B7 a partir de factores identificados y B4 de ambas formas (datos condensados #A4-1,3,1 y #B4-1,3,1).

Los hallazgos quedan así claramente acreditados, pero es interesante discutir las causas por las que estos colchones se definen de forma subjetiva en estas empresas. La cuestión fue planteada abiertamente a todos los entrevistados, bien durante la propia entrevista (tras las preguntas 4.15 o 4.16) o bien en una llamada telefónica posterior. Las respuestas de los encuestados permiten identificar tres familias de causas-tipo:

- (i) La definición subjetiva de colchones de tiempo y coste es el único o el mejor método existente. En la empresa "A" así lo consideran A1 y A2 (datos condensados #A4-1,2,2 y #A4-1,4,2); mientras que en la empresa "B" esta es la opinión de B2, B3, B4 y B5 (dato condensado #B4-1,4,2).
- (ii) Los colchones de tiempo y coste se definen subjetivamente por falta de recursos (tiempo) para hacerlo de otra forma. En la empresa "A" así lo consideran A3 y A5 (dato condensado #A-4-1,4,3); mientras que en la empresa "B" esta es la opinión de una única persona: B6 (dato condensado #B4-1,4,3).
- (iii) Los colchones de tiempo y coste se definen subjetivamente porque no se conocen otros métodos. En la empresa "A" así lo consideran A4, A5, A6 y A7 (dato condensado #A4-1,4,4); mientras que en la empresa "B" esta es la opinión de B1 y B7 (datos condensados #B-4-1,2,4 y #A4-1,4,4).

En el capítulo tercero se analizaron los diferentes métodos propuestos por la literatura para definir el tamaño inicial de los colchones de tiempo y coste. La estimación subjetiva de los mismos basada en el juicio de expertos es, según numerosos autores, el más ampliamente utilizado por las empresas (Yeo 1990, Moselhi 1997, Baccarini 2004, Hart 2007, Anderson et al. 2009, Idrus et al. 2010, Kim et al. 2013, Adafin et al. 2014). Los presentes hallazgos conforman esta visión en las empresas "A" y "B".

No obstante, el método de la estimación subjetiva es ampliamente criticado en la literatura. Al Bahar y Crandall (1990) consideran que la determinación de los colchones en base al juicio subjetivo conduce a la arbitrariedad, Anderson et al. (2010) plantean como principal inconveniente del método el hecho de que impide la cuantificación del nivel de confianza relacionado con las reservas así definidas. Baccarini (2004) y Adafin et al. (2014) consideran el método como arbitrario y causa de las desviaciones que se aprecian de forma generalizada en las obras. Oberlender (1993) no lo critica de forma abierta, pero sí afirma que su eficacia está condicionada por la extensión de la experiencia del decisor (en línea con Burroughs y Juntima 2004) y por la disponibilidad de datos históricos en los que apoyarse. Sin embargo, autores como Hollmann (2009) justifica el papel de la subjetividad en la definición de reservas para contingencias, introduciéndola en algunas ocasiones en los modelos que proponen. Tah et al. (1993) justifican la utilización del juicio subjetivo con dos argumentos, por una parte dada la falta de datos para estimar la distribución de probabilidad requerida por los métodos probabilísticos, las decisiones se deben tomar en base al juicio subjetivo, pero además es que los parámetros involucrados en estas decisiones se describen mejor lingüísticamente en base al juicio subjetivo que en términos matemáticos; a partir de esta idea de partida, estos autores proponen un método de estimación de reservas para contingencias de costes basado en lógica difusa.

Del análisis de la literatura se puede concluir que el juicio subjetivo como herramienta de definición de los colchones de tiempo y coste, es un elemento central de los métodos propuestos a lo largo de los años por la comunidad científica para mejorar la gestión de las



reservas para contingencias. Efectivamente, desde el punto de vista de los autores críticos con la idea, el juicio subjetivo ha sido el motor de sus propuestas alternativas (esencialmente de los métodos probabilísticos), mientras que los autores que reivindican el papel del juicio subjetivo en la definición de estos colchones, han propuesto métodos que lo ponen en valor.

El análisis de las causas que justifican la definición del juicio subjetivo en las empresas "A" y "B" es consistente con lo anterior. Efectivamente, en ambas empresas se encuentran personas que justifican su utilización porque es el mejor o el único método; pero también hay personas que aducen la falta de tiempo para utilizar otros métodos o sencillamente que no conocen la existencia de los mismos.

A continuación se profundizará en esta última causa-raíz de la utilización del juicio subjetivo como medio de definición del tamaño inicial de las reservas para contingencias de tiempo y coste.

HALLAZGOS #A-HC-4-2-1 y #B-HC-4-2-1. "En la empresa (A y B) no se conoce ni se utiliza ningún método formal propuesto por la literatura para definir el tamaño de las reservas para contingencias de tiempo y coste".

En este caso los hallazgos en las empresas "A" y "B" coinciden totalmente. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes a la cuarta pregunta específica de la investigación (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-4-2 y #B-HC-4-2 (Apéndice 7.3), respectivamente. En el caso de ambas empresas sus respectivos hallazgos se apoyan en tres fuentes de datos (matrices de datos condensados #A4-2 y #B4-2 en Apéndice 7.2).

Uno de los resultados de la encuesta realizada en el marco de la FASE 2, fue que en ninguna de las dos empresas analizadas se utiliza Monte Carlo u "otros métodos formales" para la definición de las reservas para contingencias de tiempo o de dinero (datos condensados #A4-2,1,1 y #B4-2,1,1 – evidencias A-F2-6 y B-F2-6 según Tabla 7.5). No obstante, este dato demostraría -junto con los hallazgos anteriores (#A-HC-4-1-1 y #B-HC-4-1-1)- una de las ideas de los presentes hallazgos: que "A" y "B" no utilizan métodos formales para la estimación del tamaño de los colchones de tiempo y dinero. Sin embargo, lo expuesto por todos los entrevistados permite confirmar la segunda idea que figura en los presentes hallazgos (y tercera causa de no utilización de métodos formales planteada durante la discusión de los hallazgos anteriores): todos los entrevistados afirmaron que en su empresa no se usa ningún método aparte de la estimación subjetiva para tal fin ni se conoce ningún otro método; en este sentido puede ser paradigmática una pregunta formulada por B1: "Ah, ¿pero es qué hay otros métodos?" (datos condensados #A4-2,2,1 y #B4-2,2,1 – p. 4.17).

En el capítulo tercero se han descrito los principales métodos de estimación del tamaño de las reservas para contingencias de tiempo y coste, uno de los aspectos más profusamente tratados por la literatura (se han analizado cincuenta y cuatro referencias al respecto). La Tabla 3.12 presenta las categorías en las que se agrupan los principales tipos de métodos según Hollmann (2009): (1) Juicio de Expertos, (2) Pautas Predeterminadas, (3) Análisis por Simulación (Monte Carlo), (4) Modelización Paramétrica (Análisis de Regresión y Redes Neuronales) y (5) Otros (Lógica Difusa).

Sin embargo, la literatura plantea que las empresas no utilizan de forma generalizada los métodos formales (tipos (3), (4) y (5) del párrafo anterior) surgidos a fin de superar las carencias de los modelos tradicionales (tipos (1) y (2)). Uno de los argumentos que aporta ciertos autores para explicar esta realidad, es que estos carecen en general de base empírica y son excesivamente complejos (Seung y Hiung 2004, Idrus et al. 2010, Barraza 2011, Laryea y Hughes 2011, Howell 2012). Sin embargo, otros autores (Smith y Bohn 1999, Ford 2002)

plantean que las empresas en general ni siquiera conocen estos métodos formales propuestos por la literatura, idea coincidente con la realidad de las empresas “A” y “B”.

HALLAZGOS #A-HC-4-3-1 y #B-HC-4-3-1. “En la empresa (A y B) se piensa que los colchones de tiempo y coste son necesarios”.

En este caso los hallazgos en las empresas “A” y “B” coinciden totalmente. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes a la cuarta pregunta específica de la investigación (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-4-3 y #B-HC-4-3 (Apéndice 7.3), respectivamente. En el caso de ambas empresas sus respectivos hallazgos se apoyan en tres fuentes de datos (matrices de datos condensados #A4-3 y #B4-3 en Apéndice 7.2).

La alta dirección de ambas empresas coincide en que los colchones de tiempo y coste son necesarios (evidencias A-04 y B-04 según Tabla 7.1 - datos condensados #A4-3,1,1 y #B4-3,1,1); pero los comentarios de ambos directivos matizan esta necesidad, introduciendo una idea que será tratada en hallazgos posteriores: los directivos tienen claro que hay que limitar su uso por los jefes de obra. En la misma línea se expresan los directivos de área de ambas empresas (A1 y B1). Así, A1 manifiesta que (p. 7 – dato condensado #A4-3,2,1): *“Los colchones de tiempo y coste son necesarios porque si no existieran o fueran demasiado bajos, cumplir los objetivos sería más infrecuente; eso sí, sin pasarse, porque si son muy altos los jefes de obra se acomodan”*; mientras que B1 afirma que (p. 7 – dato condensado #B4-3,2,1): *“Los colchones de tiempo y dinero son necesarios en una justa medida”*. Los jefes de obra de ambas empresas (excepto A2) coinciden en considerar necesarios los colchones de tiempo y coste (p. 7 - datos condensados #A4-3,3,1 y #B4-3,3,1); A2 solo considera necesarios los de tiempo, tal y como ya se expuso en la discusión del hallazgo #A-HC-2-1-1. Los comentarios de A3 y B4 también introducen un matiz en la línea de “control del tamaño” de los colchones expuesta por los directivos de ambas empresas; así, A3 afirma (p. 7 - dato condensado #A4-3,3,1) que: *“hacen falta, pero hasta un punto, porque si son muy grandes valdría todo”*; y B4 asegura (p. 7 - dato condensado y #B4-3,3,1) que: *“Hacen falta colchones, ni muy grandes ni muy pequeños”*.

La necesidad de la utilización de colchones de tiempo y coste está ampliamente acreditada en la literatura. De hecho, varios autores consideran que la “necesidad” es uno de los rasgos definitorios del concepto (Ruskin 1981, PMI 2013, Ahmad 1992, Godfrey 2004, Howell y Ballard 1998, Howell 2012, Horman y Kenley 1998). Zhao (2006) afirma que la falta de transparencia en la gestión de las reservas para contingencias ha inducido al error de considerarlas como una especie de comodín presto para cubrir cualquier coste extra que de otra forma no podría ser legítimamente computado. Un concepto como este, que parece oculto, es difícil de gestionar. El reto está en sacarlas a la luz sin eliminarlas, pues su necesidad es clara; quizá esta idea de Zhao (2006) explique la visión de A0: (evidencia A-04 – dato condensado #A4-3,1,1 - su impresión sobre los colchones es negativa, implica ocultar algo, aunque en cierta medida son necesarios).

Como se puede apreciar no existe ninguna pregunta en el cuestionario que se utilizó como base para las entrevistas con A1, B1 y los jefes de obra, que trate de averiguar explícitamente la opinión de los entrevistados sobre la necesidad de los colchones de tiempo y dinero; de hecho, podría interpretarse que la evidencia de que estas empresas los consideran necesarios, está implícita en hallazgos anteriores que muestran la existencia de estos colchones, su formato y su método de estimación. Sin embargo, en coherencia con el carácter semiestructurado de estas entrevistas de la FASE 3, se decidió plantear a los entrevistados esta pregunta de una forma abierta, fundamentalmente con una intención instrumental, pues fue el comienzo de un diálogo que permitió recabar su visión sobre a otros aspectos del concepto que serán tratados en hallazgos posteriores y que ya han sido apuntados en la

presente discusión: los colchones de tiempo y coste son necesarios, pero deben tener un límite, y el hecho de que estén fuera del intervalo definitorio de tamaños admisibles puede tener efectos negativos.

HALLAZGOS #A-HC-4-4-1 y #B-HC-4-4-1. "En la empresa (A y B) se piensa que un exceso de colchones de tiempo y coste es negativo porque induce relajación a los gestores de la obra".

HALLAZGOS #A-HC-4-5-1 y #B-HC-4-5-1. "En la empresa (A y B) la opinión general es que es negativo que los colchones de tiempo y coste se reduzcan por debajo de un cierto umbral (variable), pues en tal caso, la probabilidad de que se produjeran desviaciones sobre el plazo y coste planificados se incrementaría de una forma no asumible".

HALLAZGOS #A-HC-4-6-1 y #B-HC-4-6-1. "En la empresa (A y B) se piensa que reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste hasta un cierto umbral -variable en función de la aversión al riesgo del decisor y de las circunstancias de cada riesgo concreto- obliga a mejorar los procesos implicados en la construcción y la gestión de la obra".

HALLAZGOS #A-HC-4-7-1 y #B-HC-4-7-1. "En la empresa (A y B) se piensa que con más y mejor planificación de la obra, se podría reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste".

En este caso los hallazgos en las empresas "A" y "B" también coinciden. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes a la cuarta pregunta específica de la investigación (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-4-4, #A-HC-4-5, #A-HC-4-6, #A-HC-4-7, #B-HC-4-4, #B-HC-4-5, #B-HC-4-6 y #B-HC-4-7 (Apéndice 7.3). En ambas empresas los hallazgos se apoyan en dos fuentes de datos (matrices de datos condensados #A4-4 y #B4-4; las dos matrices de datos figuran en el Apéndice 7.2). Tal y como se apuntó anteriormente, estos hallazgos surgen de las conversaciones iniciadas tras plantear a los entrevistados su opinión sobre la necesidad o no de los colchones de tiempo y coste (hallazgos #A-HC-4-3-1 y #B-HC-4-3-1); es por ello por lo que todos estos hallazgos se discuten conjuntamente.

Los directivos de área (A1 y B1) (p. 7 - datos condensados #A4-4,1,1 y #B4-4,1,1) así como los jefes de obra de ambas empresas (p. 7 - datos condensados #A4-4,2,1 y #B4-4,2,1), manifiestan que un exceso de colchones de tiempo y coste es negativo, pues fomentaría la relajación de los jefes de obra y provocaría peores resultados de la obra, por el contrario, el hecho de que los colchones fueran demasiado escasos también tendría efectos negativos, en concreto que los objetivos de la obra se incumplirían con mayor frecuencia; pero entre los dos anteriores valores límite que se apuntan tácitamente, es bueno reducir ambos colchones porque ayuda a mejorar. Un ejemplo de esta última idea es la planificación de la obra, pues también está de acuerdo con que con más y mejor planificación (una mejora de procesos en suma), los colchones se pueden reducir. Por su especial interés, a continuación se recogen literalmente las expresiones de algunas de estas personas (p. 7 - datos condensados #A4-4,1,1, #A4-4,2,1 y #B4-4,2,1):

- A1: "Los colchones de tiempo y coste son necesarios porque si no existieran o fueran demasiado bajos, cumplir los objetivos sería más infrecuente; eso sí, sin pasarse, porque si son muy altos los jefes de obra se acomodan".
- A3: "Hacen falta, pero hasta un punto, porque si son muy grandes valdría todo. Si se redujeran demasiado habría que explicar demasiadas cosas porque muchas veces no cumpliríamos, aunque bajarlos un poco te obliga a que no se escape nada; pero no demasiado".

- A5: *"Si fueran muy altos, malo..., nos relajaríamos y la obra saldría peor. También sería bueno reducir los colchones porque nos obligaría a mejorar, ahora bien, con un estudio previo muy bien hecho..., pero dejarlos a cero es imposible, sería peligroso, porque aunque la construcción es como un mecano, no es una fábrica, hay siempre imprevistos que no se pueden cuantificar ni medir que te pueden fastidiar una obra".*
- B2: *"Los colchones son necesarios, pero que sean excesivos no es bueno porque te confías, pero no tener nada tampoco es bueno porque desde que empieza una obra hasta que acaba hay que llevar una regularidad en los resultados. Además para la empresa es importante contar con esa regularidad de cara a las previsiones de tesorería (por ejemplo). Si los colchones se redujeran cuando son demasiado altos es bueno porque ayuda a mejorar, pero si se reducen demasiado es malo porque podrías no llegar. Pienso que estudiando muy bien la obra, con más tiempo, la incertidumbre se reduce y por tanto se podrían reducir colchones".*
- B4: *"Hacen falta colchones, ni muy grandes ni muy pequeños. Poner un colchón muy grande muestra que tienes poca confianza y mucha incertidumbre, además puede hacer que las cosas se hagan mal por exceso de confianza. Pero poner un colchón muy bajo es ingenuo. Los colchones se podrían reducir con una buena planificación que permitiría hacer mejor las cosas, pero el tiempo para ello es muy escaso".*
- B5: *"Si dentro de la empresa se permitiera que el resultado final fuera peor que el planteado inicialmente se podrían reducir más los colchones".*

Estos hallazgos ponen sobre la mesa una serie de atributos de los colchones de tiempo y coste apreciados por las empresas "A" y "B" que son consistentes con la visión de ciertos autores:

- Es negativo que los colchones sean demasiado amplios porque provocan un exceso de confianza en los gestores de la obra, lo que a su vez puede provocar que tanto el coste como el plazo se alarguen (Baccarini 2006, Ballard 1996, Rowe 2005). Khamooshi y Cioffi (2012) destacan en este sentido la Ley de Parkinson: el trabajo se expande hasta ocupar todo el tiempo disponible.
- Es negativo que los colchones sean demasiado escasos porque el riesgo de incumplimiento de los objetivos se incrementa (Ahmad 1992, Rowe 2005, Baccarini 2006, Howell 2012).
- La reducción controlada de los colchones hasta su umbral inferior fuerza la mejora de procesos (Tommelein y Weissenberger 1999, Ballard 2005, Russell et al. 2012).
- La planificación es una herramienta para reducir la incertidumbre y así también los colchones de tiempo y coste (Ruskin 1981, Ballard 2009, Howell y Liu 2012).

HALLAZGOS #A-HC-4-8-1 y #B-HC-4-8-1. "La empresa (A y B) determina el tamaño de los colchones de materias primas y obra en curso de forma subjetiva."

En este caso los hallazgos en las empresas "A" y "B" coinciden totalmente. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes a la cuarta pregunta específica de la investigación (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-4-8 y #B-HC-4-8 (Apéndice 7.3), respectivamente. En el caso de ambas empresas sus respectivos hallazgos se apoyan en dos fuentes de datos (matrices de datos condensados #A4-5 y #B4-5 en Apéndice 7.2).

El hallazgo de la referencia describe el método seguido por las empresas “A” y “B” para la determinación de los colchones de inventario (materias primas y obra en curso (Hopp y Spearman 2011)). Un método –la estimación subjetiva- que por otra parte es el que ya se ha evidenciado que siguen estas empresas para determinar el tamaño de los colchones de tiempo y coste.

Tanto los directivos de área (A1 y B1) como todos los jefes de obra (excepto A4) afirman que la definición de los colchones de obra en curso se hace de forma subjetiva (datos condensados #A4-5,1,1; #A4-5,2,1; #B4-5,1,1 y #B4-5,2,1 – p. 6.1). No obstante, y a pesar de que no tenga peso como para modificar la idea expresada por el hallazgo en relación al método de definición de estos colchones, es interesante destacar que un jefe de obra de la empresa “A” (en concreto A4) utiliza un método diferente (dato condensado #A4-5,3,1).

A4 usa unas hojas de cálculo (se adjuntan como Ev1-Ent-A4) para controlar y estimar los colchones de obra en curso. Refiere que se lo enseñó un delegado que tuvo en la empresa “A”, aunque parece ser que la idea provenía de otra constructora. Utiliza dos hojas de cálculo. En la hoja 1 de 2 el encargado refleja diariamente el nivel de avance de ciertas actividades por cada vivienda; es una evaluación cualitativa, pues asigna una cifra entre 0 y 1 (0-queda todo, 1 está acabado) a cada tarea en cada vivienda. A4 vuelca diariamente esta información a la hoja 2, que no es otra cosa que la acumulación de los registros diarios. El día que tiene que estar acabado todo, A4 asigna una cifra (que es el número de viviendas, pues cada tarea se valora con un 1 cuando está acabada en una vivienda); por otra parte cada día va poniendo una cifra que es el acumulado de todos los controles diarios. A partir de ahí representa gráficamente con Excel la evolución de los acumulados para cada actividad, y si la pendiente es tal que apunta al día “D” a un valor inferior al del número de viviendas significa que esa actividad va retrasada. También lo usa para dimensionar los colchones de obra en curso entre cada oficio, pues si las gráficas de dos actividades tienen una pendiente diferente significa que el colchón de obra en curso se va a agotar, esto es, que la empresa sucesora va a alcanzar a la predecesora; si A4 detecta una circunstancia así, actúa, bien ordenando a la actividad predecesora que refuerce equipos para acelerar o bien retrasando a la actividad sucesora.

Acercas de los colchones de materias primas es importante recordar sus dos aspectos a definir: el periodo de antelación con el que los materiales están en disposición de ser utilizados en relación al que sería estrictamente necesario según la planificación (“*time lag buffers*”) y la cantidad adicional de material sobre la teóricamente necesaria. No son dos colchones diferentes, sino dos facetas de una única realidad. Desde esta perspectiva, el recurso de base de los “*time lag buffers*” es el tiempo, porque si los materiales necesarios para ejecutar una cierta unidad de obra están disponibles más tiempo del estrictamente necesario (la cola de los envíos de hormigón referida por Tommelein y Li 1999), esa unidad de obra puede llevarse a cabo –desde el punto de vista de los acopios de materias primas- en una ventana de tiempo mayor a la programada. Ambas facetas pretenden absorber variación: el tamaño del acopio, en relación con el hecho de que el proceso concreto requiera más cantidad de materiales de los previstos o como defienden Espino et al. (2012) porque el material pudiera no estar disponible para su compra en el futuro; por su faceta como colchón de tiempo los inventarios de materias primas pretenden cubrir la contingencia derivada de la variabilidad en los plazos de entrega de los materiales por parte de los correspondientes proveedores. Pues bien, en ambas empresas se definen los dos aspectos de forma subjetiva; tanto los directivos de área (A1 y B1) como todos los jefes de obra de las dos empresas así lo aseguran (datos condensados #A4-5,1,2; #A4-5,2,2; #B4-5,1,2 y #B4-5,2,2 – p.6.3 y datos condensados #A4-5,1,3; #A4-5,2,3; #B4-5,1,3 y #B4-5,2,3 – p.6.4).

Este hallazgo es consistente con lo argumentado por la literatura. González et al. (2009) afirman que las empresas constructoras definen en la actualidad los colchones (de materias primas, obra en curso, capacidad y tiempo) basándose en la intuición y en la

capacidad de juicio del decisor. Horman y Thomas (2005) aseguran que los colchones de inventario de materias primas se definen subjetivamente.

9.- P5: ¿CÓMO se modifica el tamaño de las reservas a lo largo de la vida de la obra (actualización) y EN QUÉ se aplican las reservas para contingencias?

HALLAZGOS #A-HC-5-1-1 y #B-HC-5-1-1. “En la empresa (A y B) los colchones de tiempo y coste se actualizan de forma automática a lo largo de la obra, pues al estar ocultos en unidades de obra concretas, cuando estas se ejecutan afloran”.

En este caso los hallazgos en las empresas “A” y “B” coinciden totalmente. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes a la quinta pregunta específica de la investigación (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-5-1 y #B-HC-5-1 (Apéndice 7.3), respectivamente. En el caso de ambas empresas sus respectivos hallazgos se apoyan en dos fuentes de datos (matrices de datos condensados #A5-1 y #B5-1 en Apéndice 7.2).

El hallazgo en cuestión consta de dos ideas. Por una parte los colchones de tiempo y coste se actualizan (se revisan) a lo largo de la obra. La literatura aporta numerosas referencias destacando la necesidad de actualizar el tamaño de los colchones de tiempo y coste. Si el nivel de riesgo e incertidumbre es variable a lo largo de la obra (Al Bahar y Crandall 1990, Flyvbjerg et al. 2002, Noor y Tichacek 2009) y las reservas para contingencias son una herramienta esencial de gestión de riesgos cuyo nivel debe ser coherente con los riesgos existentes (Godfrey 2004, Rowe 2005, Molenaar et al. 2010), el volumen de reservas debe ser reevaluado a lo largo de la obra (Godfrey 2004, Noor y Tichacek 2009, Howell 2012). Efectivamente, en ambas empresas se aprecia que los colchones de tiempo y coste se actualizan a lo largo de la obra; así, A1 y B1 están de acuerdo con la idea (datos condensados #A5-1,1,1 y #B5-1,1,1 – respuesta 4 p .4.8), mientras que los jefes de obra están muy de acuerdo (datos condensados #A5-1,2,1 y #B5-1,2,1 – mediana 5 p .4.8).

Pero el hallazgo incorpora un matiz importante en relación al método de revisión o actualización: tal y como afirman todos los entrevistados de ambas empresas se hace de forma automática, pues dado que los colchones de tiempo y coste se definen de forma oculta como más duración o más coste de cada tarea, el correspondiente colchón de tiempo aflora cuando la tarea se ejecuta, mientras que cuando la tarea se contrata aflora el colchón de coste (datos condensados #A5-1,1,1; #B5-1,1,1; #A5-1,3,2 y #B5-1,3,2 – p. 4.8).

HALLAZGOS #A-HC-5-2-1 y #B-HC-5-2-1. “En la empresa (A y B) los colchones de tiempo y coste se utilizan tanto para cubrir eventos inciertos como para absorber errores en las estimaciones”.

En este caso los hallazgos en las empresas “A” y “B” coinciden totalmente. De acuerdo con la codificación de la nomenclatura expuesta en el capítulo quinto, estos hallazgos son los primeros de cada empresa correspondientes a la quinta pregunta específica de la investigación (ver Apéndice 7.1) que figuran en las matrices de hallazgos #A-HC-5-2 y #B-HC-5-2 (Apéndice 7.3), respectivamente. En el caso de ambas empresas sus respectivos hallazgos se apoyan en dos fuentes de datos (matrices de datos condensados #A5-2 y #B5-2 en Apéndice 7.2) y en los hallazgos #A-HC-3-3-1; #A-HC-3-2-1; #A-HC-3-1-1; #B-HC-3-3-1; #B-HC-3-2-1 y #B-HC-3-1-1; estos últimos hallazgos evidencian –entre otras cosas- que las empresas “A” y “B” definen los colchones de tiempo y coste de forma oculta. En la discusión de los hallazgos #A-HC-3-3-1 y #B-HC-3-3-1, se describió que si los jefes de obra definieran los colchones de forma explícita, sus superiores jerárquicos los eliminarían, lo que constituye una buena razón (instrumental) para definirlos de forma oculta. ¿Por qué los directivos eliminarían colchones explícitos? La razón puede estar en la discusión de la proposición PG3-3, resultante de los hallazgos #A-HC-

3-3-1 y #B-HC-3-3-1: la falta de confianza entre los miembros del equipo (entre directivos y jefes de obra).

Los directivos de área de ambas empresas (A1 y B1) y todos los jefes de obra de ambas empresas (excepto B2) aseguran que los jefes de obra utilizan los colchones de tiempo y coste tanto para cubrir eventos inciertos como sus propios errores de estimación o planificación (datos condensados #A5-2,1,1; #A5-2,2,1; #B5-2,1,1 y #B5-2,2,1 – p. 7); algunas frases literales de ciertos jefes de obra tienen gran interés:

- A2 (p. 7): *"Tengo claro que los colchones son por si ocurren cosas inesperadas, pero también para cubrir mis errores".*
- A5 (p. 7): *"Si existen colchones es porque hacemos algo mal o porque no estudiamos bien las cosas o por si acaso..., falta tiempo para planificar bien y hay que cubrirse".*
- B2 (p. 7): *"Pienso que los colchones son para eventos inciertos, no para cubrir errores de planificación o estimación".*
- B4 (p. 7): *"Los colchones se usan tanto para cubrir errores de estimación como eventos inciertos, aunque en el fondo los errores de estimación también son eventos inciertos".*

La literatura trata con cierta amplitud el hecho de que las reservas para contingencias deben utilizarse de forma consistente. Murray y Ramsaur (1983) aseguran que las reservas para contingencias tienen como propósito esencial aportar protección respecto a las múltiples incertidumbres que rodean un proyecto de construcción, pero en ningún caso deben ser un vehículo para absorber o conciliar problemas de rendimiento. Moselhi (1997) afirma que las reservas para contingencias de costes no son para cubrir errores humanos. Noor y Tichacek (2009) afirman que el único fin de las reservas para contingencias (de costes) es mitigar los riesgos potenciales.

Por el contrario, la realidad de las empresas "A" y "B" que ponen de manifiesto estos hallazgos es que las reservas para contingencias de tiempo y coste sí se usan para cubrir errores humanos, en concreto los del jefe de obra.

### **7.3.5.- Revisión de los hallazgos de cada caso individual con informadores clave.**

De acuerdo con el procedimiento establecido en el apartado 5.2.5.5, los días 6 y 12 de noviembre de 2014, tuvieron lugar, respectivamente, sendas entrevistas con B1 y A1. El objetivo de estas entrevistas fue revisar con estos directivos los hallazgos extraídos en cada una de sus empresas; estas entrevistas constituyen una fuente de datos adicional (fuente M8) que permitió validar o reformular los hallazgos de cada caso, concluyendo así la FASE 3 de la investigación. Los hallazgos se presentan en el apartado anterior y en el Apéndice 7.3. El guion de estas entrevistas de revisión de hallazgos se aporta en el Anexo 10.

De acuerdo con lo expuesto en el apartado 5.2.3.2 del capítulo quinto, los diversos apartados del Anexo 5 contienen la transcripción de los cuestionarios de estas entrevistas cumplimentados con respuestas cuantitativas y cualitativas, notas y narraciones, así como los informes correspondientes ("Inf-Ent-A1b" y "Inf-Ent-B1b").

A continuación se expone el resultado del proceso de revisión de los hallazgos en ambas empresas. Estas entrevistas también tenían como objetivo registrar las sugerencias de

mejora planteadas por los directivos de “A” y “B” para su propio modelo de gestión de reservas para contingencias; estas sugerencias de mejora se tratarán en el capítulo octavo.

#### 7.3.5.1.- Hallazgos extraídos en el proceso de revisión.

En la reunión de revisión de hallazgos de la empresa “B”, el director general (B0) (a pesar de que la entrevista era en principio con B1, B0 también participó en la reunión), se manifestó inicialmente en desacuerdo con el hallazgo #B-HC-4-5-1:

*“En la empresa “B” la opinión general es que es negativo que los colchones de tiempo y coste se reduzcan por debajo de un cierto umbral (variable), pues en tal caso, la probabilidad de que se produjeran desviaciones sobre el plazo y coste planificados se incrementaría de una forma no asumible”.*

Al entrar a discutir la cuestión, se apreció que tanto B0 como B1 sí estaban de acuerdo con la idea, pero con un matiz relevante: el umbral mínimo para ellos está por debajo del que desean los jefes de obra. La razón que aportaron para justificar su idea es que si ese umbral es demasiado alto muchos errores no afloran y por tanto se pierde una gran oportunidad de aprendizaje y mejora.

Su visión, por tanto, sería consistente con la siguiente idea (hallazgo: #B-HC-4-5b-1).

*“La dirección de la empresa “B” considera que el nivel mínimo aceptable de colchones de tiempo y coste debe ser inferior al que desean los jefes de obra”.*

El hallazgo #B-HC-4-5-1 matizado por el hallazgo #B-HC-4-5b-1 cuenta con el completo acuerdo de B1 y B0 (respuesta 5).

Durante la entrevista de revisión de los hallazgos de la empresa “A” con A1, se trató esta cuestión. A1 manifestó su completo acuerdo con el hallazgo #B-HC-4-5b-1, lo que da pie a extrapolarlo a la empresa “A” (hallazgo #A-HC-4-5b-1).

De cara a la extracción de la proposición general correspondiente se tendrá en cuenta el matiz introducido por este nuevo hallazgo.

#### 7.3.5.2.- Validez de los hallazgos individuales de cada caso tras el proceso de revisión.

En el capítulo quinto (apartado 5.2.3.5) se plantearon los distintos niveles de aceptación posibles tras de la revisión de los hallazgos extraídos en las empresas “A” y “B”. Así, si los informadores clave manifestaban estar “de acuerdo” o “muy de acuerdo” (respuestas 4 o 5 respectivamente) con un cierto hallazgo, se le otorgaría una VALIDEZ FUERTE.

El resultado fundamental del proceso de revisión de los hallazgos de la empresa “B” realizado mediante una entrevista con B1 (y con B0) es que todos los hallazgos extraídos –con la matización descrita en el apartado anterior- presentan una VALIDEZ FUERTE, pues B0 y B1 manifestaron estar “muy de acuerdo” (respuesta 5) con todos los hallazgos, excepto con el hallazgo #B-HC-4-3-1 (*“En la empresa “A” se piensa que los colchones de tiempo y coste son necesarios”*), con el que dijeron estar “de acuerdo” (respuesta 4), añadiendo que: *“Sí, pero no gestionados a nivel de jefe de obra y mucho menores de lo que son ahora”*.

En la empresa “A”, el resultado del proceso de revisión de los hallazgos, realizado mediante una entrevista con A1, es que todos los hallazgos extraídos –con la matización descrita en el apartado anterior- presentan una VALIDEZ FUERTE, pues A1 manifestó estar “muy de acuerdo” (respuesta 5) con todos ellos.



#### 7.3.5.3.- Posibles mejoras identificadas.

Tal y como se planteó anteriormente, durante las reuniones de revisión de hallazgos que se mantuvieron con B0 y B1 por una parte y A1 por otra, estos directivos plantearon algunas posibles mejoras a contemplar en la gestión de las reservas para contingencias en su compañía. Estas posibles mejoras se describen en los informes “Inf-Ent-B1b” y “Inf-Ent-A1b” (que figuran en el Anexo 5.1) y se incluirán en el capítulo octavo como posibles puntos de partida para futuras líneas de investigación tendentes a plantear modelos de gestión optimizados.

#### **7.4.- FASE 4 DE LA INVESTIGACIÓN: ANÁLISIS COMPARADO DE CASOS.**

Una vez analizado cada caso individual y extraídos y validados sus hallazgos (que se presentan en el Apéndice 7.3), se realiza un análisis comparado de ambos casos (“cross-case synthesis”) con el fin de extraer las proposiciones explicativas de los resultados provisionales de la investigación (los resultados provisionales adquirirán o no carácter definitivo tras la FASE 5). Para ello se seguirá el enfoque de “replicación”, no un enfoque estadístico. Como ya se expuso en el capítulo quinto, Yin (2009) considera dos tipos de replicación: una es la conocida como “replicación literal”, que se produce al observar el mismo hallazgo en los dos casos; el otro tipo de replicación se conoce como “replicación teórica” y se produce si en uno de los casos no se obtiene el mismo resultado que en el primero como consecuencia de circunstancias predecibles. La “replicación teórica” permite respaldar el resultado con más robustez. En el capítulo sexto se argumentó la elección de las dos empresas a fin de que permitieran la replicación, así, dado que el modelo de desarrollo de proyectos es uno de los principales factores de riesgo para las empresas constructoras y que estos son uno de los principales determinantes de la gestión de las reservas para contingencias, se decidió que una de las empresas fuera integrada (la empresa “A”), mientras que la otra sería una empresa constructora que actuase como contratista general en un entorno tradicional (la empresa “B”). Tal y como se apuntó en el capítulo quinto, el conjunto de las características en base a las que se seleccionaron estas empresas (argumentadas en el capítulo sexto) configuran el ámbito al que se podrán generalizar los resultados provisionales de la investigación fruto de la FASE 4; así, este ámbito se define en torno a los siguientes parámetros:

- Localización: Empresas españolas.
- Fase del ciclo de vida: Construcción.
- Especialización: Contratistas generales de obra civil y edificación (residencial, industrial y comercial).
- Tamaño: Grande (según la Recomendación de la Comisión Europea de 6 de mayo de 2003 sobre la definición de microempresas, pequeñas y medianas empresas (2003/361/CE)).
- Grado de integración: Niveles extremos.

Tal y como se expuso en el capítulo quinto, tras su validación en la FASE 5, los resultados de este estudio de casos extraídos con la lógica de la replicación se podrán generalizar a nivel teórico, no estadístico (generalización analítica) a un ámbito más amplio. Así, tal y como se concretará en el capítulo octavo, el producto de esta tesis será un modelo descriptivo del proceder de las empresas constructoras del ámbito de la investigación sobre el fenómeno investigado.

Al igual que para presentar los hallazgos de cada estudio de caso, la justificación y presentación de los resultados de la investigación tras el proceso de “cross-case synthesis” se

realizará esencialmente de forma gráfica mediante las Matrices de Proposiciones Generales (formato según la Tabla 5.11), complementada con textos argumentativos. El Apéndice 7.4 incluye las Matrices de Proposiciones Generales. Estas matrices permiten aplicar la lógica de la replicación característica de los estudios de caso, poniendo de manifiesto las relaciones existentes entre los hallazgos de los dos casos asociados a cada aspecto del fenómeno investigado.

A continuación, se procede a enunciar y discutir las proposiciones generales de la investigación, que conjuntamente constituyen los resultados provisionales de la investigación a falta de la validación a efectuar en FASE 5. Se presentan agrupadas bajo cada una de las preguntas específicas de la investigación (planteadas en el capítulo quinto, apartado 5.2.1.2) o bajo diferentes aspectos del contexto de gestión de las reservas para contingencias (Gráfico 5.2). Al igual que en el apartado anterior, en la primera proposición se adjunta, junto con el texto argumentativo, la correspondiente matriz de proposiciones generales. Las matrices correspondientes al resto de proposiciones se adjuntan en el Apéndice 7.4.

En coherencia con lo expuesto anteriormente, **la expresión “empresas constructoras”** utilizada en relación a los resultados de la investigación a lo largo de este capítulo **se refiere únicamente a las empresas constructoras del ámbito investigado.**

1.- CONTEXTO GENÉRICO: Objetivos de la obra.

PROPOSICIÓN GENERAL PGC-1: “Los jefes de obra de las empresas constructoras participan en la fijación de los objetivos de la obra (plazo, coste, alcance-calidad), aunque sus superiores jerárquicos (jefe de grupo, directivo de área) también intervienen, particularmente aprobando su propuesta o fijando los límites de los objetivos”.

Los hallazgos individuales de cada caso replican literalmente una idea: los jefes de obra y sus superiores jerárquicos en las empresas constructoras definen objetivos de coste, plazo y alcance-calidad durante la planificación inicial de las obras. Existen matices (descritos en el apartado anterior) en cuanto al procedimiento concreto, que no invalidan la validez de la proposición. Efectivamente, en la empresa “A” los jefes de obra proponen unos objetivos (coherentes con los hitos de contratación) y sus superiores los aprueban o no, mientras que en la empresa “B” los superiores jerárquicos definen unos intervalos para los objetivos (en suma, los definen de forma flexible).

La importancia que tiene esta proposición –al igual que todas las relacionadas con el contexto- es instrumental de cara a los objetivos de esta investigación. En este caso concreto, el hallazgo es en sí la base para seguir profundizando en el papel determinante que los objetivos juegan en la gestión de las reservas para contingencias (apartado 3.5.2), descrito a partir del carácter restrictivo de los objetivos (Howell et al. 1993b).

ASPECTO DEL CONTEXTO: Objetivos de la obra					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-C-1-1	Los jefes de obra de la empresa "A" participan en la fijación de los objetivos de la obra (plazo, coste, alcance-calidad), aunque sus superiores jerárquicos (jefe de grupo, directivo de área) también intervienen, particularmente aprobando su propuesta o fijando los límites de los objetivos.		Literal	Los jefes de obra de las empresas constructoras participan en la fijación de los objetivos de la obra (plazo, coste, alcance-calidad), aunque sus superiores jerárquicos (jefe de grupo, directivo de área) también intervienen, particularmente aprobando su propuesta o fijando los límites de los objetivos.	PGC-1
#B-HC-C-1-1		Los jefes de obra de la empresa "B" participan en la fijación de los objetivos de la obra (plazo, coste, alcance-calidad), aunque sus superiores jerárquicos (jefe de grupo, directivo de área) también intervienen, particularmente aprobando su propuesta o fijando los límites de los objetivos.			

PROPOSICIÓN GENERAL PGC-2: “La incertidumbre sobre la consecución de los objetivos de obra es menor en las empresas constructoras integradas que en aquellas empresas constructoras que consiguen sus contratos en un entorno competitivo”.

Los hallazgos individuales de cada caso permiten extraer esta proposición por replicación teórica (Yin 2009). Efectivamente, tal y como se argumentó en el apartado anterior, ambas empresas mantienen visiones sensiblemente diferentes en cuanto al aspecto investigado (la incertidumbre apreciada en la posibilidad de alcanzar los objetivos de la obra), pues en la empresa “A” se aprecia una incertidumbre menor que en la empresa “B”. No obstante, el hecho de que en mayor o menor grado, en ambas empresas se aprecie incertidumbre al respecto, es coherente con la visión de Al Bahar y Crandall 1990, Yeo 1990, Leach 2003, Harbuck 2004, Zhao 2006 y Lhee et al. 2012, quienes afirman que no alcanzar los objetivos de la obra es algo que ocurre con asiduidad. La razón de tal divergencia es el carácter integrado de la empresa “A”; según Howell (2012), IPD (Gestión Integrada de Proyectos) reduce la incertidumbre para todas las partes implicadas. La empresa “A” es una empresa integrada, por lo que de forma recurrente desarrolla sus proyectos bajo un esquema similar al de IPD.

Al igual que en el caso de la proposición PGC-1, la importancia de esta también es instrumental de cara a los objetivos de esta investigación. Teniendo en cuenta que un objetivo instrumental de las reservas para contingencias es absorber la incertidumbre existente en un proyecto y que tal y como se argumentó en el apartado anterior la incertidumbre en los objetivos es un indicador de la incertidumbre de la obra en sí, es previsible que ambas empresas (que aprecian en general diferentes niveles de incertidumbre en sus obras) no gestionen igual las reservas para contingencias.

## 2.- CONTEXTO GENÉRICO: Gestión de riesgos (oportunidades).

PROPOSICIÓN GENERAL PGC-3: “Las empresas constructoras que consiguen sus contratos en un entorno competitivo cuentan con procedimientos, pautas o instrucciones de uso general a utilizar por los jefes de obra en la gestión de oportunidades en obra. Sin embargo, en empresas integradas la gestión de oportunidades en obra es realizada por los jefes de obra en base a sus criterios personales”.

Los hallazgos individuales de cada caso permiten también extraer esta proposición por replicación teórica (Yin 2009). Efectivamente, tal y como se argumentó en el apartado anterior, ambas empresas mantienen visiones sensiblemente diferentes en cuanto al aspecto investigado, pues mientras que en la empresa “A” no existen pautas, procedimientos o instrucciones para apoyar la gestión de oportunidades, en la empresa “B” sí. Una clave que puede ayudar a entender tal diferencia esté en una frase de B0: *“Las obras hay que quedárselas como sea, y luego ya se defenderán. En muchas ocasiones te quedas las obras porque te equivocas y casi siempre acaba saliendo bien, aunque la incertidumbre del resultado es alta”* (dato B0-6, Tabla 7.1). La empresa “B” es una empresa no integrada, una empresa que compite con otras constructoras para conseguir contratos. En este contexto, para que una obra acabe con beneficios para la empresa constructora es necesario modificar los planteamientos de partida, en línea con la idea expuesta en el capítulo segundo de Rooke et al. (2004) sobre cómo compiten las empresas constructoras entre sí para conseguir contratos; es necesario, en suma, buscar oportunidades que hagan que una obra contratada con pérdidas teóricas concluya satisfactoriamente desde un punto de vista económico. Por el contrario la empresa “A” es una empresa integrada, solo trabaja para la promotora de su grupo, no tiene que competir para conseguir contratos. Así, la causa-raíz por la que ambas empresas presentan resultados contrapuestos en este aspecto (la gestión de oportunidades) es el diferente enfoque a la hora de conseguir contratos: una, la “A” los consigue siempre y cuando su “cliente” (la

promotora de su grupo) desarrolle proyectos; la otra empresa, la "B", tiene que bajar sus precios de licitación para conseguir obras, en muchas ocasiones a un precio inferior a los costes teóricos. La motivación, la necesidad incluso, para identificar y aprovechar oportunidades que permitan optimizar las obras es sin duda superior para una empresa que opera en un entorno competitivo, como es el caso de la empresa "B".

En este caso, la replicación teórica se sustenta en el hecho de que las empresas "A" y "B" mantienen comportamientos diferentes en cuanto a la procedimentación de la gestión de oportunidades por una razón predecible: la empresa "A" no lo necesita tan intensamente por tratarse de una empresa integrada que no consigue sus contratos en licitaciones competitivas. Adicionalmente, si una empresa integrada no tiene una necesidad tan imperiosa de procedimentar la gestión de oportunidades como una empresa no integrada, sería extraño que la gestión de las mismas –aun personalista- fuera sistemática. Por el contrario -tal y como también se expuso con detalle anteriormente-, la procedimentación de la gestión de oportunidades tiene una relevancia estratégica para las empresas constructoras que consiguen sus contratos en un entorno competitivo, por lo que –por las mismas razones- es de esperar que el citado procedimiento se aplique de forma sistemática.

No obstante, en este punto es importante hacer una salvedad. Con el argumento anterior se podría extraer un posible corolario de la proposición: un entorno competitivo tradicional permite obtener costes de construcción inferiores. Es posible que si se circunscribe el análisis al contratista general sea así, pero tal y como se expuso en el capítulo segundo, si el enfoque se efectúa en términos más amplios (ciclo de vida) también es posible que no lo sea. Lo expuesto en este párrafo pretende que no se extraigan conclusiones de los resultados de esta investigación más allá del ámbito de la misma.

La relevancia de esta proposición en relación al fenómeno investigado estriba esencialmente en que la valoración (económica) de un riesgo no es sino una reserva para contingencias (de costes); si el riesgo es una amenaza, la reserva para contingencias (de costes) tendrá signo positivo, mientras que si el riesgo es una oportunidad, la reserva para contingencias (de costes) tendrá signo negativo (en el apartado 3.4.1. se postuló la existencia de este tipo de reservas negativas). Efectivamente, si un riesgo específico supone una amenaza para un proyecto, de concretarse reduciría su rendimiento (mayor coste y/o mayor plazo), por lo que de acuerdo con las definiciones de reserva para contingencias aportadas, una forma de cubrir ese riesgo (amenaza) sería definir objetivos de coste y/o plazo de ejecución más conservadores, es decir objetivos cuantitativamente por encima de las estimaciones del caso base (determinista y por tanto sin colchones); en este caso la reserva para contingencias correspondiente tendría signo positivo, lo que representaría la valoración de una amenaza para la obra como mayor coste y/o plazo de ejecución a fin de proteger los objetivos de coste, plazo o alcance-calidad. Pero si un riesgo concreto supone una oportunidad para un proyecto, de concretarse mejoraría su rendimiento (menos coste y/o menos plazo de ejecución que el estipulado en el caso base), por lo que de acuerdo con las definiciones de reserva para contingencias aportadas, una forma de valorar ese riesgo (oportunidad) sería definir objetivos de coste y/o plazo de ejecución más ambiciosos, es decir, objetivos cuantitativamente por debajo de las estimaciones iniciales, en este caso la reserva para contingencias correspondiente tendría signo negativo, lo que representaría la valoración de una oportunidad como menor coste y/o plazo de ejecución con el fin de optimizar los objetivos de coste, plazo o alcance-calidad. Se profundizará más adelante en esta importante cuestión.

## 3.- CONTEXTO GENÉRICO: Gestión del plazo y el coste.

PROPOSICIÓN GENERAL PGC-4: Los jefes de obra de las empresas constructoras desarrollan al principio de cada obra presupuestos de costes y programas de trabajos, para ello tienen en cuenta los datos procedentes de la fase de estudios. Los presupuestos y programas se revisan a lo largo de la obra.

Esta proposición surge de los hallazgos de cada caso individual con los que se relaciona a través de la lógica de replicación literal, pues salvando los matices mencionados, en ambas empresas se aprecian literalmente los mismos aspectos que incluye esta proposición.

Sí es digno de destacar el matiz ya mencionado sobre el menor nivel de acuerdo que se da entre las personas entrevistadas en la empresa “B”, frente a los entrevistados en la empresa “A” acerca de la utilización de la información sobre la obra procedente de la fase de estudios. La menor confianza existente en la empresa “B” en la citada información puede tener que ver con el hecho de que la empresa “B” no es una empresa integrada, por tanto los ejecutores de la obra no suelen participar en los estudios de las correspondientes ofertas, sin embargo en la empresa “A”, la División de Proyectos participa en los proyectos desde el primer momento (estudios de viabilidad), lo que puede justificar la mayor confianza que en esta empresa tienen los ejecutores de las obras en la información procedente de las fases de estudios.

Esta proposición permite plantear que si se confeccionan presupuestos y programas, si además estos se revisan a lo largo de la obra y si el jefe de obra tiene un papel claro en todo ello (elaboración), el jefe de obra también tendrá un papel en las decisiones a tomar sobre todos los elementos a partir de los que se confeccionan presupuestos y programas y en su revisión. Uno de estos elementos son las reservas para contingencias de tiempo y coste (Leach 2003, Alves y Tommelein 2004, Lee et al. 2006, Barraza 2011, Khamooshi y Cioffi 2012, Querns 1989, Yeo 1990, Ahmad 1992, Smith y Bohn 1999, Mak y Picken 2000, Baccarini 2004, Günhan y Arditi 2007, Noor y Tichacek 2009, Idrus et al. 2010, PMI 2013).

PROPOSICIÓN GENERAL PGC-5: “Las empresas constructoras integradas suelen ejecutar las obras respetando el alcance y calidad acordado con su cliente interno; sin embargo, las empresas constructoras que consiguen sus contratos en un entorno competitivo, suelen -en términos generales- respetar el alcance y calidad contractual, pero tienden a gestionar de forma oportunista el alcance y la calidad del proyecto como forma de optimizar el coste y el plazo de la obra”.

Los hallazgos individuales de cada caso permiten extraer esta proposición por replicación teórica (Yin 2009). Efectivamente, tal y como se argumentó en el apartado anterior, ambas empresas mantienen visiones sensiblemente diferentes en cuanto al aspecto investigado (la gestión del alcance-calidad por los ejecutores de la obra), mientras que la empresa “A” respeta el alcance-calidad pactado con su cliente (interno), la empresa “B”, si bien no se puede afirmar que no lo respete en términos generales, efectúa una gestión oportunista del mismo. Una vez más, la razón de tal divergencia es el carácter integrado de la empresa “A” y el carácter no integrado de la empresa “B”. En la misma línea que los autores citados en el apartado anterior en relación a los hallazgos relacionados con esta proposición, Koskela (2000) matiza que una vez formalizado el contrato (en un entorno competitivo), el contratista tiene el monopolio de la valoración de aquellos cambios que haya que introducir al proyecto, lo que sin duda es un elemento motivador de un comportamiento oportunista, oportunismo que también es destacado como propio de los modelos tradicionales de desarrollo de proyectos por otros autores (Horman y Kenley 1998, Rooke et al. 2004). Este oportunismo es fomentado por la desconfianza entre las partes que los modelos de desarrollo de proyectos tradicionales

generan (Slauson 2005, Smith y Rybkowski 2012). Estas reflexiones sustentan los hallazgos descritos y por ende la presente proposición; efectivamente, la empresa “A” es una empresa integrada, es una empresa que no consigue sus contratos de forma competitiva y por tanto no tiene por qué caer en el comportamiento descrito por los anteriores autores, pues el objetivo de propiedad y constructora es el mismo, no compiten por el resultado. Sin embargo la empresa “B” sí tiene que conseguir los contratos en un entorno competitivo bajo el modelo habitual de desarrollo de proyectos, un entorno en el que prima la desconfianza entre las partes y en el que la constructora tiene el monopolio de la valoración de los cambios una vez conseguido el contrato, la empresa tiene por tanto diversos incentivos para que su comportamiento en relación a las posibles modificaciones de alcance-calidad sea oportunista.

De lo expresado por los directivos de área y los jefes de obra de ambas empresas y de los objetivos no incluidos analizados (en el caso de la empresa “B”), se deduce que la gestión de las modificaciones del alcance-calidad por parte de la empresa constructora puede tener tres manifestaciones diferentes:

- Reducciones de alcance-calidad a espaldas de la propiedad. De lo descrito en los hallazgos de referencia queda claro que en “A” no tiene lugar. Sin embargo B1 afirma al respecto (p. 5.1): *"No siempre (se respeta el alcance-calidad pactado), porque es una de las formas de optimizar la obra. Se hacen cambios que a veces la propiedad no se entera o lo sabe pero no sabe que la calidad es inferior"*. Otro ejemplo serían los objetivos no incluidos no reflejados explícitamente en el correspondiente formato a los que se refieren B3, B5, B6 y B7 (Ev1-Ent-B3/B5/B6/B7).
- Reducciones de alcance-calidad que se hacen (o se tratan de hacer) de forma transparente. Esto es algo que ocurre en ambas empresas, otra cuestión es que se hace con fines distintos. Así, A4 expone (p. 5.1): *"A veces se busca algo más económico, pero yo pienso más como promotor que como contratista; ratonear no entra en mi vocabulario"*. Sin embargo, B3 (p. 5.3) afirma: *"como vea el esta marca o similar, a degüello, y el objetivo es ahorrarme dinero, claro... Y si veo algo que me puedo ahorrar y cuela y no me pillan pues me lo ahorro"*.
- Reclamaciones por incrementos de alcance. En la empresa “A” no se ha constatado que esto ocurra, otra cuestión es que si se detecta alguna carencia en el proyecto, se haga saber al Dpto. Técnico, pero sin buscar una mejora del beneficio de la construcción, sino de la obra en su conjunto (A2 – p. 5.1: *"Claro, cómo no lo vamos a hacer, somos los mismos"*). Sin embargo en “B” sí que se ha constatado: por ejemplo, “cambiar el tipo de grupo de presión de PCI porque el de proyecto no cumple la normativa” (objetivo no incluido de B2 – dato bruto Ev1-Ent-B2) o reclamaciones genéricas a determinar (objetivos no incluidos de B5, B6 y B7 – datos brutos Ev1-Ent-B5/6/7).

Al igual que en otras proposiciones, la importancia de esta también es instrumental de cara a los objetivos de esta investigación. Teniendo en cuenta que como afirma Godfrey (2004) las tolerancias en las especificaciones (alcance-calidad) son una reserva para contingencias, la diferente gestión del alcance-calidad que efectúan empresas integradas y empresas no integradas, implicará una manera también diferente de gestionar las tolerancias relacionadas. Más aún, estos hallazgos permiten plantearse algunas cuestiones: ¿utilizan las empresas constructoras tolerancias de alcance-calidad?, ¿se comparten con el cliente?, ¿se crean tolerancias? Más adelante se volverá sobre este asunto.

PROPOSICIÓN GENERAL PG1-1: “Los directivos de las empresas constructoras condicionan el tamaño de los colchones de tiempo y coste al determinar los objetivos de la obra. A partir de ahí son los jefes de obra quienes deciden el tamaño inicial de los colchones de tiempo y coste”.

Los hallazgos individuales de cada caso permiten extraer esta proposición por replicación literal (Yin 2009), pues en ambas empresas se aprecian literalmente las mismas ideas que incluye esta proposición. En esta ocasión ni siquiera se aprecian matices que aún de forma sutil diferencien las visiones de ambas compañías. Así, tanto en “A” como en “B” se comprueba con la misma claridad que:

- (i) Los superiores jerárquicos de los jefes de obra tienen un papel –aunque no explícito– en la definición inicial del tamaño de los colchones de tiempo y coste. En concreto, en ambas empresas se considera que son los segundos decisores en importancia al respecto (tras los propios jefes de obra).
- (ii) Los superiores jerárquicos de los jefes de obra no determinan de una forma abierta o explícita el tamaño de estos colchones, sino que lo hacen indirectamente, través del papel restrictivo de los objetivos de la obra; en ambas empresas se ha comprobado que los directivos determinan los objetivos de plazo y coste de las obras contando (y tratando de limitar) los posibles colchones que los jefes de obra puedan definir.

La investigación efectuada en las empresas “A” y “B” pone de manifiesto que –salvo la excepción de A2, quien afirma ser completamente transparente con sus superiores–, los jefes de obra consideran que la definición de las reservas para contingencias es “cosa suya” (A3: “*Si hay colchones no lo tiene que saber nadie; yo no he dicho que los haya, pero si hay lo decido yo*”); pero sus superiores jerárquicos tampoco actúan de una forma abierta al respecto, pues determinan su tamaño de una forma indirecta, a través de los objetivos de la obra y contando con su carácter restrictivo.

A la vista de esta proposición, queda claro que el nexo entre la visión determinista del coste y el plazo que implica el caso base y los objetivos de la obra, son las reservas de contingencias de plazo y coste. Este argumento es una extensión de la idea Barraza (2011), quien planteó la idea anterior únicamente para el caso de los colchones de tiempo. De forma similar, Molenaar et al. (2010) (p. 8) definen las reservas para contingencias de coste como “*Una estimación de costes asociados con incertidumbres y riesgos identificados, la suma de estos costes se añade a la estimación base para completar el presupuesto total de costes del proyecto*”. El Gráfico 3.8 ilustra esta relación. Adicionalmente, y dado que tal y como se evidencia con la proposición PGC-2, las empresas constructoras aprecian incertidumbre en la posibilidad de alcanzar sus objetivos en las obras, las reservas para contingencias de tiempo y coste serían la valoración de esa incertidumbre, tal y como por otra parte asegura PMI (2013), aunque una valoración restringida por los objetivos concretos de la obra Howell et al. (1993b).

Por otra parte, durante la discusión de los hallazgos individuales de referencia se analizó cómo determinan los jefes de obra el tamaño de las reservas para contingencias de tiempo y coste dentro del intervalo definido por los objetivos de la obra y el caso base. La conclusión de este análisis es que no se puede concluir que en el ámbito investigado se dimensionen de forma sistemática las reservas para contingencias de tiempo y coste en función de un registro explícito de riesgos (amenazas). No obstante, todos los jefes de obra entrevistados refieren determinar el volumen de las reservas para contingencias de tiempo y coste en función del nivel de riesgo de la obra, sin objetivarlo a partir de un registro explícito de riesgos, sino de una forma subjetiva basada en su experiencia personal.



**PROPOSICIÓN GENERAL PG1-2: “La gestión de los colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) es realizada por los jefes de obra”.**

Esta proposición surge de los hallazgos de cada caso individual con los que se relaciona a través de la lógica de replicación literal, pues salvando los matices mencionados al argumentar los hallazgos de cada caso individual, en ambas empresas se aprecian literalmente los mismos aspectos que incluye esta proposición.

En la literatura se puede apreciar como ciertos autores diferencian este tipo de colchones (junto con los de capacidad) de los colchones cuyo recurso base es el tiempo y más aún de aquellos cuyo recurso base es el coste. Esta diferenciación no es tanto explícita como tácita, pudiéndose derivar de la diferente terminología utilizada (colchones para los de inventarios, obra en curso y capacidad y reservas para contingencias para lo coste; en el caso de los tiempo se suelen aplicar los dos términos). El capítulo tercero profundizó en estas consideraciones; uno de los principales matices diferenciales es el diferente objetivo instrumental de ambos tipos de reservas para contingencias, bien absorber variabilidad o bien cubrir riesgos o absorber incertidumbre. La Tabla 3.6 refleja con claridad estas distinciones. En sucesivas proposiciones se profundizará sobre otros aspectos de los colchones de inventarios.

**PROPOSICIÓN GENERAL PG1-3: “La gestión de los colchones de capacidad (recursos adicionales) se confía en gran medida a los subcontratistas”.**

Esta proposición surge de los hallazgos de cada caso individual con los que se relaciona a través de la lógica de replicación literal, pues salvando los matices mencionados al argumentar los hallazgos de cada caso individual, en ambas empresas se aprecian literalmente los mismos aspectos que incluye esta proposición.

Slauson (2005) describe como en el pasado las empresas constructoras solían ser compañías integradas verticalmente, pero con el paso de los años y por una variedad de razones se impuso la especialización a través de la sub-contratación; tal es así que según Creedy (2012) hoy en día la ejecución de las obras se basa, a nivel de organización de la producción en la utilización extensiva de la subcontratación por parte de la empresa constructora. La relación entre contratista y sub-contratista se regula con contratos; según Slauson (2005), el contrato de sub-contratación es el vehículo para transferir al sub-contratista la responsabilidad sobre riesgos específicos, siendo relevante que el sub-contratista cuente con habilidades que le permitan mitigar el riesgo transferido con mayores garantías que el contratista principal.

Se subcontrata de forma extensiva, no solo como medio de organización de la producción, sino como herramienta de transferencia de riesgos. Los hallazgos de cada empresa que dan pie a plantear esta proposición también sugieren que se subcontrata la gestión de los colchones de capacidad. Tal y como se argumentó en el capítulo tercero, los colchones de capacidad son un medio de absorción de la variabilidad, que a su vez es uno de los principales factores de riesgo de las obras; por tanto, al igual que cualquier otro tipo de reserva para contingencias, los colchones de capacidad son una herramienta de gestión de riesgos. Unos riesgos transferidos –parcialmente- al subcontratista y en paralelo una herramienta de gestión de riesgos también transferida: la gestión de los colchones de capacidad.

El párrafo anterior pone de manifiesto la coherencia de esta proposición con uno de los aspectos de la estrategia general habitual de gestión de riesgos de las empresas constructoras: la transferencia de riesgos a los subcontratistas, hecho contrastado en ambas empresas (datos condensados #A1-3,1,1; #A1-3,2,1; #B1-3,1,1; #B1-3,2,1 – p. 2.7).

PROPOSICIÓN GENERAL PG2-1: “Las empresas constructoras utilizan colchones de tiempo y coste para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos”.

Esta proposición surge de los hallazgos de cada caso individual con los que se relaciona a través de la lógica de replicación literal, pues salvando los matices mencionados al argumentar los hallazgos de cada caso individual, en ambas empresas se aprecian literalmente los mismos aspectos que incluye esta proposición.

Las reservas para contingencias de tiempo y coste son las más tratadas por la literatura, de hecho, tal y como se expuso en el capítulo tercero, de las cincuenta y ocho referencias analizadas que proponen o analizan modelos de gestión de reservas para contingencias, cuarenta y dos se centran en las reservas para contingencias de costes. En ese mismo capítulo se argumentó la necesidad de analizar simultáneamente los riesgos de sobrecoste y de desviación del plazo de ejecución (Hollmann 2011, Dikmen et al. 2012), por ello, ambos tipos de reservas para contingencias son tratados en paralelo por numerosos autores.

El tratamiento en la literatura de este tipo de reservas es extenso, pero en la mayor parte de las ocasiones se enfoca desde el punto de vista de la propiedad, o si el estudio es genérico, o se centra en la empresa constructora lo hace sin base empírica; de hecho, únicamente se identificaron tres estudios empíricos focalizados en la utilización de reservas para contingencias de tiempo y coste por parte de la empresa constructora (Smith y Bohn 1999, Ford 2002 y Laryea y Hughes 2011) y de ellos, solo Ford (2002) se centra en la fase de construcción. Sin duda la utilización de reservas para contingencias de tiempo y coste por parte de las empresas constructoras en la fase de ejecución de las obras es un aspecto escasamente estudiado; por ello se ha considerado necesario investigar sobre una cuestión básica respecto a estos dos tipos de reservas para contingencias: su propia existencia y sus fines.

Y tal y como se argumentó en el apartado anterior el resultado no deja lugar a dudas: las empresas “A” y “B” utilizan de forma generalizada ambos tipos de reservas para absorber incertidumbre y proteger así los objetivos de las obras, lo que a partir de la lógica de la replicación permite generalizar este resultado a nivel analítico. Este resultado, unido al PG1-1, que indicaba que los jefes de obra y sus superiores jerárquicos definen el tamaño inicial de los colchones de tiempo y coste, tiene una importancia instrumental, pues la constatación de la existencia de colchones de tiempo y coste en la fase de ejecución de las obras y la identificación de quién los gestiona, definen el punto de partida para profundizar en sus pautas de gestión, esto es, qué formato adoptan, cómo se dimensionan inicialmente, cuál es su aplicación y evolución a lo largo del tiempo y otros aspectos que serán tratados en próximos apartados.

PROPOSICIÓN GENERAL PG2-2: “En las empresas constructoras el término “colchón” es el más utilizado para designar el concepto de “reserva para contingencias”.

PROPOSICIÓN GENERAL PG2-3: “En las empresas constructoras no se conoce el término “reserva para contingencias”.

Dada su estrecha relación, y al igual que se hizo con sus hallazgos de referencia en el apartado anterior, estas proposiciones se tratan conjuntamente. Estas proposiciones surgen de los hallazgos de cada caso individual con los que se relacionan a través de la lógica de replicación literal, pues salvando los matices mencionados al argumentar los hallazgos de cada caso individual, en ambas empresas se aprecian literalmente los mismos aspectos que incluyen estas proposiciones.

En el capítulo tercero de este trabajo se abordó la variedad de denominaciones que recibe el concepto de reserva para contingencias en la literatura y la lógica subyacente a tal hecho. También se argumentó el problema que suponía la práctica inexistencia de literatura científica al respecto en español, razón por la cual se asumieron ciertas traducciones de los términos más habituales en lengua inglesa. Así, “reserva para contingencias” es la traducción del término “contingency” recogida por PMI (2013) en la versión española del PMBoK; “colchón” es la traducción asumida de “buffer” y “holgura de tiempo” es la traducción asumida de “time float”.

En apartados posteriores se profundizará en el carácter de las reservas para contingencias en estas empresas, no obstante el hecho de que casi la mitad de los entrevistados (A1, A2, A3, A5, A7, B3 y B5) no asignaran el valor máximo (5 - p. 4.9) - coherente con una familiaridad total con un término- a ninguna de las denominaciones propuestas, ni apuntaran ninguna otra alternativa, encaja con el carácter oculto del concepto que ciertos autores sugieren (Smith y Bohn 1999, Ford 2002 y Laryea y Hughes 2011).

PROPOSICIÓN GENERAL PG2-4: “En las empresas constructoras se valoran las oportunidades identificadas para optimizar el coste y el plazo de la obra como una posible reducción del coste y del plazo esperado (reservas para contingencias negativas)”.

Esta proposición surge de los hallazgos de cada caso individual con los que se relaciona a través de la lógica de replicación literal, pues salvando los matices mencionados al argumentar los hallazgos de cada caso individual, en ambas empresas se aprecian literalmente los mismos aspectos que incluye esta proposición.

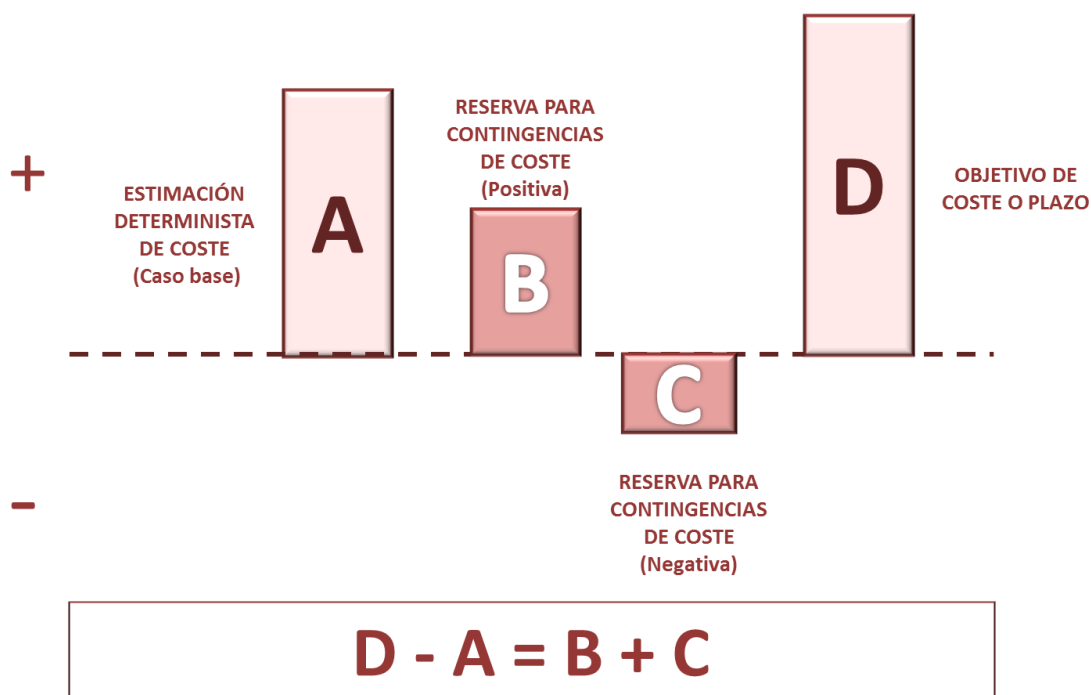
Los hallazgos que sustentan la presente proposición muestran que las empresas “A” y “B” valoran las oportunidades identificadas como menos coste y/o menos plazo, evidenciando así la existencia real de un concepto, como es el de las reservas para contingencias de coste y/o tiempo de signo negativo, que fue postulado teóricamente en el capítulo tercero en coherencia con el doble perfil del riesgo (amenaza y oportunidad).

Este tipo de reserva para contingencias negativas de tiempo y coste representativas de la valoración de una oportunidad, no ha sido explícitamente tratado en la literatura, aunque las ideas de algunos autores son coherentes con su existencia. Así, Chapman y Ward (2003) destacan la presencia de desviaciones deliberadamente pesimistas u optimistas en las estimaciones para absorber la incertidumbre. Leach (2003) indica que las oportunidades identificadas pueden inducir desviaciones negativas (de signo negativo) en la programación de trabajos y en el presupuesto; mientras que Chan y Au (2009) hallaron que ciertos factores de riesgo puede hacer que los contratistas incrementen sus precios (inducirían una reserva para contingencias positiva, es decir para cubrir una amenaza) o bien que los reduzcan (por lo que en este caso inducirían una reserva para contingencias negativa, es decir para aprovechar una oportunidad).

En el apartado 3.5.2 se argumentó la relación entre objetivos de coste de la obra, estimación determinista de costes y reservas para contingencias, de modo que, si una obra tenía un perfil de riesgo negativo (amenaza), las reservas para contingencias de costes (de existir) configurarían unos objetivos menos ambiciosos que la estimación determinista de costes (por tanto su signo aritmético debía ser positivo); por el contrario, si una obra tuviera un perfil de riesgo positivo (oportunidad), las reservas para contingencias de costes (de existir) definirían unos objetivos más ambiciosos que la estimación determinista de costes (por tanto su signo aritmético debía ser negativo); a partir del paralelismo ya argumentado que existe entre reservas para contingencias de tiempo y de coste, la misma idea se puede extrapolar para el caso de las reservas para contingencias de tiempo. Hasta este momento la investigación ha refrendado las ideas anteriores, evidenciado que las empresas constructoras definen y utilizan

esos dos tipos de reservas para contingencias de tiempo y coste: las de signo positivo y las de signo negativo. Así, la proposición PG2-1 pone de manifiesto que las empresas constructoras cubren las amenazas con reservas para contingencias de tiempo y coste (positivas), mientras que la proposición PG2-4 evidencia que estas empresas valoran las oportunidades con reservas para contingencias de tiempo y coste (negativas).

No obstante, en las obras generalmente coexisten riesgos positivos (oportunidades) y riesgos negativos (amenazas), riesgos que deben ser gestionados conjuntamente (Chapman y Ward 2003), por lo que también se gestionarán conjuntamente las reservas para contingencias de costes negativas (valoración de oportunidades) y positivas (valoración de amenazas). El Gráfico 7.2 representa un ejemplo de una obra con un cierto perfil de riesgo total negativo (las amenazas tienen un impacto económico superior a las oportunidades) y la valoración de los dos tipos de reservas para contingencias de coste (positivas - amenazas y negativas - oportunidades).



**Gráfico 7.2.- Reservas para contingencias de tiempo y coste según el perfil del riesgo (negativas-oportunidades y positivas-amenazas).**

En el Gráfico 7.2, “A” sería el área del rectángulo representativo del coste total de la obra estimado de forma determinista (el caso base), “B” sería el área del rectángulo representativo del volumen total de reservas para contingencias de costes positivas (para cubrir amenazas), “C” sería el área del rectángulo representativo del volumen total de reservas para contingencias de costes negativas (para valorar oportunidades) y finalmente “D” sería el área del rectángulo representativo del objetivo de coste total de la obra. La relación entre estos rectángulos sería la expuesta:  $D = A+B+C$ , esto es, la diferencia entre los objetivos de coste de la obra y la estimación determinista de los costes de la misma es igual a la suma de las reservas para contingencias definidas en la obra (positivas y negativas).

El Gráfico 7.2 pone de manifiesto que independientemente de cómo se documente en la práctica en cada empresa específica y de su cuantía concreta, existe una relación “algebraica” entre los objetivos de la obra, las estimaciones deterministas de tiempo y coste y la valoración del riesgo (en sentido amplio, esto es amenazas y oportunidades). En definitiva, el

Gráfico 7.2 pone de manifiesto que reservas para contingencias de tiempo y coste positivas y negativas se gestionan conjuntamente.

Durante la entrevista de revisión de hallazgos que tuvo lugar, en el caso de la empresa “B” con B0 y B1, ambos directivos plantearon que en su empresa podía estar produciéndose de forma habitual una disfunción en la gestión conjunta de las reservas para contingencias de coste positivas y negativas por parte de los jefes de obra; ambos directivos aseguraron que en su empresa se podía estar produciendo de forma sistemática la valoración duplicada de un mismo evento de riesgo, como amenaza y como oportunidad. Así, B0 apuntó que desde su punto de vista, lo que suelen hacer los jefes de obra de la empresa “B” al definir ciertos “Objetivos no incluidos” es compensar los colchones de tiempo y/o coste positivos que previamente han incluido en el presupuesto y/o en el programa de trabajos justificativos de los objetivos teóricos de la obra.

A fin de contrastar el comentario anterior de B0 y B1, se procedió a analizar ciertos datos recabados en la empresa “B” durante las FASE 3 en torno a esta cuestión. Así, tal y como recogen los informes realizados sobre la declaración de “Objetivos no incluidos” (valoración de oportunidades identificadas, esto es, cuantificación de reservas para contingencias negativas) de los jefes de obra B2, B3, B5 y B6 (ver Ev1-Ent-B2,B3,B5,B6), en las obras que estas personas estaban desarrollando en aquel momento, estos jefes de obra incluían como “Objetivos no incluidos” la reducción del coste de contratación de compras de materiales o subcontratación de instalaciones respecto al estimado como caso-base. Pero teniendo en cuenta que estos jefes de obra aseguraron que el presupuesto-base incluye colchones de coste para cubrir la amenaza de que los costes de compras y subcontrataciones sean superiores a los esperables (hallazgo #B-HC-2-1-1), el mismo fenómeno (una modificación de los costes de compra o subcontratación respecto al caso base) parece estar siendo evaluado de forma duplicada tal y como apuntó B0: en primer lugar se cubre su posible incremento (con una reserva para contingencia positiva) y en segundo lugar se define un “Objetivo no incluido” (reserva para contingencia negativa) valorando su reducción. El problema es que tal y como se argumentará posteriormente, las reservas para contingencias de tiempo y coste de signo positivo son ocultas, mientras que las reservas para contingencias de signo negativo son explícitas, gestionándose en la empresa “B” de forma abierta y compartida entre los jefes de obra y sus superiores jerárquicos. Este hecho parece confirmar la disfunción en la gestión de reservas para contingencias de coste (y aplicando el argumento aplicado en el capítulo tercero, también de las de tiempo) que postularon B0 y B1 durante la reunión de revisión de hallazgos que culminó la FASE 3. En el capítulo octavo se volverá sobre esta cuestión.

<p>PROPOSICIÓN GENERAL PG2-5: “En las empresas constructoras integradas, los jefes de obra comparten con el cliente las tolerancias (reservas para contingencias de alcance y calidad) que identifican, mientras que en las empresas que consiguen sus contratos en un entorno competitivo, las tolerancias que se detectan o se crean, se gestionan oportunistamente”.</p>
---

Los hallazgos individuales de cada caso permiten extraer esta proposición por replicación teórica (Yin 2009). Efectivamente, tal y como se argumentó en el apartado anterior, ambas empresas mantienen visiones sensiblemente diferentes en cuanto al aspecto investigado (la gestión de las tolerancias de alcance-calidad por los ejecutores de la obra); mientras que en la empresa “A” estas tolerancias no se crean por parte del Área de Construcción, y si se identifican son compartidas con su cliente interno, la empresa “B” gestiona las tolerancias de forma oportunista (las crea, y si existen y las identifica, no las comparte o las plantea a su cliente oportunistamente). Este diferente enfoque se concreta en dos tipos de tolerancias en las especificaciones que son consistentes con los tres enfoques de

gestión de las modificaciones de alcance-calidad que se describieron en la discusión de la proposición PGC-5:

- Tolerancias generadas oportunamente por la empresa constructora; son consistentes con reducciones de alcance-calidad a espaldas de la propiedad. En la empresa “A” no existen este tipo de tolerancias; así, si el Área de Construcción de “A” detecta la posibilidad de reducir el alcance-calidad de un proyecto concreto, lo comunica a su cliente interno y si este lo considera oportuno se acepta, pero sin ánimo oportunista por parte de la unidad de negocio de construcción de “A”. Por el contrario, en la empresa “B” no es extraño generar estas tolerancias de una forma oportunista y oculta (ante su cliente), aunque de una forma prudente, no comprometiéndola la seguridad del producto ni la responsabilidad contractual de la empresa.
- Tolerancias identificadas por la empresa constructora; son consistentes con modificaciones de alcance-calidad (reducciones o incrementos) que la empresa constructora, o bien plantea abiertamente a su cliente (los modificados) o bien utiliza de forma oculta. La empresa “A” las utiliza de forma abierta (no oculta), compartiéndolas con el cliente y con el fin de mejorar el proyecto en su conjunto. Sin embargo la empresa “B” las utilizan de forma oportunista, es decir buscando su propio beneficio; para ello suelen proponer cambios de marcas o de soluciones técnicas, no solo porque puedan aportar más valor a su cliente concreto, sino porque así optimizan sus objetivos particulares de coste y/o plazo. Si el cliente no aprueba los cambios la empresa puede aceptarlo, aunque en ciertas circunstancias podría generarse un litigio (Rooke et al. 2004, Slauson 2005); la empresa “B” también suele en ocasiones utilizar de forma oculta estas tolerancias que identifica.

La razón de esta divergencia es el carácter integrado de la empresa “A” y el carácter no integrado de la empresa “B”. Una estrategia habitual de las empresas constructoras que consiguen sus contratos en un entorno competitivo (empresas no integradas) para optimizar los resultados de la obra es recurrir a las reclamaciones y a los modificados de alcance y calidad (Harbuck 2004, Rooke et al. 2004, Risner 2010, Reginato y Alves 2012) o en la misma línea y para el mismo fin, aprovechar las órdenes de cambio (de alcance y/o calidad) de las propiedades (Hart 2007); estas reclamaciones y modificados no son sino tolerancias que la empresa constructora identifica y cuya utilización (desde una perspectiva oportunista) plantea a su cliente. Otras referencias literarias que permiten configurar el marco teórico de esta proposición y de sus hallazgos de referencia, ya se utilizaron para argumentar la proposición PGC-5 y sus correspondientes hallazgos. Koskela (2000) afirma que una vez formalizado el contrato (en un entorno competitivo), el contratista tiene el monopolio de la valoración de aquellos cambios que haya que introducir al proyecto; este autor también destaca que el modelo de desarrollo de proyectos tradicional fomenta este comportamiento oportunista que también es expresado por otros autores (Horman y Kenley 1998, Rooke et al. 2004). Oportunismo que es fomentado por la desconfianza entre las partes que los modelos de desarrollo de proyectos tradicionales generan (Slauson 2005, Smith y Rybkowski 2012). Estas reflexiones sustentan los hallazgos descritos y por ende la presente proposición; efectivamente, las empresas integradas (como “A”) no consiguen sus contratos de forma competitiva y por tanto no necesitan caer en el comportamiento descrito por los anteriores autores. Sin embargo las empresas no integradas (como “B”), que consiguen los contratos en un entorno competitivo y que desarrollan su actividad en ambientes de desconfianza entre las partes como los descritos, tienen la motivación, cuando no la necesidad, de tratar de optimizar las obras con – entre otras herramientas- una gestión oportunista de las tolerancias de alcance-calidad.

PROPOSICIÓN GENERAL PG2-6: “Las empresas constructoras utilizan colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) y capacidad (recursos adicionales)”.

Esta proposición surge de los hallazgos de cada caso individual con los que se relaciona a través de la lógica de replicación literal, pues salvando los matices mencionados al argumentar los hallazgos de cada caso individual, en ambas empresas se aprecian literalmente los mismos aspectos que incluye esta proposición.

Si por replicación literal se llega a esta proposición, aplicando la misma lógica se pueden extender a ella los matices propios de los hallazgos de cada caso individual. A saber:

- (i) Los colchones de obra en curso se concretan en dos variantes:
  - a.- Por una parte en la programación de las actividades con el fin de que se genere y se mantenga un colchón de obra en curso entre tareas consecutivas.
  - b.- Por otra parte en la programación de actividades no críticas a fin de abrir tajos disponibles. Este tipo de colchón de obra en curso es una parte esencial de lo que Howell y Ballard (1995) denominan “Plan buffers” (colchones de planificación - tipo “T” de la Tabla 3.6). Los colchones de planificación son conjuntos de actividades programadas dispuestas para ser ejecutadas por los equipos aguas abajo, aunque para su ejecución no solo requieren que la actividad predecesora haya concluido su actividad, sino también materias primas y capacidad de ejecución disponibles (recursos humanos, equipamiento, información).
- (ii) Los colchones de materias primas presentan dos aspectos:
  - a.- Los materiales se ponen a disposición de la obra antes de que estos vayan a ser necesarios de acuerdo con la programación de las actividades relacionadas.
  - b.- Un exceso de materiales en relación a los estimados como necesarios en la planificación de la obra (mediciones).
- (iii) Se constata que los subcontratistas se contratan con la condición de tener que aportar recursos adicionales en caso necesario, por lo que se asume que cuentan con reservas de capacidad.

Hasta este momento y a partir de los hallazgos de los casos individuales se ha afirmado la utilización por parte de las empresas constructoras de colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) y de capacidad (recursos adicionales) (PG2-6), se ha descrito cómo se concretan los colchones de inventarios de obra en curso (PG2-6) y se ha caracterizado quiénes son los actores fundamentales en la gestión de estos colchones (PG1-2 y PG1-3). En sucesivas proposiciones, y a partir de los hallazgos de los casos individuales, se describirá cómo se dimensionan en las empresas constructoras estos colchones.

PROPOSICIÓN GENERAL PG3-1: “Las empresas constructoras utilizan colchones de tiempo detallados para proteger específicamente la duración de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como una mayor duración de las tareas”.

PROPOSICIÓN GENERAL PG3-2: “Las empresas constructoras utilizan colchones de coste para proteger específicamente el coste de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como unos mayores costes unitarios y/o como un exceso de mediciones”.

Al igual que los hallazgos que las dan pie, estas dos proposiciones se van a discutir de forma conjunta.

Ambas proposiciones surgen de los hallazgos de cada caso individual con los que se relacionan a través de la lógica de replicación literal, pues salvando los matices mencionados al argumentar los hallazgos de cada caso individual, en ambas empresas se aprecian literalmente los mismos aspectos que incluyen estas proposiciones.

En el capítulo tercero se describieron los argumentos aportados por los diferentes autores que se manifiestan a favor de los colchones globales y de aquellos que por el contrario defienden que los colchones deben definirse de forma específica para cada actividad. Así, por ejemplo, Lee et al. (2006) reconocen el gran potencial de los colchones para reducir la incertidumbre, pero aseguran que el hecho de que de forma habitual se posicionen al final de cada actividad en función de una tasa uniforme (por ejemplo, del 10% de la duración de la tarea), no previene una posible interrupción del cronograma, solo da tiempo para recuperarse de la interrupción, y si el retraso es superior al 10%, en una secuencia de tareas con una relación final-inicio, las tareas sucesoras resultarán retrasadas. Barraza (2011) defiende la posición contraria, criticando la agrupación de los colchones de cada actividad en un único colchón global, tanto en cuanto a colchones de tiempo como de coste. Según él, si hay una reserva para contingencia global para el proyecto, se producirá una tendencia natural a usarla según se vayan planteando los problemas, con el riesgo de que se agote antes de culminar la obra. También puede ocurrir que los responsables de la obra aprecien que el desempeño de la obra está siendo mejor que el realmente es, retrasando la puesta en práctica de acciones preventivas y correctivas porque las desviaciones negativas iniciales se cubren con las reservas. Ante esto, Barraza (2011) recomienda el planteamiento alternativo: asignar las reservas para contingencias de forma independiente para cada actividad.

También en el capítulo tercero se expuso el hallazgo de Laryea y Hughes (2011) en relación al formato de los colchones de coste que definen las empresas constructoras en las ofertas, durante la fase de licitación; según estos autores, estos colchones van ocultos en las mediciones y en los precios unitarios. Un planteamiento idéntico al evidenciado por esta proposición durante la fase de ejecución de las obras.

Sin embargo, en los casos analizados los decisores no definen los colchones de tiempo y coste de forma específica para cada actividad por alguna de esas razones, sino porque no pueden definirlos más que de forma oculta, y eso implica que vayan asociados a cada actividad y no tengan carácter global. Más adelante se profundizará en las causas del carácter oculto de los colchones de tiempo y coste.

PROPOSICIÓN GENERAL PG3-3: “En las empresas constructoras los colchones de tiempo y coste no son explícitos, sino ocultos”.

Esta proposición surge de los hallazgos de cada caso individual con los que se relaciona a través de la lógica de replicación literal, pues salvando los matices mencionados al argumentar los hallazgos de cada caso individual, en ambas empresas se aprecian literalmente los mismos aspectos que incluye esta proposición.



En la discusión de la proposición PG1-1 (*“Los directivos de las empresas constructoras condicionan el tamaño de los colchones de tiempo y coste al determinar los objetivos de la obra. A partir de ahí son los jefes de obra quienes deciden el tamaño inicial de los colchones de tiempo y coste”*), se esbozó una idea que es complementada por la presente proposición: ni los jefes de obra ni sus superiores jerárquicos actúan de una forma transparente en relación a la definición de reservas para contingencias de tiempo y coste, pues mientras los jefes de obra las definen de forma oculta, sus superiores jerárquicos restringen su tamaño de forma indirecta con la determinación de los objetivos de plazo y coste de la obra. El hecho de que ninguno de los decisores en torno a las reservas para contingencias de tiempo y coste actúe de forma transparente, es completamente coherente con el carácter oculto del concepto.

Los argumentos anteriores son también consistentes con uno de los atributos del fenómeno investigado que recoge la literatura: las reservas para contingencias son un indicador de confianza organizacional. Efectivamente, Covey y Merrill (2006) destacan la gran importancia de la confianza dentro de las organizaciones y como uno de los principales beneficios de la generación de un clima de confianza sería la eliminación de redundancias. En este contexto, las redundancias serían recursos dotados en exceso para un determinado proceso, recursos que podrán ser finalmente utilizados o no dependiendo de las circunstancias. Las redundancias serían por tanto una forma de absorber la incertidumbre relacionada con el proceso en cuestión, las redundancias serían de hecho reservas para contingencias, por lo que tomando como base argumental la visión de Covey y Merrill (2006), la confianza dentro de las organizaciones permitiría reducir las reservas para contingencias. En esta misma línea, Russell et al. (2012) identificaron algunas causas de colchones de tiempo que tienen que ver con el nivel de confianza existente entre diversos miembros del equipo de obra, hecho este que corrobora el papel de las reservas para contingencias como indicador de confianza organizacional. Se volverá sobre este importante aspecto más adelante.

PROPOSICIÓN GENERAL PG3-4: “En las empresas constructoras se utilizan las posibles ampliaciones de horario de trabajo y el incremento de recursos, como colchones para proteger de forma genérica el plazo de ejecución”.

Esta proposición surge de los hallazgos de cada caso individual con los que se relaciona a través de la lógica de replicación literal, pues salvando los matices mencionados al argumentar los hallazgos de cada caso individual, en ambas empresas se aprecian literalmente los mismos aspectos que incluye esta proposición.

El colchón protagonista de esta proposición es consistente con el concepto de "schedule buffers" (colchones de programación), un tipo particular de reservas de capacidad que fueron descritos por Ballard y Howell (1995). Los "schedule buffers" son un claro ejemplo de algo ampliamente argumentado en el capítulo tercero: el carácter multi-objetivo de las reservas para contingencias. La Tabla 3.6 presenta el resumen de todos los tipos teóricos de reservas para contingencias en función del tipo de recurso base (tiempo, dinero, capacidad, etc.) y de sus objetivos instrumentales y finalistas. Los "schedule buffers" se corresponden con el tipo "Q" de la Tabla 3.6, unos colchones cuyo recurso base es la capacidad excedentaria (recursos adicionales), su objetivo instrumental absorber variabilidad y su objetivo finalista proteger el plazo de ejecución de la obra. Su objetivo instrumental es proteger el proyecto de la variabilidad del flujo de producción, en concreto proteger los procesos de la variación de flujo de producción de sus actividades predecesoras. Los colchones de programación son reservas de capacidad (herramientas, mano de obra, ampliaciones de horario, etc.); a pesar de que su recurso de base es físico, representan tiempo de duración de la obra, siendo su objetivo finalista proteger el plazo de ejecución del proyecto, de ahí su nombre.

PROPOSICIÓN GENERAL PG3-5: “En las empresas constructoras algunos jefes de obra protegen de forma genérica el coste de la obra utilizando las partidas de costes indirectos como colchón”.

Esta proposición surge de los hallazgos de cada caso individual con los que se relaciona a través de la lógica de replicación literal, pues salvando los matices mencionados al argumentar los hallazgos de cada caso individual, en ambas empresas se aprecian literalmente los mismos aspectos que incluye esta proposición.

Durante la discusión de los hallazgos que dan pie a su formulación, se apuntó la existencia de dos sub-tipos de colchones de dinero en los costes indirectos:

- (i) El relacionado con la sobredotación de recursos. Este subtipo es el que niegan utilizar la mitad de los jefes de obra entrevistados de “A” y “B”.
- (ii) El relacionado con el sobredimensionamiento del tiempo durante el que serán necesarios los recursos. Surge como consecuencia de la definición de colchones de tiempo; dado que todos los jefes de obra entrevistados de “A” y “B” reconocen utilizar colchones de tiempo, se puede afirmar que este subtipo de colchón de costes indirectos es utilizado por todos los jefes de obra que fueron entrevistados en ambas empresas, pues los costes de los recursos indirectos son proporcionales al plazo de ejecución de la obra.

PROPOSICIÓN GENERAL PG4-1: “En las empresas constructoras los colchones de tiempo y coste son definidos de forma subjetiva por los jefes de obra”.

PROPOSICIÓN GENERAL PG4-2: “En las empresas constructoras no se conoce ni se utiliza ningún método formal propuesto por la literatura para definir el tamaño de las reservas para contingencias de tiempo y coste”.

Dada su estrecha relación, las proposiciones PG4-1 y PG4-2 se discutirán conjuntamente.

Estas proposiciones surgen de los hallazgos de cada caso individual con los que se relacionan a través de la lógica de replicación literal, pues salvando los matices mencionados al argumentar los hallazgos de cada caso individual, en ambas empresas se aprecian literalmente los mismos aspectos que incluyen estas proposiciones.

El método de definición del tamaño inicial de los colchones de tiempo y coste es el aspecto más profusamente tratado por la literatura en relación a la gestión de reservas para contingencias; así, cincuenta y cuatro de las noventa y cuatro referencias específicas que se han analizado sobre reservas para contingencias se centran en proponer o analizar distintos métodos de definición de su tamaño. En coherencia con lo anterior, la proposición PG4-1 tiene un carácter nuclear en esta investigación, no tanto en relación con los objetivos de la misma, cuanto por lo que respecta a los efectos posteriores que sus resultados podrían tener. En el capítulo primero se puso de manifiesto la notoria falta de conocimiento empírico sobre el proceder de las empresas en torno al hecho investigado; este hecho en sí mismo justifica suficientemente la procedencia de la presente investigación. Pero además, ciertos autores consideran que cualquier método de gestión de reservas para contingencias debe tomar en consideración las prácticas reales de las empresas, por lo que su conocimiento es un paso previo e ineludible de cara a plantear nuevos métodos (Francis y Hester 2004, Laryea y Hughes 2011, Howell 2013). Efectivamente, la proposición PG4-1 pone de manifiesto que los jefes de obra de las empresas constructoras definen el tamaño inicial de las reservas para contingencias de tiempo y coste en base a su juicio subjetivo, bien partiendo de un análisis

previo de posibles factores de riesgo o bien de una forma esencialmente arbitraria; este resultado –junto con sus causas- podría ser un punto de partida –esta vez contrastado empíricamente- para la propuesta de métodos alternativos, el tema más tratado en la literatura.

Durante la discusión de los hallazgos que dieron pie a plantear la proposición PG4-1 se describieron los tres grupos de causas que los entrevistados aportaron para justificar la utilización del juicio subjetivo como método de determinación del tamaño inicial de las reservas para contingencias de tiempo y coste; una de estas causas (el desconocimiento de otros métodos) es expresamente recogida por la proposición PG4-2, que postula que las empresas no usan y no conocen los métodos formales propuestos por la literatura. Sin duda este hecho es en sí causa suficiente para que los colchones de tiempo y coste se definan en base al juicio subjetivo, pero quizás no sea la única razón, como así parecen apuntar los otros dos grupos de causas planteados por las personas entrevistadas de “A” y “B”: (a) el juicio subjetivo es considerado por ciertos profesionales como el mejor método, y (b) ciertos profesionales aducen falta de tiempo para estimar las reservas para contingencias de otra forma.

Efectivamente, la estimación subjetiva del tamaño inicial de los colchones de tiempo y coste, amén del único método conocido, puede ser el más coherente con el carácter oculto de estos colchones (proposición PG3-3), con el hecho de que los directivos restrinjan su tamaño mediante la determinación de los objetivos de plazo y coste de las obras (PG1-1) y en definitiva con que los distintos protagonistas de una obra por parte de las empresas constructoras no trabajen de forma cooperativa en la gestión de riesgos con reservas para contingencias.

PROPOSICIÓN GENERAL PG4-3: “En las empresas constructoras se piensa que los colchones de tiempo y coste son necesarios”.

Esta proposición surge de los hallazgos de cada caso individual con los que se relaciona a través de la lógica de replicación literal, pues salvando los matices mencionados al argumentar los hallazgos de cada caso individual, en ambas empresas se aprecian literalmente los mismos aspectos que incluye esta proposición.

La proposición PG1-1 –ya discutida- establece que *los directivos de las empresas constructoras condicionan el tamaño de los colchones de tiempo y coste al determinar los objetivos de la obra. A partir de ahí son los jefes de obra quienes deciden el tamaño inicial de los colchones de tiempo y coste.* Esta proposición es completamente consistente con los matices apreciados en la visión de los directivos de las empresas “A” y “B” acerca de la necesidad de los colchones de tiempo y coste. Efectivamente, los cuatro directivos entrevistados coinciden en que los colchones son necesarios, pero también en que su tamaño debe ser limitado; la definición de los objetivos de la obra por parte de la dirección es el medio esencial de control del tamaño inicial de los colchones de tiempo y coste que utilizan las empresas constructoras.

Las proposiciones PG1-1 y PG4-3, aportan conjuntamente una panorámica de la visión de las empresas constructoras sobre la necesidad de los colchones de tiempo y coste: son necesarios, pero los directivos restringen su tamaño al fijar o determinar los objetivos de plazo y coste de las obras. A partir de aquí, y en coherencia con el carácter instrumental de los hallazgos que dieron pie a la proposición PG4-3, surgen nuevas preguntas: ¿Qué es lo que ocurre si los colchones de tiempo y coste tienen un tamaño inadecuado? ¿Qué entienden los diferentes perfiles profesionales por un tamaño “adecuado” de los colchones? ¿Es posible reducir el tamaño de los colchones sin disminuir las probabilidades de éxito de la obra? ¿Qué efectos puede tener esta reducción de tamaño? En sucesivas proposiciones se abordará la respuesta a las anteriores cuestiones.

PROPOSICIÓN GENERAL PG4-4: “En las empresas constructoras se piensa que un exceso de colchones de tiempo y coste es negativo porque induce relajo a los gestores de la obra”.

PROPOSICIÓN GENERAL PG4-5: “En las empresas constructoras la opinión general es que es negativo que los colchones de tiempo y coste se reduzcan por debajo de un cierto umbral (variable), pues en tal caso, la probabilidad de que se produjeran desviaciones sobre el de plazo y coste planificados se incrementaría de una forma no asumible. Sin embargo, dentro de las empresas existen diferentes visiones al respecto. Así, la dirección considera que el nivel mínimo aceptable de colchones de tiempo y coste debe ser inferior al que desean los jefes de obra”.

PROPOSICIÓN GENERAL PG4-6: “En las empresas constructoras se piensa que reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste hasta un cierto umbral -variable en función de la aversión al riesgo del decisor y de las circunstancias de cada riesgo concreto- obliga a mejorar los procesos implicados en la construcción y la gestión de la obra”.

PROPOSICIÓN GENERAL PG4-7: “En las empresas constructoras se piensa que con más y mejor planificación de la obra, se podría reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste”.

Al igual que los hallazgos que las dan pie, estas cuatro proposiciones se plantean de forma conjunta.

Estas proposiciones surgen de los hallazgos de cada caso individual con los que se relaciona a través de la lógica de replicación literal, pues salvando los matices mencionados al argumentar los hallazgos de cada caso individual, en ambas empresas se aprecian literalmente los mismos aspectos que incluyen estas proposiciones. Sin embargo, es destacable que –tal y como se anticipó en el apartado 7.3.5.1– la proposición PG4-5 es consecuencia de dos pares de hallazgos, por una parte los extraídos a partir de los datos obtenidos en las FASES 2 y 3 (#A-HC-4-5-1 y #B-HC-4-5-1) y por otra, a partir del par de hallazgos obtenidos durante la revisión de los anteriores con los directivos A1 y B1 (#A-HC-4-5b-1 y #B-HC-4-5b-1). Estos últimos hallazgos introdujeron el matiz existente en la proposición PG4-5 sobre la diferente visión que directivos y jefes de obra mantienen en relación a las dimensiones del tamaño mínimo admisible de los colchones de tiempo y coste. Sin embargo no se han podido obtener datos cuantitativos sobre este tamaño. Tal y como se ha expuesto a lo largo de esta tesis, el objeto investigado es controvertido, estratégico y oculto, tanto a nivel de empresa como a nivel de los decisores individuales. En relación al tamaño de los colchones, esta realidad se concreta en que la mayor parte de los jefes de obra entrevistados han rehusado aportar datos cuantitativos sobre el tamaño habitual de las reservas para contingencias de tiempo y coste. Sus respuestas fueron casi siempre evasivas; sólo el jefe de obra B3 facilitó un dato concreto al respecto: en su obra actual, cuyo presupuesto de ejecución era de 8,5 MEur, contaba al principio de la obra con un colchón total de 200.000 Eur (aproximadamente un 2,35%).

Estas cuatro proposiciones, junto con otras ya discutidas, permiten plantear un avance del modelo de gestión de las reservas para contingencias de tiempo y coste que es utilizado por las empresas constructoras durante la ejecución de las obras:

En las empresas constructoras existen dos decisores fundamentales sobre el tamaño de los colchones de tiempo y coste: los jefes de obra y sus directivos. Sin embargo, ambas partes deciden al respecto de forma independiente y consecutiva; los directivos condicionando el tamaño de los colchones al determinar los objetivos y los jefes de obra definiendo el tamaño de los colchones de forma subjetiva dentro del intervalo definido por los objetivos de la obra y la estimación-base del coste y plazo de ejecución de la misma. Este formato de trabajo se basa en la desconfianza, pero a su vez incrementa la desconfianza entre los jefes de obra y sus directivos. Así, dependiendo

de la intensidad restrictiva de los objetivos, puede incluso darse la circunstancia de que no sea posible definir ningún colchón, independientemente del nivel de riesgo existente y del grado de aversión al riesgo de la empresa. Además, los colchones de tiempo y coste son ocultos, específicos para cada unidad de obra o partida y su tamaño es definido de forma subjetiva; estas características no son consecuencia de una decisión tomada tras un análisis en el que se haya descartado que los colchones fueran explícitos, genéricos y definidos por métodos que no se basen únicamente en el juicio experto de jefes de obra y directivos, sino que son las únicas características coherentes con el esquema de gestión descrito. Por otra parte, las empresas definen reservas para contingencias negativas de tiempo y coste a fin de valorar las oportunidades identificadas para optimizar el coste y el plazo de la obra.

Las anteriores, son características nucleares del sistema de gestión de las reservas para contingencias de tiempo y coste utilizado en la actualidad por las empresas constructoras durante la ejecución de las obras, y conformaran –junto con otras ideas ya expuestas y pendientes de exponer- el modelo de gestión de reservas para contingencias descriptivo de las prácticas reales de las empresas constructoras. Este modelo será el resultado esencial de la presente investigación y será presentado en el capítulo octavo. Adicionalmente, las anteriores características abren la puerta a futuras líneas de investigación, tal y como se argumentará también en el capítulo octavo.

**PROPOSICIÓN GENERAL PG4-8: “Las empresas constructoras determinan el tamaño de los colchones de materias primas y obra en curso de forma subjetiva”.**

Esta proposición surge de los hallazgos de cada caso individual con los que se relaciona a través de la lógica de replicación literal, pues salvando los matices mencionados al argumentar los hallazgos de cada caso individual, en ambas empresas se aprecian literalmente los mismos aspectos que incluye esta proposición.

Una vez más aparece la estimación subjetiva como método de estimación de reservas para contingencias, en este caso de los colchones de inventarios (de materias primas y de obra en curso). Al discutir la proposición PG4-1 -que plantea que los colchones de tiempo y coste son definidos subjetivamente por los jefes de obra- se postuló que una de las posibles causas que justifican la utilización de este método para la definición de los colchones de tiempo y coste, es que podía ser el más consistente con la falta de confianza existente entre los decisores (directivos y jefes de obra) y con el carácter oculto de estos colchones. Pues bien, esta razón no puede aducirse para justificar la definición de los colchones de inventarios de forma subjetiva, pues es responsabilidad exclusiva de los jefes de obra (proposición PG1-2) y no son en absoluto ocultos; sí es cierto –tal y como destacan Thomas et al. (2005)- que a diferencia con la profusión de propuestas de métodos para la gestión de los colchones de tiempo y coste, son escasas las investigaciones en cuanto a la gestión de los materiales en obra, una escasez que es mayor si cabe en el papel de los acopios como colchón para absorber la variabilidad de los procesos. Esta escasez de propuestas es igualmente válida para la gestión de los colchones de obra en curso; destacan en este sentido los esfuerzos de González et al. (2009) y de González et al. (2011), que se expusieron en el apartado 3.6.4.

Sin duda hay un importante campo abierto en torno a la propuesta de modelos de gestión de colchones de inventarios (materias primas y obra en curso).

PROPOSICIÓN GENERAL PG5-1: “En las empresas constructoras los colchones de tiempo y coste se actualizan de forma automática a lo largo de la obra, pues al estar ocultos en unidades de obra concretas, cuando estas se ejecutan afloran”.

Esta proposición surge de los hallazgos de cada caso individual con los que se relaciona a través de la lógica de replicación literal, pues salvando los matices mencionados al argumentar los hallazgos de cada caso individual, en ambas empresas se aprecian literalmente los mismos aspectos que incluye esta proposición.

Especial interés en relación a esta proposición tiene lo afirmado por A3 (dato condensado #A5-1,3,2 - p. 4.8): *“Revisar, revisar, no los reviso... Lo que pasa es que cuando contrato una parte, el colchón que podía tener ahí desaparece..., salvo que antes cambie la planificación”*. Esta frase de A3 permite plantear algunas ideas:

- (1) Esta forma de actualización automática de los colchones de tiempo y coste no es estrictamente una revisión de los mismos, entendiendo como tal lo expresado por PMI (2013): una de las acciones a llevar a cabo durante la fase de monitorización y control de riesgos (dentro del proceso genérico de gestión de riesgos) es determinar si las reservas para contingencias deben modificarse para alinearlas con una evaluación más actualizada de los riesgos. Efectivamente, si las reservas afloran de forma automática, su nivel se va reduciendo independientemente del nivel de riesgo apreciado en cada momento. Esta carencia es consecuencia del carácter oculto y específico para cada tarea de los colchones de tiempo y coste.
- (2) *“..., salvo que antes cambie la planificación”*. Esta última parte de la frase empuja a pensar en la posibilidad de que los jefes de obra alteren el afloramiento “automático” de las reservas para contingencias de tiempo y coste. Se planteó a todos ellos esta posibilidad, ninguno lo confirmó. Un comportamiento “oculto” de los jefes de obra en este sentido podía ser el siguiente: cuando aflora un colchón de tiempo, se alarga el tiempo programado para alguna actividad todavía no ejecutada; cuando aflora un colchón de coste, se re-planifica el coste de alguna tarea aún no contratada o se incrementa la medición de alguna actividad aún no ejecutada... Durante la entrevista de revisión de los hallazgos desarrollada con B0 y B1, al plantearle este hallazgo, tanto B0 como B1 manifestaron su total acuerdo con este hallazgo, aunque B0 comentó: *“Afloran si quieren los jefes de obra...”*.

Esta proposición abre la puerta –como otras proposiciones anteriores- a posibles futuras investigaciones, en este caso sobre dos aspectos. Por una parte sobre la evolución del alineamiento entre nivel de riesgo y volumen de reservas para contingencias de tiempo y coste a lo largo de la obra; por otra parte sobre el verdadero comportamiento de los jefes de obra en la gestión de los colchones de tiempo y coste durante la ejecución de la obra. Una gestión que, en coherencia con el carácter oculto de estos colchones, podría ser también oculta, lo que potenciaría a su vez la desconfianza que parece reinar –tal y como ya se ha apuntado- entre directivos y jefes de obra.

PROPOSICIÓN GENERAL PG5-2: “En las empresas constructoras los colchones de tiempo y coste se utilizan tanto para cubrir eventos inciertos como para absorber errores en las estimaciones”.

Esta proposición surge de los hallazgos de cada caso individual con los que se relaciona a través de la lógica de replicación literal, pues salvando los matices mencionados al argumentar los hallazgos de cada caso individual, en ambas empresas se aprecian literalmente los mismos aspectos que incluye esta proposición.

En la discusión de los hallazgos de referencia, se puso de manifiesto que existía una discrepancia entre la visión de ciertos autores (las reservas para contingencias solo son para cubrir eventos inciertos y no errores) y la realidad contrastada de las empresas "A" y "B" (utilizan los colchones de tiempo y coste para cubrir eventos inciertos, pero también errores de los jefes de obra). Murray y Ramsaur (1983) aseguran que si las reservas no se utilizan para su propósito deben eliminarse, quizá esta sea una de las razones por las que parece que los jefes de obra hacen una gestión personalista y oculta de las mismas, idea de Ford (2002) que esta investigación ha refrendado. Pero por otra parte, Zhao (2006) afirma que la falta de transparencia en la gestión de las reservas para contingencias ha inducido al error de considerarlas como una especie de comodín presto para cubrir cualquier coste extra que de otra forma no podría ser legítimamente computado.

Quizás la opinión de B4 (p. 7) pueda apuntar hacia un posible punto de encuentro: *"Los colchones se usan tanto para cubrir errores de estimación como eventos inciertos, aunque en el fondo los errores de estimación también son eventos inciertos"*.

La realidad contrastada indica que dentro del intervalo restringido por los objetivos de la obra, por un lado, y por los costes y tiempos de ejecución deterministas por otro, los jefes de obra son actores únicos en la gestión de colchones de tiempo y coste, que son definidos de forma oculta. Este carácter personalista y oculto de la gestión de reservas para contingencias induce la creación de un círculo vicioso: puede ser causa y efecto de la desconfianza existente entre directivos y jefes de obra; además, como expresa Zhao (2006), un concepto como este, que parece oculto, es difícil de gestionar.

#### **7.5.- FASE 5 DE LA INVESTIGACIÓN: VALIDACIÓN EXTERNA DE LOS RESULTADOS.**

En el capítulo quinto (apartado 5.2.5) y a partir de la visión de Falk y Guenther (2006), Yin (2009), Taylor et al. (2011) y Miles et al. (2013), se argumentó la necesidad de reforzar la validez externa de los resultados provisionales de la investigación (fruto de la FASE 4 y presentados en el Apéndice 7.4) mediante el contraste de los mismos con diversas empresas, diferentes entre sí y diferentes también a "A" y "B". Tal y como se especificó en el capítulo quinto (apartado 5.2.5), el proceso de validación de los resultados provisionales de la investigación desarrollado en la FASE 5, se ha basado en una serie de entrevistas semiestructuradas con varios directivos que tienen o han tenido relación con esas compañías distintas a "A" y "B".

Los requisitos esenciales de este proceso se describieron con detalle en el apartado 5.2.5, únicamente se dejó pendiente la determinación de las características a reunir por las empresas de referencia para la FASE 5, pues dependerían de los criterios de selección de las empresas "A" y "B" que se determinaron en el capítulo sexto; así, en el apartado 6.1, se estipuló que estas empresas debían ser seleccionadas bajo el criterio genérico de cubrir un espectro de compañías lo más amplio posible en función de la tipología resultante al aplicar distintos valores de los dos criterios de selección de "A" y "B" (el tamaño y el nivel de integración).

En este apartado se va a proceder a concretar el anterior criterio genérico en los criterios definitivos de selección de las empresas de referencia para la FASE 5, justificando a continuación la elección de las empresas en base a esos criterios y la elección de sus directivos a partir de los correspondientes requisitos establecidos en el capítulo quinto. Finalmente, se presentarán los resultados mismos del proceso de validación, que no serán sino los resultados finales de esta investigación.

### 7.5.1.- Criterios de selección de las empresas de referencia.

En el capítulo quinto se especificó que la selección de las empresas “A” y “B” se debía producir a partir de una idea básica: las empresas investigadas debían permitir la replicación (literal y teórica) (Yin 2009). Tal y como se argumentó en el capítulo sexto, esta idea implica que, con el fin de facilitar la replicación literal, las empresas debían ser lo más similares posibles en torno a la mayor parte de los distintos factores o determinantes que pueden incidir en la gestión de las reservas para contingencias. Pero sin embargo, para permitir la replicación teórica, ambas empresas debían diferenciarse en torno a algún factor relevante.

Esta idea básica se plasmó en una serie de requisitos previos para la pre-selección de posibles empresas a ser investigadas y en dos criterios finales para concretar la selección de las empresas “A” y “B”. Los dos criterios finales definidos (apartado 6.1), fueron el tamaño y el nivel de integración. Así, a fin de facilitar la replicación literal, ambas empresas son de tamaño “grande”, de acuerdo a la Recomendación de la Comisión Europea de 6 de mayo de 2003 sobre la definición de microempresas, pequeñas y medianas empresas (2003/361/CE). Y por otra parte, con el fin de facilitar la replicación teórica, la empresa “A” es una empresa completamente integrada (solo trabaja para la promotora de su grupo empresarial, no consiguiendo sus contratos en licitaciones competitivas), mientras que la empresa “B”, es una empresa no integrada, pues consigue la mayor parte de sus contratos en licitaciones competitivas (el 90%).

Tamaño y nivel de integración serán, como ya se anticipó en el capítulo sexto, los criterios genéricos en base a los que seleccionar las empresas de referencia en la FASE 5. En coherencia con lo expuesto en el capítulo quinto, la idea que debe regir la determinación de los criterios específicos de selección de estas empresas, es captar la visión respecto a los resultados provisionales de la investigación de compañías representativas de los diversos tamaños y niveles de integración factibles. Para ello es necesario categorizar los dos criterios genéricos a fin de definir los requisitos específicos a cumplir por estas empresas.

En relación al primero de los criterios genéricos (el tamaño) la citada categorización procede de la propia recomendación de la Comisión Europea, según la cual, una empresa será considerada “grande” si cumple los siguientes criterios:

- Tener más de 250 trabajadores.
- Volumen de negocio anual superior a 50 MEur.
- Tamaño del balance superior a 43 MEur.

Por otra parte, la misma recomendación de la Comisión Europea establece que una empresa será considerada “mediana” si cumple los siguientes criterios:

- Tener entre 50 y 250 trabajadores.
- Volumen de negocio anual superior entre 10 MEur y 50 MEur.
- Tamaño del balance entre 10 MEur y 43 MEur.

Taylor et al. (2011) argumentan que establecer el dominio donde los resultados de una investigación pueden ser generalizados es una fuente de validez externa. Así, las empresas de referencia de la FASE 5 deberán ser medianas o grandes. No se considera la elección de ninguna empresa “pequeña” porque el tipo de proyecto que estas desarrollan es por su propia definición pequeño y por tanto las características de su gestión a todos los niveles serán previsiblemente distintas a los proyectos desarrollados por empresas de mayor dimensión.



Por otro lado, en relación al segundo de los criterios genéricos (nivel de integración), no se ha hallado ninguna categorización en la literatura, por ello se determina la que se expone a continuación. Así, las empresas de referencia de la FASE 5 deberán corresponderse con los siguientes tipos en cuanto al nivel de integración:

- Empresas **TOTÁLMENTE INTEGRADAS**: aquellas empresas que consiguen menos de un 20% de sus contratos en un entorno competitivo.
- Empresas **PARCIALMENTE INTEGRADAS**: aquellas empresas que consiguen entre un 20% y un 80% de sus contratos en un entorno competitivo.
- Empresas **NO INTEGRADAS**: aquellas empresas que consiguen más de un 80% de sus contratos en un entorno competitivo.

A partir de las categorías anteriores, en la FASE 5 se van a considerar dos tipos de empresas de referencia en función de su tamaño (mediano y grande) y tres tipos de empresas de referencia en función de su nivel de integración, lo que por combinación de ambas categorías da un total de seis posibles tipos de empresas de referencia para la FASE 5. Estos tipos de empresas definen el dominio al que los resultados de la presente investigación podrán ser generalizados (Taylor et al. 2011):

- Empresa TIPO 1: mediana y totalmente integrada.
- Empresa TIPO 2: mediana y parcialmente integrada.
- Empresa TIPO 3: mediana y no integrada.
- Empresa TIPO 4: grande y no integrada.
- Empresa TIPO 5: grande y parcialmente integrada.
- Empresa TIPO 6: grande y totalmente integrada.

La Tabla 7.9 presenta la justificación de la validez de las empresas de referencia para la FASE 5 que han sido seleccionadas (empresas “E”, “F”, “G”, “H”, “I” y “J”). Esta justificación se realiza a partir de las características concretas de las empresas seleccionadas en cuanto a tamaño y nivel de integración y su encaje con cada uno de los tipos de empresas que se acaban de definir.

		NIVEL DE INTEGRACIÓN		
		NO INTEGRADA	PARCIALMENTE INTEGRADA	TOTALMENTE INTEGRADA
TAMAÑO	GRANDE	<u>EMPRESA "H" (Tipo 4)</u> Ventas: >7.000 MEur (CRITERIO: >20xVentas "B" y >50 MEur) Nivel de integración: ventas competitivas >90% del total. (CRITERIO: >80%). <u>EMPRESA "I" (Tipo 4)</u> Ventas: 1.000 MEur (CRITERIO: 50 MEur < 1.000 < 5xVentas "B") Nivel de integración: ventas competitivas > 90% del total. (CRITERIO: >80%).	<u>EMPRESA "J" (Tipo 5)</u> Ventas: 500 MEur (CRITERIO: > 50 MEur). Nivel de integración: ventas competitivas 40% del total. (CRITERIO: 20%<40<80%).	<u>EMPRESA "G" (Tipo 6)</u> Ventas:100 MEur (CRITERIO: > 50 MEur) Nivel de integración: ventas competitivas 10% del total. (CRITERIO:10<20%).
	MEDIANA	Tipo 3 NO UTILIZADA	<u>EMPRESA "F" (Tipo 2)</u> Ventas: 15 MEur (CRITERIO:10<15<50 MEur) Nivel de integración: ventas competitivas 25% del total. (CRITERIO: 20%<25<80%).	<u>EMPRESA "E" (Tipo 1)</u> Ventas:45 (CRITERIO: 10<45<50 MEur) Nivel de integración: ventas competitivas 10% del total. (CRITERIO: 10<20%).

NOTA: Ventas empresa "B" año 2013: 300 MEur

**Tabla 7.9. Justificación de las empresas de referencia (FASE 5).**

Como se puede apreciar en la matriz anterior, el número de empresas seleccionadas es de seis (igual al número de empresas-tipo definidos), sin embargo no se ha contado con la visión de una empresa mediana y no integrada. Es un hecho que existe una gran diferencia a nivel de tamaño entre las "más grandes" empresas constructoras y el límite inferior definido por la recomendación de la Comisión Europea para que una empresa pueda ser considerada "gran empresa"; ante ello, se decidió seleccionar a dos empresas grandes (pero de muy distintos tamaños entre sí y respecto a la empresa "B") y no integradas, en lugar de una del tipo anterior y otra "mediana". La razón de esta decisión es que este tipo de empresas son más representativas del sector, al menos en cuanto al porcentaje del volumen total de producción del sector constructor. Para la selección de estas dos empresas se estableció el siguiente criterio complementario:

- Una de las empresas de referencia "grande" y no integrada (Tipo 4), debía tener unas ventas medias en los años en los que el directivo seleccionado trabajó en ella, superiores a veinte veces las ventas de la empresa "B" en 2013. Con ello se pretende contar con la visión de una de las cinco grandes empresas constructoras españolas.
- La otra de las empresas de referencia "grande" y no integrada (Tipo 4), debía tener unas ventas medias en los años en los que el directivo seleccionado trabajó en ella, mayores a las ventas de la empresa "B" en 2013, pero no más de cinco veces. Con ello se pretende contar con la visión de otra empresa "grande" española, notablemente mayor que la empresa "B", pero fuera del ámbito de las "cinco grandes".

### 7.5.2.- Justificación de la selección de los entrevistados.

A partir de las conclusiones del apartado anterior, se deberán entrevistar por tanto seis directivos, cada uno de ellos con la experiencia requerida en cada empresa de referencia.

La Tabla 7.10 presenta los criterios de selección de los directivos a entrevistar en la FASE 5 (determinados en el apartado 5.2.5.2) y las evidencias de su cumplimiento por parte de los directivos seleccionados (E0, F0, G0, H0, I0 y J0).

	EMPRESA DE REFERENCIA	TITULACIÓN	AÑOS DE EXPERIENCIA EN EL SECTOR	AÑOS DE EXPERIENCIA EN LA EMPRESA DE REFERENCIA	PUESTO DE TRABAJO EN LA EMPRESA DE REFERENCIA	
CRITERIOS (Apdo. 5.2.5.2 y 7.5.1)	Tabla 7.9	Titulados universitarios en ingeniería o arquitectura (de grado medio o superior).	No inferior a 15 años.	No inferior a 3 años.	Jefe de grupo o superior.	
DIRECTIVOS	E0	“E” (TIPO 1)	Ingeniero de Caminos	32 años	12 años	Director de Producción
	F0	“F” (TIPO 2)	Arquitecto Técnico	20 años	16 años	Director de Producción
	G0	“G” (TIPO 3)	Ingeniero Técnico en Topografía	23 años	16 años	Delegado Regional.
	H0	“H” (TIPO 4)	Ingeniero de Caminos	25 años	25 años	Jefe de grupo
	I0	“I” (TIPO 4)	Ingeniero de Caminos	24 años	5 años	Director de Obra Civil
	J0	“J” (TIPO 5)	Ingeniero de Caminos	24 años	4 años	Delegado Regional.

**Tabla 7.10. Criterios de selección de directivos a entrevistar. Justificación. (FASE 5).**

Tal y como se anticipó anteriormente, en esta FASE 5 se vuelve a contar con la colaboración de la empresa “E” (desde el punto de vista de la FASE 5, “E” es una empresa Tipo 1: “mediana” y totalmente integrada) y en concreto de su director de producción (E0). La empresa “E” ya colaboró en la FASE 2 de la investigación para realizar la encuesta piloto.

### 7.5.3.- Protocolo de las entrevistas de la FASE 5. Preguntas a formular a los entrevistados.

En el apartado 5.2.5.4 se expusieron las características que debía reunir el protocolo a seguir para guiar el desarrollo de las entrevistas con los directivos seleccionados. El protocolo se recoge en el Anexo 11 e incluye las preguntas a formular a los entrevistados.

Tal y como se expuso en el capítulo quinto, las preguntas a formular a los entrevistados deben permitir extraer su opinión en relación a los resultados provisionales de la investigación, lo que no implica que deban plantearse directamente los propios resultados, pues el objetivo es

facilitar la comprensión del entrevistado del significado último de lo preguntado. Adicionalmente, cuando el resultado provisional lo permita, cada pregunta concreta debe focalizarse en la empresa de referencia del entrevistado. La Tabla 7.11 presenta las preguntas a formular a los entrevistados y los resultados provisionales de la investigación relacionados con cada una de ellas. Como se puede apreciar, en los casos en los que el resultado provisional concreto exprese ideas diferentes para empresas integradas o no integradas, se definen dos versiones de la pregunta, una para ser formulada a los directivos cuya empresa de referencia es no integrada (G0, H0 e I0) y otra para ser formulada a los directivos cuya empresa de referencia es total o parcialmente integrada (E0, F0 y J0).

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN O ASPECTO DEL CONTEXTO	RESULTADO PROVISIONAL	CÓDIGO RESULTADO PROVISIONAL	PREGUNTA ENTREVISTA FASE 5	CÓDIGO PREGUNTA ENTREVISTA
CONTEXTO CERCANO: objetivo de la obra	<p>Los jefes de obra de las empresas constructoras participan en la fijación de los objetivos de la obra (plazo, coste, alcance-calidad), aunque sus superiores jerárquicos (jefe de grupo, directivo de área) también intervienen, particularmente aprobando su propuesta o fijando los límites de los objetivos.</p> <p>La incertidumbre sobre la consecución de los objetivos de obra es menor en las empresas constructoras integradas que en aquellas empresas constructoras que consiguen sus contratos en un entorno competitivo.</p>	<p>PGC-1</p> <p>PGC-2</p>	<p>Los jefes de obra de su empresa de referencia participan en la fijación de los objetivos de la obra (plazo, coste, alcance-calidad), aunque sus superiores jerárquicos (jefe de grupo, directivo de área) también intervienen, particularmente aprobando su propuesta o fijando los límites de los objetivos.</p> <p>La incertidumbre sobre la consecución de los objetivos de obra es menor en las empresas constructoras integradas que en aquellas empresas constructoras que consiguen sus contratos en un entorno competitivo.</p>	<p>1.1-PGC-1</p> <p>1.2-PGC-1</p>
CONTEXTO GENÉRICO: gestión de riesgos (oportunidades).	<p>Las empresas constructoras que consiguen sus contratos en un entorno competitivo cuentan con procedimientos, pautas o instrucciones de uso general a utilizar por los jefes de obra en la gestión de oportunidades en obra. Sin embargo, en empresas integradas la gestión de oportunidades en obra es realizada por los jefes de obra en base a sus criterios personales.</p>	PGC-3	<p>VERSIÓN 1 (EMPRESA NO INTEGRADA). Su empresa de referencia cuenta con procedimientos, pautas o instrucciones de uso general para la gestión de oportunidades en obra.</p> <p>VERSIÓN 2 (EMPRESA TOTAL O PARCIALMENTE INTEGRADA). En su empresa de referencia la gestión de oportunidades en obra es realizada por los jefes de obra en base a sus criterios personales.</p>	<p>2.1-PGC-3</p> <p>2.2-PGC-4</p>
CONTEXTO GENÉRICO: gestión de plazo y coste	<p>Los jefes de obra de las empresas constructoras desarrollan al principio de cada obra presupuestos de costes y programas de trabajos, para ello tienen en cuenta los datos procedentes de la fase de estudios. Los presupuestos y programas se revisan a lo largo de la obra.</p>	PGC-4	<p>Los jefes de obra de su empresa de referencia desarrollan al principio de cada obra presupuestos de costes y programas de trabajos, para ello tienen en cuenta los datos procedentes de la fase de estudios. Los presupuestos y programas se revisan a lo largo de la obra.</p>	3.1-PGC-4
CONTEXTO GENÉRICO: gestión del alcance y la calidad	<p>Las empresas constructoras integradas suelen ejecutar las obras respetando el alcance y calidad acordado con su cliente interno, sin embargo, las empresas constructoras que consiguen sus contratos en un entorno competitivo, suelen -en términos generales- respetar el alcance y calidad contractual, pero tienden a gestionar de forma oportunista el alcance y la calidad del proyecto como forma de optimizar el coste y el plazo de la obra.</p>	PGC-5	<p>VERSIÓN 1 (EMPRESA NO INTEGRADA). Su empresa de referencia suele -en términos generales- respetar el alcance y calidad contractual, pero tiende a gestionar de forma oportunista el alcance y la calidad del proyecto como forma de optimizar el coste y el plazo de la obra.</p> <p>VERSIÓN 2 (EMPRESA TOTAL O PARCIALMENTE INTEGRADA). Su empresa de referencia suele ejecutar las obras respetando el alcance y calidad acordado con su cliente.</p>	6.1-PGC-5

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN O ASPECTO DEL CONTEXTO	RESULTADO PROVISIONAL	CÓDIGO RESULTADO PROVISIONAL	PREGUNTA ENTREVISTA FASE 5	CÓDIGO PREGUNTA ENTREVISTA
P1	Los directivos de las empresas constructoras condicionan el tamaño de los colchones de tiempo y coste al determinar los objetivos de la obra.	PG1-1	Los directivos de su empresa de referencia condicionan el tamaño de los colchones de tiempo y coste al determinar los objetivos de la obra.	3.8-PG1-1
	La gestión de los colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) es realizada por los jefes de obra.	PG1-2	En su empresa de referencia, la gestión de los colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) es realizada por los jefes de obra.	7.2-PG1-2
	La gestión de los colchones de capacidad (recursos adicionales) se confía en gran medida a los subcontratistas.	PG1-3	En su empresa de referencia, la gestión de los colchones de capacidad (recursos adicionales) se confía en gran medida a los subcontratistas.	7.4-PG1-4
P2	Las empresas constructoras utilizan colchones de tiempo y coste para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.	PG2-1	Su empresa de referencia utiliza colchones de tiempo y coste para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.	3.2-PG2-1
	En las empresas constructoras el término "colchón" es el más utilizado para designar el concepto de "reserva para contingencias".	PG2-2	En su empresa de referencia el término "colchón" es el más utilizado para designar el concepto de "reserva para contingencias".	5.1-PG2-2
	En las empresas constructoras no se conoce el término "reserva para contingencias".	PG2-3	En su empresa de referencia no se conoce el término "reserva para contingencias".	5.2-PG2-3
	En las empresas constructoras se valoran las oportunidades identificadas para optimizar el coste y el plazo de la obra como una posible reducción del coste y del plazo esperado (reservas para contingencias negativas).	PG2-4	En su empresa de referencia se valoran las oportunidades identificadas para optimizar el coste y el plazo de la obra como una posible reducción del coste y del plazo esperado.	4.1-PG2-4
	En las empresas constructoras integradas, los jefes de obra comparten con el cliente las tolerancias (reservas para contingencias de alcance y calidad) que identifican, mientras que en las empresas que consiguen sus contratos en un entorno competitivo, las tolerancias que se detectan o se crean, se gestionan oportunistamente.	PG2-5	<p>VERSIÓN 1 (EMPRESA NO INTEGRADA). En su empresa de referencia, las tolerancias (reservas para contingencias de alcance y calidad) que se detectan o se crean, se gestionan oportunistamente.</p> <p>VERSIÓN 2 (EMPRESA TOTAL O PARCIALMENTE INTEGRADA). En su empresa de referencia, los jefes de obra comparten con el cliente las tolerancias (reservas para contingencias de alcance y calidad) que identifican.</p>	6.2-PG2-5
	Las empresas constructoras utilizan colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) y capacidad (recursos adicionales).	PG2-6	Las empresas constructoras utilizan colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) y capacidad (recursos adicionales).	7.1-PG2-6

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN O ASPECTO DEL CONTEXTO	RESULTADO PROVISIONAL	CÓDIGO RESULTADO PROVISIONAL	PREGUNTA ENTREVISTA FASE 5	CÓDIGO PREGUNTA ENTREVISTA
P3	Las empresas constructoras utilizan colchones de tiempo para proteger específicamente la duración de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como una mayor duración de las tareas.	PG3-1	Su empresa de referencia utiliza colchones de tiempo para proteger específicamente la duración de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como una mayor duración de las tareas.	3.3-PG3-1
	Las empresas constructoras utilizan colchones de coste para proteger específicamente el coste de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como unos mayores costes unitarios y/o como un exceso de mediciones.	PG3-2	Su empresa de referencia utiliza colchones de coste para proteger específicamente el coste de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como unos mayores costes unitarios y/o como un exceso de mediciones.	3.4-PG3-2
	En las empresas constructoras los colchones de tiempo y coste no son explícitos, sino ocultos.	PG3-3	En su empresa de los colchones de tiempo y coste no son explícitos, sino ocultos.	3.5-PG3-3
	En las empresas constructoras se utilizan las posibles ampliaciones de horario de trabajo y el incremento de recursos, como colchones para proteger de forma genérica el plazo de ejecución.	PG3-4	En su empresa de referencia se utilizan las posibles ampliaciones de horario de trabajo y el incremento de recursos, como colchones para proteger de forma genérica el plazo de ejecución.	3.7-PG3-4
	En las empresas constructoras algunos jefes de obra protegen de forma genérica el coste de la obra utilizando las partidas de costes indirectos como colchón.	PG3-5	En su empresa de referencia algunos jefes de obra protegen de forma genérica el coste de la obra utilizando las partidas de costes indirectos como colchón.	3.6-PG3-5

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN O ASPECTO DEL CONTEXTO	RESULTADO PROVISIONAL	CÓDIGO RESULTADO PROVISIONAL	PREGUNTA ENTREVISTA FASE 5	CÓDIGO PREGUNTA ENTREVISTA
P4	En las empresas constructoras los colchones de tiempo y coste son definidos de forma subjetiva por los jefes de obra.	PG4-1	En su empresa de referencia los colchones de tiempo y coste son definidos de forma subjetiva por los jefes de obra.	3.9-PG4-1
	En las empresas constructoras no se conoce ni se utiliza ningún método formal propuesto por la literatura para definir el tamaño de las reservas para contingencias de tiempo y coste.	PG4-2	En su empresa de referencia no se conoce ni se utiliza ningún método formal propuesto por la literatura para definir el tamaño de las reservas para contingencias de tiempo y coste.	3.10-PG4-2
	En las empresas constructoras se piensa que los colchones de tiempo y coste son necesarios.	PG4-3	En su empresa de referencia se piensa que los colchones de tiempo y coste son necesarios.	3.11-PG4-3
	En las empresas constructoras se piensa que un exceso de colchones de tiempo y coste es negativo porque induce relajación a los gestores de la obra.	PG4-4	En su empresa de referencia se piensa que un exceso de colchones de tiempo y coste es negativo porque induce relajación a los gestores de la obra.	3.12-PG4-4
	En las empresas constructoras la opinión general es que es negativo que los colchones de tiempo y coste se reduzcan por debajo de un cierto umbral (variable), pues en tal caso, la probabilidad de que se produjeran desviaciones sobre el plazo y coste planificados se incrementaría de una forma no asumible. Sin embargo, dentro de las empresas existen diferentes visiones al respecto. Así, la dirección considera que el nivel mínimo aceptable de colchones de tiempo y coste debe ser inferior al que desean los jefes de obra.	PG4-5	En su empresa de referencia la opinión general es que es negativo que los colchones de tiempo y coste se reduzcan por debajo de un cierto umbral (variable), pues en tal caso, la probabilidad de que se produjeran desviaciones sobre el plazo y coste planificados se incrementaría de una forma no asumible. Sin embargo, dentro de la empresa existen diferentes visiones al respecto. Así, la dirección considera que el nivel mínimo aceptable de colchones de tiempo y coste debe ser inferior al que desean los jefes de obra.	3.13-PG4-5
	En las empresas constructoras se piensa que reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste hasta un cierto umbral -variable en función de la aversión al riesgo del decisor y de las circunstancias de cada riesgo concreto- obliga a mejorar los procesos implicados en la construcción y la gestión de la obra.	PG4-6	En su empresa de referencia se piensa que reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste hasta un cierto umbral -variable en función de la aversión al riesgo del decisor y de las circunstancias de cada riesgo concreto- obliga a mejorar los procesos implicados en la construcción y la gestión de la obra.	3.14-PG4-6
	En las empresas constructoras se piensa que con más y mejor planificación de la obra, se podría reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste.	PG4-7	En su empresa de referencia se piensa que con más y mejor planificación de la obra, se podría reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste.	3.15-PG4-7
	Las empresas constructoras determinan el tamaño de los colchones de materias primas y obra en curso de forma subjetiva.	PG4-8	Su empresa de referencia determina el tamaño de los colchones de materias primas y obra en curso de forma subjetiva.	7.3-PG4-8



PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN O ASPECTO DEL CONTEXTO	RESULTADO PROVISIONAL	CÓDIGO RESULTADO PROVISIONAL	PREGUNTA ENTREVISTA FASE 5	CÓDIGO PREGUNTA ENTREVISTA
P5	En las empresas constructoras los colchones de tiempo y coste se actualizan de forma automática a lo largo de la obra, pues al estar ocultas en unidades de obra concretas, cuando estas se ejecutan afloran.	PG5-1	En su empresa de referencia los colchones de tiempo y coste se actualizan de forma automática a lo largo de la obra, pues al estar ocultas en unidades de obra concretas, cuando estas se ejecutan afloran.	3.16-PG5-1
	En las empresas constructoras los colchones de tiempo y coste se utilizan tanto para cubrir eventos inciertos como para absorber errores en las estimaciones.	PG5-2	En su empresa de referencia los colchones de tiempo y coste se utilizan tanto para cubrir eventos inciertos como para absorber errores en las estimaciones.	3.17-PG5-2

**Tabla 7.11. Justificación de las preguntas formuladas en las entrevistas de la FASE 5.**

#### 7.5.4.- Desarrollo y resultados de la FASE 5. Resultados finales de la investigación.

Tal y como se puede apreciar en el Anexo 5.4, el primer directivo entrevistado en la FASE 5 fue “F0”, el 17 de noviembre de 2014; la última entrevista fue con “G0” y tuvo lugar el 24 de noviembre de 2014. Las entrevistas tuvieron lugar en general en los despachos profesionales de los directivos o en lugares públicos (cafeterías). En coherencia con el formato semiestructurado de las entrevistas y con el mismo objetivo de las mismas, todos los directivos entrevistados aportaron comentarios que fueron recogidos en los informes de las entrevistas que se aportan en el Anexo 5.1 y que serán discutidos en el capítulo octavo –junto con los aportados por los directivos de “A” y “B” en la entrevistas de revisión de hallazgos de cada caso individual- como base para plantear posibles futuras líneas de investigación.

El análisis estadístico de los resultados de las entrevistas se presenta en el Anexo 12, pudiéndose apreciar que todos los resultados provisionales que figuran en la Tabla 7.11 han obtenido una calificación –de acuerdo con los criterios establecidos en el apartado 5.2.5.5- de VALIDEZ FUERTE ( $M_e \geq 4$ ). Por tanto, todos los resultados provisionales que figuran en la Tabla 7.11 – también de acuerdo con los criterios establecidos en el apartado 5.2.5.5-, pueden elevarse a la categoría de DEFINITIVOS.

Tal y como se apuntó en el capítulo quinto, el conjunto de las características en base a las que se seleccionaron las empresas participantes en la FASE 5, configuran el ámbito al que se podrán generalizar los resultados definitivos de la investigación fruto de la FASE 5; este ámbito se define en torno a los siguientes parámetros:

- Localización: Empresas españolas.
- Fase del ciclo de vida: Construcción.
- Especialización: Contratistas generales de obra civil y edificación (residencial, industrial y comercial).
- Tamaño: Grande y mediano (según la Recomendación de la Comisión Europea de 6 de mayo de 2003 sobre la definición de microempresas, pequeñas y medianas empresas (2003/361/CE)).
- Grado de integración: Diversos niveles (bajo, medio y alto) (según los criterios definidos en el punto 7.5.1).

En coherencia con lo anterior, **la expresión “empresas constructoras”** utilizada en relación a los resultados de la investigación a lo largo de este capítulo **se refiere únicamente a las empresas constructoras del ámbito investigado.**

**APÉNDICE 7.1. JUSTIFICACIÓN DE LAS PREGUNTAS DEL GUIÓN DE LAS ENTREVISTAS – FASE 3.**

PREGUNTA DE LA ENTREVISTA (Nº)	PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN RELACIONADA (Apdo. 5.2.1.2) O ASPECTO DEL CONTEXTO	LITERATURA RELACIONADA	EVIDENCIAS ENTREVISTAS ALTA DIRECCIÓN (Según Tabla 7.1)	APORTACIONES ENCUESTA PILOTO	EVIDENCIAS ENCUESTA (Según Tabla 7.5)
1.1 a 1.8	CONTEXTO CERCANO: Objetivos de la obra	Salapatas y Sawle 1986, Howell et al. 1993b, Howell 2012, Russel et al. 2012, Al Bahar y Crandall 1990, Yeo 1990, Leach 2003, Harbuck 2004, Zhao 2006, Lhee et al. 2012	A0-5, B0-5	NA	NA
2.1 a 2.10	CONTEXTO GENÉRICO: Gestión de riesgos.	Ford 2002, Zhao 2006, Godfrey 2004, Cabano 2004, PMI 2013, ISO 31000 2010, Al-Bahar y Crandall 1992, Dake 1992, Chapman y Ward 2003, Cabano 2004, ISO 31000 2010, PMI 2013	A0-1, B0-1	Relacionar riesgo con incertidumbre.	A-F2-1, B-F2-1
3.1 a 3.4	CONTEXTO GENÉRICO: Gestión de riesgos (oportunidades).	Mak y Picken 2000. Chapman y Ward 2003, Leach 2003, Rooke et al. 2004, Chan y Au 2009, Laryea y Hughes 2011.	B0-1	NA	NA
4.1 a 4.4, 4.10	CONTEXTO GENÉRICO: Gestión del coste y plazo.	Ford 2002, Leach 2003, Andi 2004, Baccarini 2005a, Thal et al. 2010, Laryea y Hughes 2011, Lhee et al. 2012	NA	NA	A-F2-2, B-F2-2

PREGUNTA DE LA ENTREVISTA (Nº)	PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN RELACIONADA (Apdo. 5.2.1.2) O ASPECTO DEL CONTEXTO	LITERATURA RELACIONADA	EVIDENCIAS ENTREVISTAS ALTA DIRECCIÓN (Según Tabla 7.1)	APORTACIONES ENCUESTA PILOTO	EVIDENCIAS ENCUESTA (Según Tabla 7.5)
5.1, 5.2	CONTEXTO GENÉRICO: Gestión del alcance y calidad.	PMI 2013, Koskela 2000, Harbuck 2004, Slauson 2005, Rooke et al. 2004. Risner 2010, Reginato y Alves 2012, Smith y Rybkowski 2012.	NA	NA	NA
4.11	P1	Howell y Ballard 1996, Ford 2002, Burger 2003, Alves y Tommelein 2004, Covey y Merrill 2006, Barraza 2011, Gupta, Hartmann et al. 2012, Russell et al. 2012, PMI 2013	A0-3, A0-4, B0-3	Utilizar el término colchón, no reserva para contingencias.	NA
6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6		Howell et al. 1993a, Alves y Tommelein 2004, Horman y Thomas 2005, Slauson 2005, González et al. 2009, Hopp y Spearman 2011, Creedy 2012, Gupta et al. 2012	NA	NA	NA

PREGUNTA DE LA ENTREVISTA (Nº)	PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN RELACIONADA (Apdo. 5.2.1.2) O ASPECTO DEL CONTEXTO	LITERATURA RELACIONADA	EVIDENCIAS ENTREVISTAS ALTA DIRECCIÓN (Según Tabla 7.1)	APORTACIONES ENCUESTA PILOTO	EVIDENCIAS ENCUESTA (Según Tabla 7.5)
4.5, 4.6, 4.9	P2	Leach 2003, Alves y Tommelein 2004, Lee et al. 2006, Barraza 2011, Khamooshi y Cioffi 2012, Hackney 1985, Querns 1989, Yeo 1990, Ahmad 1992, Smith y Bohn 1999, Mak y Picken 2000, Baccarini 2004, Godfrey 2004, Günhan y Arditi 2007, González et al. 2009, Noor y Tichacek 2009, Molenaar et al. 2010, Idrus et al. 2010, PMI 2013	A02, A0-3, B0-2, B0-3	Utilizar el término colchón, no reserva para contingencias. Hablar de incertidumbre, no de riesgo.	A-F2-3, A-F2-4, B-F2-3, B-F2-4
4.18, 4.19, Anexo 1.6		Mak y Picken 2000, Chapman y Ward 2003, Leach 2003, Rooke et al. 2004, Chan y Au 2009, Laryea y Hughes 2011, Hillson 2002, Lechler et al. 2012, Godfrey 2004, Molenaar et al. 2010 y PMI 2013.	B0-1	Utilizar el término colchón, no reserva para contingencias.	A-F2-7, A-F2-8, B-F2-7, B-F2-8
5.3		Rooke et al. 2004, Godfrey 2004, PMI 2013, Koskela 2000, Harbuck 2004, Slauson 2005, Risner 2010, Reginato y Alves 2012, Smith y Rybkowski 2012.			

PREGUNTA DE LA ENTREVISTA (Nº)	PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN RELACIONADA (Apdo. 5.2.1.2) O ASPECTO DEL CONTEXTO	LITERATURA RELACIONADA	EVIDENCIAS ENTREVISTAS ALTA DIRECCIÓN (Según Tabla 7.1)	APORTACIONES ENCUESTA PILOTO	EVIDENCIAS ENCUESTA (Según Tabla 7.5)
4.12, 4.13, 4.14	P3	Yeo 1990, Thompson y Perry 1992, Goldratt 1997, Smith y Bohn 1999, Ford 2002, Lee et al. 2006, Zhao 2006, Chan y Au 2009, Barraza 2011, Laryea y Hughes 2011, Howell 2012	A0-3, B0-3	Utilizar el término colchón, no reserva para contingencias.	
4.15 a 4.17, Anexo 1.2 a 1.4	P4	Seung y Hiung 2004, Idrus et al. 2010, Barraza 2011, Laryea y Hughes 2011, Howell 2012, Smith y Bohn 1999, Ford 2002, Hollmann 2009, Leach 2003, Khamooshi y Cioffi 2012.	A0-1, A0-3, B0-1, B0-3	Utilizar el término colchón, no reserva para contingencias.	A-F2-5, A-F2-6, B-F2-5, B-F2-6
4.8, Anexo 1.5, 1.7, 1.8	P5	Al Bahar y Crandall 1990, Flyvbjerg et al. 2002, Noor y Tichacek 2009, Godfrey 2004, Rowe 2005, Molenaar et al. 2010, Howell 2012, Lee et al. 2006, PMI 2013, Murray y Ramsaur 1983, Chen y Hartman 2000, Moselhi 1997.			

**APÉNDICE 7.2. MATRICES DE DATOS CONDENSADOS.**

MATRIZ #AC-2

CONTEXTO GENÉRICO: La gestión de riesgos (oportunidades).

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2	3	4
		Existencia, alcance y necesidad de procedimientos	Gestión sistemática de riesgos	Gestión sistemática de oportunidades	Fuentes de oportunidades
1	M2 (Tabla 7.5)	A-F2-1 / La empresa "A" no tiene procedimiento de gestión de riesgos.			
2	M3 (Tabla 7.1)	A0-1 / La empresa "A" no cuenta con procedimiento explícito de gestión de riesgos porque el riesgo es bajo (trabajos muy repetitivos) y porque es la responsabilidad del jefe de obra.	Los jefes de obra actúan de forma no sistemática en gestión de riesgos.	A0-1 / Los jefes de obra actúan de forma no sistemática en gestión de riesgos (amenazas y oportunidades).	
3	M4 (Anexo 5.2)	El directivo A1 piensa que no es necesario contar con un procedimiento porque la relación coste-beneficio no compensaría. Así mismo, la empresa no tiene un listado de posibles fuentes de incertidumbre.	El directivo A1 está en desacuerdo con la idea de que los jefes de obra efectúan de forma sistemática al comienzo de una obra un estudio de riesgos. Por otra parte está de acuerdo en que la gestión de la incertidumbre es continua.	A1 está en desacuerdo (respuesta 2) con la idea de que los jefes de obra efectúen un estudio sistemático de oportunidades para optimizar las obras.	A1 no ve en absoluto una fuente de oportunidad (respuesta 1) en los errores de diseño porque son una empresa integrada.
4	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)		Los JO se muestran indiferentes (mediana 3) conjuntamente sobre si efectúan de forma sistemática al comienzo de una obra un estudio de riesgos. Por otra parte están muy de acuerdo (mediana 5) en que la gestión de la incertidumbre es continua.	Los JO se muestran indiferentes conjuntamente (mediana 3) sobre la idea de que efectúen un estudio sistemático de oportunidades para optimizar las obras.	Los JO valoran conjuntamente como poco relevantes los errores de diseño como fuentes de oportunidad (mediana 2). Todos los JO salvo A4 aducen como razón que son una empresa integrada.
5	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	Solo A6 afirma que sería bueno contar con un procedimiento explícito de gestión de riesgos. A5 y A7 piensan que no debe existir porque es responsabilidad del jefe de obra. A2, A3, A4 y A6 afirman que no existe listado de factores de incertidumbre. A5 y A7 no lo saben.	A7: "No lo hago ni lo he podido hacer nunca porque no tengo tiempo, aunque si tuviera tiempo lo haría".	A2, A4, A5 y A6 sí buscan oportunidades para optimizar, aunque no de forma sistemática, según van surgiendo (A5). Solo A7 declara efectuar un estudio sistemático.	A2, A5, A6 y A7 manifiestan que si no fueran una empresa integrada sí lo considerarían una fuente de oportunidades muy relevante.
6	M6	No se ha visto ningún documento que implique la existencia de un procedimiento explícito de gestión de riesgos en la empresa.			

## MATRIZ #BC-2

CONTEXTO GENÉRICO: La gestión de riesgos (oportunidades).

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2	3	4
		Existencia, alcance y necesidad de procedimientos	Gestión sistemática de riesgos	Gestión sistemática de oportunidades	Fuentes de oportunidades
1	M2 (Tabla 7.5)	B-F2-1 / La empresa "B" tiene procedimiento de gestión de oportunidades, pero no de amenazas.			
2	M3 (Tabla 7.1)	B0-1 / No tienen un procedimiento explícito genérico de gestión de riesgos porque es responsabilidad del jefe de obra, pero sí de oportunidades porque las obras hay que optimizarlas. Hay una base de datos de "gestión del conocimiento".	Los jefes de obra actúan de forma sistemática en gestión de riesgos.	B0-1 / Los jefes de obra actúan de forma sistemática en gestión de riesgos (amenazas y oportunidades).	
3	M4 (Anexo 5.2)	El directivo B1 piensa que no es necesario contar con un procedimiento porque la relación coste-beneficio no compensaría. <i>"Hay tal variedad de "chinitas en el camino" que el control de ellas puede ser más caro que el beneficio que se obtenga"</i> . Existe una base de datos de gestión del conocimiento que recoge experiencias reales a distintos niveles.	El directivo B1 está de acuerdo con la idea de que los jefes de obra efectúan de forma sistemática al comienzo de una obra un estudio de riesgos. <i>Al menos se debería hacer siempre</i> . Por otra parte está de acuerdo en que la gestión de la incertidumbre es continua.	B1 está muy de acuerdo (respuesta 5) con la idea de que los jefes de obra efectúen un estudio sistemático de oportunidades para optimizar las obras. Para ello utilizan el procedimiento existente, denominado "Objetivos no incluidos".	B1 ve una fuente de oportunidad muy relevante (respuesta 5) en los errores de diseño.
4	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)		Los JO se muestran entre indiferentes y de acuerdo (mediana 3,5) conjuntamente sobre si efectúan de forma sistemática al comienzo de una obra un estudio de riesgos (amenazas). Por otra parte están muy de acuerdo (mediana 5) en que la gestión de la incertidumbre es continua.	Los JO se muestran muy de acuerdo conjuntamente (mediana 5) sobre la idea de que efectúen un estudio sistemático de oportunidades para optimizar las obras.	Los JO valoran conjuntamente como muy relevantes los errores de diseño como fuentes de oportunidad (mediana 5).
5	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	Todos los jefes de obra salvo B3 manifiestan que sería positivo contar con un procedimiento de gestión de amenazas, piensan que no existe, bien porque nadie lo ha pensado (B4, B7) o bien porque sería complicado hacer algo de uso general (B2, B5). Todos conocen la base de datos de "Gestión del conocimiento", aunque solo B4 la usa.	Existen dos opiniones tipo: por una parte los que afirman hacerlo siempre o casi siempre (B2, B4, B6 y B7) y por otra parte los que no lo hacen nunca o casi nunca por falta de tiempo (B3 y B5).	Para la gestión de oportunidades utilizan el procedimiento existente (Objetivos no incluidos).	No obstante, B6 apunta que: "Los errores en el proyecto te pueden beneficiar o perjudicar, depende de cómo juegues tus cartas".
6	M6	No se ha visto ningún documento que implique la existencia de un procedimiento explícito de gestión de riesgos (amenazas) en la empresa.		Ev1-Ent-B1 (Procedimiento de definición de Objetivos no Incluidos).	Ev1-Ent-B2/B3/B5/B6/B7: todos los JO que usan Onl reconocen que suelen centrarse en: fallos del proyecto, optimizar compras, cambiar marcas o soluciones técnicas y también en modificaciones oportunistas de alcance-calidad.



## MATRIZ #AC-3

CONTEXTO GENÉRICO: Gestión de coste y plazo.

		1	2	3	4
	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	Confección de un presupuesto y un programa de trabajos en cada obra.	Utilización de la información procedente de Estudios.	Revisión periódica del presupuesto y el programa.	Quién o quienes participan en la realización de presupuestos y programas de trabajos.
1	M2 (Tabla 7.5)	A-F2-2 / En la empresa "A" se suele desarrollar un presupuesto y un programa de trabajos de sus obras de forma previa a su comienzo.			
2	M4 (Anexo 5.2)	El directivo A1 está muy de acuerdo (respuesta 5) con la idea de que al comienzo de cada obra se confecciona un presupuesto de costes e ingresos y un programa de trabajos de la misma.	El directivo A1 está muy de acuerdo (respuesta 5) con la idea de que para la confección del presupuesto y el programa se tiene en cuenta la información procedente de Estudios.	El directivo A1 está muy de acuerdo (respuesta 5) con la idea de que los presupuestos y programas se revisan a lo largo de la obra.	Las respuestas de A1 han sido (importancia máxima 1, mínima 5): jefe de obra (2), jefe de grupo o delegado (1), jefe de producción (3), encargado y subcontratistas (5) y otros (Director de Área) (1).
3	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los Jefes de obra conjuntamente están muy de acuerdo (mediana 5) con la idea de que al comienzo de cada obra se confecciona un presupuesto de costes e ingresos y un programa de trabajos de la misma.	Los jefes de obra están muy de acuerdo conjuntamente (mediana 5) con la idea de que para la confección del presupuesto y el programa se tiene en cuenta la información procedente de Estudios.	Los jefes de obra están muy de acuerdo conjuntamente (mediana 5) con la idea de que los presupuestos y programas se revisan a lo largo de la obra.	Las medianas de las respuestas de los JO han sido (importancia máxima 1, mínima 5): jefe de obra (1), jefe de grupo o delegado (2), jefe de producción (2,5), encargado y subcontratistas (4) y otros (Director de Área) (2,5).
4	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)			A4 afirma que la revisión es diaria o como mucho semanal. A6 y A7 piensan que la revisión del presupuesto y programa se produce casi a diario, cada vez que contratan algo o que van ejecutando partes de la obra.	A4, A6 y A7 coinciden en que el encargado es clave para la definición de tiempos de ejecución. A5, A6 y A7 coinciden en que el jefe de producción colabora con el jefe de obra. Todos los jefes de obra coinciden en que el jefe de obra propone, el jefe de grupo o delegado revisa y "negocia" con el Dep. Técnico y el director de área aprueba.
5	M6	Las evidencias Ev1-Ent-A2/A3/A4/A5/A6 y A7 contienen información sobre los presupuestos y programas de trabajos de las obras en las que trabajan en la actualidad esos jefes de obra.	Las evidencias Ev1-Ent-A2/A3/A4/A5/A6 y A7 contienen información sobre la información recibida por los jefes de obra de Estudios.	Las evidencias Ev1-Ent-A2/A3/A4/A5/A6 y A7 contienen información sobre la revisión periódica de presupuestos y programas. La Ev1-Ent-A1 es un informe de la revisión de las obras en curso.	Las evidencias Ev1-Ent-A2/A3/A4/A5/A6 y A7 contienen información sobre las personas que intervienen en la confección de presupuestos y programas.

## MATRIZ #BC-3

## CONTEXTO GENÉRICO: Gestión de coste y plazo.

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2	3	4
		Confección de un presupuesto y un programa de trabajos en cada obra.	Utilización de la información procedente de Estudios.	Revisión periódica del presupuesto y el programa.	Quién o quienes participan en la realización de presupuestos y programas de trabajos.
1	M2 (Tabla 7.5)	B-F2-2 / En la empresa "B" se suele desarrollar un presupuesto y un programa de trabajos de sus obras de forma previa a su comienzo.			
2	M4 (Anexo 5.2)	El directivo B1 está muy de acuerdo (respuesta 5) con la idea de que al comienzo de cada obra se confecciona un presupuesto de costes e ingresos y un programa de trabajos de la misma.	El directivo B1 está de acuerdo (respuesta 4) con la idea de que para la confección del presupuesto y el programa se tiene en cuenta la información procedente de Estudios.	El directivo B1 está muy de acuerdo (respuesta 5) con la idea de que los presupuestos y programas se revisan a lo largo de la obra.	Las respuestas de B1 han sido (importancia máxima 1, mínima 5): jefe de obra, jefe de grupo o delegado y otros (Jefe Dep o Dtor de Área) (1), jefe de producción, encargado y subcontratistas (4).
3	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra conjuntamente están muy de acuerdo (mediana 5) con la idea de que al comienzo de cada obra se confecciona un presupuesto de costes e ingresos y un programa de trabajos de la misma.	Los jefes de obra están de acuerdo conjuntamente (mediana 4) con la idea de que para la confección del presupuesto y el programa se tiene en cuenta la información procedente de Estudios.	Los jefes de obra están muy de acuerdo conjuntamente (mediana 5) con la idea de que los presupuestos y programas se revisan a lo largo de la obra.	Las medianas de las respuestas de los JO han sido (importancia máxima 1, mínima 5): jefe de obra (1), jefe de grupo o delegado y jefe de producción (2), encargado (3), subcontratistas y otros (Director de Área) (3,5).
4	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)		B1: <i>"Se debería hacer siempre, pero no se hace a veces por distintos motivos, bien por falta de tiempo o porque el JO no se fía". B3: "Sí, pero no son siempre fiables, depende de quién lo haya hecho. No es lo mismo que lo haga el Dep. de Estudios a que lo haga un departamento de producción".</i>	Todos los jefes de obra (salvo B4) confirman que programas y presupuesto se revisan oficialmente de forma trimestral, aunque lo hacen con más frecuencia.	Todos los JO coinciden en que los Subcontratistas aportan precios y también ideas (B4 y B7). B2, B5 y B7 coinciden en que el jefe de producción colabora con el JO para medir y pedir precios. Todos los JO coinciden en que el JO lo elabora, el jefe de grupo o Delegado revisa y el jefe de dpto. o director de área aprueba.
5	M6	Las evidencias Ev2-Ent-B2/B3/B5/B6 y B7 y Ev1-Ent-B4 contienen información sobre los presupuestos y programas de trabajos de las obras en las que trabajan en la actualidad esos jefes de obra.	Las evidencias Ev2-Ent-B2/B3/B5/B6 y B7 y Ev1-Ent-B4 contienen información sobre la información recibida por los JO de Estudios.	Las evidencias Ev2-Ent-B2/B3/B5/B6 y B7 y Ev1-Ent-B4 contienen información sobre la revisión periódica de presupuestos y programas.	Las evidencias Ev2-Ent-B2/B3/B5/B6 y B7 y Ev1-Ent-B4 contienen información sobre las personas que intervienen en la confección de presupuestos y programas.

MATRIZ #AC-4

CONTEXTO GENÉRICO: Gestión del alcance-calidad.

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2
		El alcance-calidad se planifica al comienzo de la obra	El alcance-calidad definido por el proyecto de ejecución suele respetarse
1	M4 (Anexo 5.2)	El directivo A1 está de acuerdo (respuesta 4) con la idea de que al comienzo de cada obra se planifica el alcance-calidad de la misma.	El directivo A1 está muy de acuerdo (respuesta 5) con la idea de que el alcance-calidad definido por el proyecto de ejecución suele respetarse. <i>"No buscamos el ahorro de costes en detrimento de la calidad: es pan para hoy y hambre para mañana"</i> .
2	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra están conjuntamente muy de acuerdo (mediana 5) con la idea de que al comienzo de cada obra se planifica el alcance-calidad de la misma.	Los jefes de obra están conjuntamente muy de acuerdo (mediana 5) con la idea de que el alcance-calidad definido por el proyecto de ejecución suele respetarse.
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)		A2: <i>"Claro, cómo no lo vamos a hacer, somos los mismos"</i> . A4: <i>"A veces se busca algo más económico, pero yo pienso más como promotor que como contratista"</i> . <i>"Ratonear no entra en mi vocabulario"</i> .
4	M6	Las evidencias Ev1-Ent-A2/A3/A4/A5/A6 y A7 aportan información sobre el hecho: la planificación del alcance-calidad va implícita con la planificación económica y de plazo.	En el análisis de presupuestos, pedidos de compra y sub-contratación, no se observa ningún indicio de que ninguna de las obras se ejecute con un alcance y una calidad diferente a la proyectada.

MATRIZ #BC-4

CONTEXTO GENÉRICO: Gestión del alcance-calidad.

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2
		El alcance-calidad se planifica al comienzo de la obra	El alcance-calidad definido por el proyecto de ejecución suele respetarse
1	M4 (Anexo 5.2)	El directivo B1 está muy de acuerdo (respuesta 5) con la idea de que al comienzo de cada obra se planifica el alcance-calidad de la misma.	El directivo B1 se muestra indiferente (respuesta 3) con la idea de que el alcance-calidad definido por el proyecto de ejecución suele respetarse. <i>"No siempre, porque es una de las formas de optimizar la obra. Se hacen cambios que a veces la propiedad no se entera o lo sabe pero no sabe que la calidad es inferior"</i> .
2	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra están conjuntamente muy de acuerdo (mediana 5) con la idea de que al comienzo de cada obra se planifica el alcance-calidad de la misma.	Los jefes de obra se muestran conjuntamente indiferentes (mediana 3) con la idea de que el alcance-calidad definido por el proyecto de ejecución suele respetarse.
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)		B4: <i>"Jugadas feas no hacemos, ahora bien, si en la medición del contrato figuran 20 ventanas y solo hay 18, yo no se lo digo"</i> . B5: <i>"Lo hacemos todos y quien no lo reconozca miente"</i> . B7: <i>"Todos mis compañeros y yo mismo intentamos escamotear a nivel de alcance y calidad, por supuesto con sentido, sin pasarnos y teniendo certeza de que no vamos a poner en riesgo el resultado de lo que estemos construyendo, pues sabemos que las cosas siempre están sobredimensionadas y cuentan con importantes coeficientes de seguridad"</i> .
4	M6	Las evidencias Ev1-Ent-B2/B3/B4/B5/B6 y B7 así como Ev2-Ent-B2/B3/B5/B6 y B7, aportan información sobre el hecho: la planificación del alcance-calidad va implícita con la planificación económica y de plazo y la planificación de objetivos no incluidos.	Las evidencias Ev1-Ent-B2/B3/B5/B6 y B7 (objetivos no incluidos de la obra que lleva cada jefe de obra en ese momento) reflejan cambios de alcance planificados.

MATRIZ #A1-1

PREGUNTA ESPECÍFICA: P1

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2	3
		Los directivos intervienen en la definición de colchones de tiempo y coste	Los directivos fijan los objetivos de la obra contando con los colchones que pueden definir los jefes de obra	Los jefes de obra son los principales decisores en la definición de colchones de tiempo y coste
1	M3 (Tabla 7.1)	A0-3 / Los jefes de obra usan colchones ocultos porque si fueran explícitos la dirección los eliminaría, pero aun así la dirección trata de evitar su uso.		
2	M4 (Anexo 5.2)	El directivo de área (A1) piensa que los jefes del jefe de obra son los segundos decisores más importantes en la definición de los colchones de tiempo y coste (pregunta 4.11 - valoración 2).	El directivo de área (A1) piensa que la dirección fija los objetivos de coste y plazo de las obras contando con los colchones que los jefes de obra puedan definir (pregunta 4.11).	El directivo de área (A1) piensa que los jefes de obra son los principales decisores en la definición de los colchones de tiempo y coste (pregunta 4.11 - valoración 1).
3	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra piensan conjuntamente que los directivos son los segundos decisores más importantes en la definición de los colchones de tiempo y coste (pregunta 4.11 - mediana 2,55).		Los jefes de obra piensan conjuntamente que ellos son los principales decisores en la definición de los colchones de tiempo y coste (pregunta 4.11 - mediana 1).
4	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	A4: "A veces no tenemos margen para colchones porque nos aprietan mucho" (pregunta 4.11).	A2: "Cuando nos fijan los objetivos ya tienen en cuenta si el jefe de obra es de una forma o de otra para apretar más o menos". A4: "A veces no tenemos margen para colchones porque nos aprietan mucho" (pregunta 4.11).	A3: "Si hay colchones no lo tiene que saber nadie; yo no he dicho que los haya, pero si hay lo decido yo" (pregunta 4.11).
5	M6			Las Ev1-Ent-A2/A3/A4/A5/A6/A7 reflejan que son los jefes de obra quienes elaboran los presupuestos y los programas de trabajos e acuerdo con los objetivos definidos.

## MATRIZ #B1-1

## PREGUNTA ESPECÍFICA: P1

		1	2	3
	<b>FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)</b>	<b>Los directivos intervienen en la definición de colchones de tiempo y coste</b>	<b>Los directivos fijan los objetivos de la obra contando con los colchones que pueden definir los jefes de obra</b>	<b>Los jefes de obra son los principales decisores en la definición de colchones de tiempo y coste</b>
1	<b>M3 (Tabla 7.1)</b>	B0-4 / Para él los colchones son necesarios, aunque hay que limitar su uso por los jefes de obra, si fueran explícitos se eliminarían.		
2	<b>M4 (Anexo 5.2)</b>	El directivo de área (B1) piensa que los jefes del jefe de obra son los segundos decisores más importantes en la definición de los colchones de tiempo y coste (pregunta 4.11 - valoración 2).	<i>"Cuando saben que un cierto JO es más proclive a los colchones aprietan más en los objetivos"</i> (pregunta 4.11).	El directivo de área (B1) piensa que los jefes de obra son los principales decisores en la definición de los colchones de tiempo y coste (pregunta 4.11 - valoración 1).
3	<b>M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)</b>	Los jefes de obra piensan conjuntamente que los directivos son los segundos decisores más importantes en la definición de los colchones de tiempo y coste (pregunta 4.11 - mediana 2).		Los jefes de obra piensan conjuntamente que ellos son los principales decisores en la definición de los colchones de tiempo y coste (pregunta 4.11 - mediana 1).
4	<b>M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)</b>	B6: <i>"Siempre te reservas algo para ti, pero suelo compartir casi todo con mi jefe"</i> (pregunta 4.11).	B2: <i>"Mis jefes fijan los objetivos contando con lo que nos guardamos"</i> (pregunta 4.11).	B4: <i>"Todos los jefes de obra nos ponemos colchones, pero solo cuando las cosas van bien..., cuando vas perdiendo los colchones desaparecen, no vas a decirle a tu jefe que vas perdiendo un 10% si crees que solo pierdes un 5%"</i> .
5	<b>M6</b>			Las Ev1-Ent-B2/B3/B5/B6/B7 y Ev1-Ent-B4, reflejan que son los jefes de obra quienes elaboran los presupuestos y los programas de trabajos e acuerdo con los objetivos definidos.

## MATRIZ #A1-2

## PREGUNTA ESPECÍFICA: P1

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2	3	4
		Decisores en compras de materiales	Decisores en definición de colchones de materiales	Decisores en las asignaciones diarias o semanales de trabajos	Decisores en definición de colchones de obra en curso
1	M4 (Anexo 5.2)	El directivo de área (A1) piensa que los jefes de obra son los segundos decisores más importantes en el proceso de compra de materiales (tras el departamento de compras). Su papel es preparar la propuesta (cantidades, precios, proveedor) y compras negocia con ese proveedor u otros, pero no cuestiona cantidades (pregunta 6.5 - valoración 2).	El directivo de área (A1) piensa que los jefes del jefe de obra son los decisores más importantes en el la definición del tamaño de los acopios y por tanto del colchón de seguridad en los mismos (pregunta 6.6 - valoración 1).	El directivo A1 está muy de acuerdo con que en todas las obras se efectúan una programación diaria o semanal de trabajos (pregunta 6.1-respuesta 5). Además piensa que son los jefes de obra quienes las realizan junto con los encargados.	El directivo A1 está muy de acuerdo con que al hacer las asignaciones diarias o semanales de trabajos, se trata de abrir tajos no críticos y de que las tareas lleven cierta ventaja a las sucesoras (pregunta 6.1 y 6-2 - respuesta 5).
2	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra piensan conjuntamente que son ellos los decisores más importantes en el proceso de compra de materiales (pregunta 6.5 - mediana 1).	Los jefes de obra piensan conjuntamente que son ellos los decisores más importantes en la definición del tamaño de los acopios y de los colchones de seguridad en los mismos (pregunta 6.6 - mediana 1).	Los jefes de obra conjuntamente están muy de acuerdo con que en todas las obras se efectúan una programación diaria o semanal de trabajos (pregunta 6.1-mediana 5).	Los jefes de obra conjuntamente están muy de acuerdo con que al hacer las asignaciones diarias o semanales de trabajos, se trata de abrir tajos no críticos y de que las tareas lleven cierta ventaja a las sucesoras (pregunta 6.1 y 6-2 - mediana 5).
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	Todos los jefes de obra coinciden en la descripción del proceso de compras. Su papel es preparar la propuesta (cantidades, precios, proveedor) y compras negocia con ese proveedor u otros, pero no cuestiona cantidades (pregunta 6.5).		Todos los jefes de obra entrevistados coinciden en que esta tarea la hacen ellos pero con mucho apoyo del encargado. A5 reconoce que para ello cuenta también bastante con los subcontratistas (pregunta 6.1).	A7: "Tienes que tener tus tajos que no piden pan para poder colocar en un momento dado a la gente y que no se quede parada. Esta es la tarea de un buen encargado" (pregunta 6.2).
4	M6	Las Ev2-Ent-A2/A3/A4/A5/A6/A7 reflejan que son los jefes de obra quienes elaboran las propuestas de compra de materiales.	Las Ev2-Ent-A2/A3/A4/A5/A6/A7 reflejan que son los jefes de obra quienes elaboran las propuestas de compra de materiales.		

MATRIZ #B1-2

PREGUNTA ESPECÍFICA: P1

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2	3	4
		Decisores en compras de materiales	Decisores en definición de colchones de materiales	Decisores en las asignaciones diarias o semanales de trabajos	Decisores en definición de colchones de obra en curso
1	M4 (Anexo 5.2)	El directivo de área (B1) piensa que los jefes de obra son los decisores más importantes en el proceso de compra de materiales (tras ellos el departamento de compras). Su papel es preparar la propuesta (cantidades, precios, proveedor), pero compras solo revisa el comparativo y tramita los pedidos y contratos (pregunta 6.5 - valoración 1).	El directivo de área (A1) piensa que los jefes del jefe de obra son los decisores más importantes en la definición del tamaño de los acopios y por tanto del colchón de seguridad en los mismos (pregunta 6.6 - valoración 1).	El directivo B1 está muy de acuerdo con que en todas las obras se efectúan una programación diaria o semanal de trabajos (pregunta 6.1-respuesta 5). Además piensa que son los jefes de obra quienes las realizan junto con los encargados.	El directivo B1 está muy de acuerdo con que al hacer las asignaciones diarias o semanales de trabajos, se trata de abrir tajos no críticos y de que las tareas lleven cierta ventaja a las sucesoras (pregunta 6.1 y 6-2 - respuesta 5).
2	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra piensan conjuntamente que son ellos los decisores más importantes en el proceso de compra de materiales (pregunta 6.5 - mediana 1).	Los jefes de obra piensan conjuntamente que son ellos los decisores más importantes en la definición del tamaño de los acopios y de los colchones de seguridad en los mismos (pregunta 6.6 - mediana 1).	Los jefes de obra conjuntamente están muy de acuerdo con que en todas las obras se efectúan una programación diaria o semanal de trabajos (pregunta 6.1-mediana 5).	Los jefes de obra conjuntamente están muy de acuerdo con que al hacer las asignaciones diarias o semanales de trabajos, se trata de abrir tajos no críticos y de que las tareas lleven cierta ventaja a las sucesoras (pregunta 6.1 y 6-2 - mediana 5).
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	Todos los jefes de obra coinciden en la descripción del proceso de compras. Su papel es preparar la propuesta (cantidades, precios, proveedor) y cerrar la negociación con el proveedor propuesto, compras solo tramita el pedido, no cuestiona nada. Los jefes del JO a veces cambian el proveedor y hay que renegociar con el elegido o cierran la negociación (pregunta 6.5).		Todos los jefes de obra entrevistados coinciden en que esta tarea la hacen ellos pero con mucho apoyo del encargado (pregunta 6.1). B3 reconoce que para ello cuenta también bastante con los subcontratistas. B5 es el único que manifestó estar en desacuerdo (pregunta 6.1 - valor 2), dice que lo hace por zonas completas pero con cuidado, pues si no la obra se va de plazo.	B5: "El objetivo es certificar lo máximo, aunque con cuidado de que por ello se incurra en mayores costes: por ejemplo, los equipos no los monta hasta el crítico momento". B6: "Sí, por 3 razones: (i) para que no se convierta en crítico, (ii) para certificar más y (iii) para poder colocar a la gente en caso de necesidad" (pregunta 6.2).
4	M6	Las Ev3-Ent-B2/B3/B5/B6/B7 y Ev2-Ent-B4 reflejan que son los jefes de obra quienes elaboran las propuestas de compra de materiales.	Las Ev3-Ent-B2/B3/B5/B6/B7 y Ev2-Ent-B4 reflejan que son los jefes de obra quienes elaboran las propuestas de compra de materiales.		



MATRIZ #A1-3

PREGUNTA ESPECÍFICA: P1

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2
		Decisores en contratación de subcontratas y medios auxiliares	Decisores en gestión de colchones de capacidad
1	M4 (Anexo 5.2)	El directivo de área (A1) piensa que los jefes de obra son los segundos decisores más importantes en el proceso de compra en general, (tras el departamento de compras). Se suele subcontratar todo; también se suelen alquilar para cada obra los medios auxiliares (p.6.5). Además A1 está de acuerdo con que los riesgos se tratan de transferir a los subcontratistas (respuesta 4 a p. 2.7). En subcontratación sin embargo su papel es el más relevante, consiste en preparar la propuesta (cantidades, precios, proveedor) y negociar con el subcontratista. <i>"Es muy importante que el subcontratista piense que es el JO quien le contrata, porque el JO debe tener la autoridad sobre la obra, y si los sub piensan que quien les contrata es Compras pueden no hacer caso al JO"</i> . Con las empresas de alquiler de medios auxiliares suele negociar compras. Compras no cuestiona cantidades (pregunta 6.5 - valoración 2).	El directivo de área (A1) piensa que los jefes de obra cuentan con los subcontratistas para los colchones de capacidad, aunque no cree que comprueben nada al respecto (pregunta 6.6 - valoración 2).
2	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra piensan conjuntamente que son ellos los decisores más importantes en el proceso de subcontratación y alquiler de medios auxiliares (pregunta 6.5 - mediana 1). Además están conjuntamente muy de acuerdo con que los riesgos se tratan de transferir a los subcontratistas (mediana 4 a p. 2.7).	Los jefes de obra piensan conjuntamente que los subcontratistas juegan un papel relevante en la gestión de los colchones de capacidad (pregunta 6.6 - mediana 3).
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	Todos los jefes de obra coinciden en la descripción del proceso de subcontratación y alquileres de medios auxiliares. Se suele subcontratar todo; también se suelen alquilar para cada obra los medios auxiliares (p.6.5). En el primer caso su papel es preparar la propuesta (cantidades, precios, proveedor) y negociar con el subcontratista., pues nadie suele cambiar el paso. En el segundo caso compras negocia con ese proveedor u otros, pero no cuestiona cantidades (pregunta 6.5).	Todos los jefes de obra coinciden en que los subcontratistas son los que tienen los colchones de capacidad. La forma de controlar su capacidad es puramente preguntar al subcontratista (todos los JO - p 6.4 y 6.6) y algunos cuentan con poder meter a otros sub si los contratados fallan (A3: <i>Pero si alguno falla, tenemos un montón de proveedores y subcontratistas que pueden venir cuando queramos</i> ). A2 y A5 apuntan que Compras aporta visión global del nivel de saturación de un sub.
4	M6	Las Ev2-Ent-A2/A3/A4/A5/A6/A7 reflejan que son los jefes de obra quienes elaboran las propuestas de subcontratación y alquiler de medios auxiliares.	Las Ev2-Ent-A2/A3/A4/A5/A6/A7 reflejan que los contratos de subcontratación tienen cláusulas de reservas de capacidad.

## MATRIZ #B1-3

## PREGUNTA ESPECÍFICA: P1

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2
		Decisores en contratación de subcontratas y medios auxiliares	Decisores en gestión de colchones de capacidad
1	M4 (Anexo 5.2)	El directivo de área (B1) piensa que los jefes de obra son los decisores más importantes en el proceso de compra en general, también en subcontratación. Se suele subcontratar todo; también se suelen alquilar para cada obra los medios auxiliares (p.6.5). Además A1 está de acuerdo con que los riesgos se tratan de transferir a los subcontratistas (respuesta 5 a p. 2.7). A este respecto su papel consiste en preparar la propuesta (cantidades, precios, proveedor) y negociar con el subcontratista o la empresa de alquileres. Con las empresas de alquiler de medios auxiliares igual (pregunta 6.5 - valoración 1).	El directivo de área (A1) piensa que los jefes de obra cuentan con los subcontratistas para los colchones de capacidad, aunque no cree que comprueben nada al respecto (pregunta 6.6 - valoración 2).
2	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra piensan conjuntamente que son ellos los decisores más importantes en el proceso de subcontratación y alquiler de medios auxiliares (pregunta 6.5 - mediana 1). Además están conjuntamente de acuerdo con que los riesgos se tratan de transferir a los subcontratistas (mediana 4 a p. 2.7).	Los jefes de obra piensan conjuntamente que los subcontratistas juegan un papel relevante en la gestión de los colchones de capacidad (pregunta 6.6 - mediana 3).
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	Todos los jefes de obra coinciden en la descripción del proceso de subcontratación y alquileres de medios auxiliares. Se suele subcontratar todo; también se suelen alquilar para cada obra los medios auxiliares (p.6.5). En ambos casos su papel es preparar la propuesta (cantidades, precios, proveedor) y negociar con el subcontratista o con la empresa de alquileres, pues nadie suele cambiar el paso. Compras revisa el proceso pero no cuestiona cantidades o candidatos, también suele aportar información sobre la sobrecarga del sub o su situación (pregunta 6.5).	Todos los jefes de obra coinciden en que los subcontratistas son los que tienen los colchones de capacidad. La forma de controlar su capacidad es puramente preguntar al subcontratista (todos los JO - p 6.4) y algunos cuentan con poder meter a otros sub si los contratados fallan (B7: <i>Con los subs hablo siempre de si tienen capacidad de sobra y claro siempre dicen que sí, aunque me pueden mentir, pero tampoco me preocupa mucho, porque hay empresas de sobra si falla alguno</i> ). B2, B4, B5, B6 y B7 apuntan que Compras aporta visión global del nivel de saturación de un sub (p. 6.5).
4	M6	Las Ev3-Ent-B2/B3/B5/B6/B7 y Ev2-Ent-B4 reflejan que son los jefes de obra quienes elaboran las propuestas de subcontratación y alquiler de medios auxiliares.	Las Ev3-Ent-B2/B3/B5/B6/B7 y Ev2-Ent-B4 reflejan que los contratos de subcontratación tienen cláusulas de reservas de capacidad.

## MATRIZ #A2-1

## PREGUNTA ESPECÍFICA: P2

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2	3
		Aceptación de riesgos	Uso de colchones de tiempo	Uso de colchones de coste
1	M2 (Tabla 7.5)		A-F2-3 / La empresa "A" suele incluir colchones de tiempo en sus programas de trabajos.	A-F2-4 / La empresa "A" incluye solo en ocasiones colchones de dinero en sus presupuestos.
2	M3 (Tabla 7.1)		A0-3 / Los jefes de obra usan colchones ocultos de tiempo y coste porque si fueran explícitos la dirección los eliminaría, pero aun así la dirección trata de evitar su uso.	A0-3 / Los jefes de obra usan colchones ocultos de tiempo y coste porque si fueran explícitos la dirección los eliminaría, pero aun así la dirección trata de evitar su uso.
3	M4 (Anexo 5.2)	A1 está de acuerdo (respuesta 4 - p. 2.8) con que a pesar de tratar de evitar, mitigar o transferir un factor de incertidumbre, en ocasiones hay que aceptar su existencia. "Hay veces que son inevitables".	A1 está de acuerdo (respuesta 4 - p. 4.6) con que en las planificaciones de los trabajos se suelen incluir colchones de tiempo para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos. "Es posible que los jefes de obra hinchen la duración de las tareas al hacer la planificación de las obras".	A1 está de acuerdo (respuesta 4 - p. 4.5) con que en los presupuestos se suelen incluir colchones de dinero para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos. "Los jefes de obra no usan colchones explícitos de dinero, pero a la hora de hacer el presupuesto de ejecución parten siempre de datos reales de costes de obras similares y saben que la tendencia hoy en día es a que los precios bajen, por tanto cuentan con ese colchón, ahora bien, no lo cuantifican". Ante esto, le pregunté qué harían si la tendencia fuera de precios al alza y me dice que pondrían un colchón en cada precio unitario.
4	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra están conjuntamente muy de acuerdo (mediana 5 - p. 2.8) con que a pesar de tratar de evitar, mitigar o transferir un factor de incertidumbre, en ocasiones hay que aceptar su existencia.	Los jefes de obra están conjuntamente entre de acuerdo y muy de acuerdo (mediana 4,5 - p 4.6) con que en las planificaciones de los trabajos se suelen incluir colchones de tiempo para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.	Los jefes de obra están conjuntamente entre de acuerdo y muy de acuerdo (mediana 4,5 - p. 4.5) con que en los presupuestos se suelen incluir colchones de dinero para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.
5	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)		A6: "Yo sobre todo alargo la duración planificada de las actividades del principio de la obra, que es cuando más incertidumbre hay". A7: "Los objetivos que nos marcan cada vez son más justos, no hay holguras, ahora bien, si veo cierto margen no lo digo, me lo quedo y no lo reflejo abiertamente, sino que alargo la duración de las tareas".	A2: "Si yo presupuestara una obra en, por ejemplo, 3 MEur y el coste final fuera de 2,7 MEur, yo me enfadaría conmigo mismo". A4: "No nos dejan, pero nosotros lo intentamos".
6	M6			

MATRIZ #B2-1

PREGUNTA ESPECÍFICA: P2

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2	3
		Aceptación de riesgos	Uso de colchones de tiempo	Uso de colchones de coste
1	M2 (Tabla 7.5)		B-F2-3 / La empresa "B" suele incluir colchones de tiempo en sus programas de trabajos.	B-F2-4 / La empresa "B" suele incluir colchones de dinero en sus presupuestos.
2	M3 (Tabla 7.1)		B0-4 / Para él los colchones de tiempo y coste son necesarios, aunque hay que limitar su uso por los jefes de obra, si fueran explícitos se eliminarían.	B0-4 / Para él los colchones de tiempo y coste son necesarios, aunque hay que limitar su uso por los jefes de obra, si fueran explícitos se eliminarían.
3	M4 (Anexo 5.2)	B1 está de acuerdo (respuesta 4 - p. 2.8) con que a pesar de tratar de evitar, mitigar o transferir un factor de incertidumbre, en ocasiones hay que aceptar su existencia. <i>"Hay casos en los que no se puede transferir porque ningún subcontratista lo asume (por ejemplo, un precio cerrado de suministro de hormigón de una obra)"</i> .	B1 está muy de acuerdo (respuesta 5 - p. 4.6) con que en las planificaciones de los trabajos se suelen incluir colchones de tiempo para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.	B1 está muy de acuerdo (respuesta 5 - p. 4.5) con que en los presupuestos se suelen incluir colchones de dinero para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.
4	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra están conjuntamente muy de acuerdo (mediana 5 - p. 2.8) con que a pesar de tratar de evitar, mitigar o transferir un factor de incertidumbre, en ocasiones hay que aceptar su existencia.	Los jefes de obra están conjuntamente muy de acuerdo (mediana 5 - p. 4.6) con que en las planificaciones de los trabajos se suelen incluir colchones de tiempo para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.	Los jefes de obra están conjuntamente muy de acuerdo (mediana 5 - p. 4.5) con que en los presupuestos se suelen incluir colchones de dinero para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.
5	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)		B2: <i>"Yo me suelo poner como objetivo acabar antes para acabar a tiempo"</i>	
6	M6		"B3" tiene 2 versiones diferentes de programas y presupuestos, una la oficial y otra la real (más ambiciosa). La real es "su" objetivo, la oficial es el objetivo "oficial". La diferencia entre ambas son los colchones "ocultos" de tiempo y coste (Ev2-Ent-B3). "B7" tiene 3 versiones diferentes de programas y presupuestos, una la oficial, otra la real (más ambiciosa, es la que él cree realista, o sea, su objetivo) y por fin la que se enseña a su gente y los subs (todavía más ambiciosa). La real es "su" objetivo, la oficial es el objetivo "oficial". La diferencia entre la oficial y la real son los colchones "ocultos" de tiempo y coste. (Ev2-Ent-B7).	"B3" tiene 2 versiones diferentes de programas y presupuestos, una la oficial y otra la real (más ambiciosa). La real es "su" objetivo, la oficial es el objetivo "oficial". La diferencia entre ambas son los colchones "ocultos" de tiempo y coste (Ev2-Ent-B3). "B7" tiene 3 versiones diferentes de programas y presupuestos, una la oficial, otra la real (más ambiciosa, es la que él cree realista, o sea, su objetivo) y por fin la que se enseña a su gente y los subs (todavía más ambiciosa). La real es "su" objetivo, la oficial es el objetivo "oficial". La diferencia entre la oficial y la real son los colchones "ocultos" de tiempo y coste. (Ev2-Ent-B7).

MATRIZ #A2-2

PREGUNTA ESPECÍFICA: P2

		1	2
	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	Conocimiento del término "reserva para contingencias"	Término más usado para expresar el concepto de reserva para contingencias
1	M1 (Apdo. 7.2.3)	Según la encuesta piloto el término "reserva para contingencias" no se conoce en España.	Según la encuesta piloto el término más usado en España es "colchón".
2	M3 (Tabla 7.1)	A0-2 / No había oído ese término. Conoce las reservas para contingencias como colchones.	A0-2 / No había oído ese término. Conoce las reservas para contingencias como colchones.
3	M4 (Anexo 5.2)	A1 no conoce el término "reserva para contingencias" (valoración 1, p. 4.9).	Para A1, el término "colchón" es el más conocido (y el único) para designar el concepto (valoración 4, p. 4.9). El resto de los términos propuestos reciben una valoración de 1. No conoce ningún otro término adicional.
4	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Para los jefes de obra conjuntamente, el término "reserva para contingencias" no es conocido (mediana 1, p.4.9).	Para los jefes de obra conjuntamente, el término más conocido es colchón (mediana 3,5, p.4.9), seguido de "holgura de tiempo" (mediana 3). El resto de alternativas no son conocidas (mediana 1).
5	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	Ningún jefe de obra había oído nombrar el término "reserva para contingencias" (p. 4.9).	A3 no usa ningún término, no verbaliza el concepto. A6 usa sobre todo el término "bolsa" (p. 4.9).

## MATRIZ #B2-2

## PREGUNTA ESPECÍFICA: P2

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2
		Conocimiento del término "reserva para contingencias"	Término más usado para expresar el concepto de reserva para contingencias
1	M1 (Apdo. 7.2.3)	Según la encuesta piloto el término "reserva para contingencias" no se conoce en España.	Según la encuesta piloto el término más usado en España es "colchón".
2	M3 (Tabla 7.1)	B0-2 / No había oído ese término. Conoce las reservas para contingencias como colchones.	B0-2 / No había oído ese término. Conoce las reservas para contingencias como colchones.
3	M4 (Anexo 5.2)	B1 no conoce el término "reserva para contingencias" (valoración 1, p. 4.9).	Para B1, el término "colchón" es el más conocido para designar el concepto (valoración 5, p. 4.9). También conoce el término "holgura de tiempo" (valoración 3). El resto de los términos propuestos reciben una valoración de 1. No conoce ningún otro término adicional.
4	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Para los jefes de obra conjuntamente, el término "reserva para contingencias" no es conocido (mediana 1, p.4.9).	Para los jefes de obra conjuntamente, el término más conocido es colchón (mediana 5, p.4.9), seguido de "holgura de tiempo" (mediana 3). El resto de alternativas no son conocidas (mediana 1), salvo "otros" (mediana 2,5).
5	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	Ningún jefe de obra había oído nombrar el término "reserva para contingencias" (p. 4.9).	El término más usado por B2 junto con "colchón" es "imprevistos". B5 y B7 también conocen el término "bolsa", aunque el que más usan es "colchón" (p. 4.9).

## MATRIZ #A2-3

## PREGUNTA ESPECÍFICA: P2

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2
		Realismo o voluntarismo en relación a las oportunidades	Criterios de valoración de las oportunidades
1	M4 (Anexo 5.2)	A1 (p.418): "No se definen oportunidades voluntaristas, se valoran las que se encuentran realmente".	A1 (p. 4.19): "Si se encuentra algo que puede ahorrar coste y reducir plazo se valora de esa forma, como menos coste o menos plazo".
2	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	A4 y A7 definen reducciones de coste y plazo voluntaristas, sin identificar a priori oportunidades concretas, sino oportunidades a ser identificadas. Por el contrario, A2, A3, A5 y A6 refieren que solo se basan en oportunidades realmente identificadas. (p. 4.18).	Todos los jefes de obra coinciden en que valoran las oportunidades como menos coste y/o menos plazo. (p. 4.19).
3	M6		

MATRIZ #B2-3

PREGUNTA ESPECÍFICA: P2

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2
		Realismo o voluntarismo en relación a las oportunidades	Criterios de valoración de las oportunidades
1	M4 (Anexo 5.2)	B1 (p.418). Refiere que los jefes de obra identifican, evalúan y valoran oportunidades de forma realista o voluntarista mediante el formato de "Objetivos no Incluidos".	B1 (p. 4.19): Los Objetivos no incluidos se valoran como menor coste y/o menor plazo.
2	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	B2, B4, B5, B6 y B7 valoran oportunidades realmente identificadas y también oportunidades a encontrar. B3 refiere que solo valora oportunidades realmente identificadas. (p. 4.18).	Todos los jefes de obra coinciden en que valoran los objetivos no incluidos como menos coste y/o menos plazo. (p. 4.19).
3	M6	La revisión de los "Objetivos no Incluidos" de cada obra pone de manifiesto que efectivamente los jefes de obra B2, B3, B5, B6 y B7 identifican (de forma voluntarista y realista), evalúan, valoran y revisan a lo largo del tiempo oportunidades para optimizar la obra. (Ev1-Ent-B2/B3/B5/B6 y B7). Un ejemplo de oportunidad realista es la que figura en el registro de objetivos no incluidos que gestiona en la actualidad B7: "cambiar la marca de las bombas - ahorro 14%". También los objetivos no incluidos de la obra de B7 incluye una oportunidad voluntarista: "reclamaciones diversas sin detallar - incremento de ingresos 6%".	La revisión de los "Objetivos no Incluidos" de cada obra pone de manifiesto que efectivamente los jefes de obra B2, B3, B5, B6 y B7 valoran los objetivos no incluidos como menos coste y/o menos plazo. (Ev1-Ent-B2/B3/B5/B6 y B7).

MATRIZ #A2-4

PREGUNTA ESPECÍFICA: P2

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2
		Existencia de tolerancias de alcance-calidad	Gestión de las tolerancias de alcance-calidad
1	M4 (Anexo 5.2)	El directivo A1 está muy de acuerdo (respuesta 5 - p. 5.3) con la idea de que en ocasiones el alcance y la calidad contractual presenta ciertas tolerancias que permiten reducir costes y/o reducir plazos.	A1 (p. 5.3): <i>"Sí, pero en tipos y marcas de materiales, no en hacer "chapuzas". Esto se plantea abiertamente, se modifica el proyecto y cambia el presupuesto y/o el programa, al alza o a la baja, depende"</i> .
2	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra están conjuntamente muy de acuerdo (mediana 5 - p. 5.3) con la idea de que en ocasiones el alcance y la calidad contractual presenta ciertas tolerancias que permiten reducir costes y/o reducir plazos.	
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)		<p>A2, A3 y A4 se expresan en similares términos. Estos tres jefes de obra aseguran que hacen explícitas las tolerancias que identifican al revisar el proyecto. Si se aceptan cambian su "precio" y/o su programa con los mismos criterios que el inicial. No tratan de sacar más margen.</p> <p>De forma similar se expresa A5: <i>"Cuando reviso el proyecto, si veo algo que se puede reducir lo digo y si el departamento técnico lo acepta, perfecto, se cambia el presupuesto y el programa. Ahora bien, yo siempre ejecuto lo que dice el proyecto, además los cambios no se hacen para buitrear, sino para mejorar la obra, porque somos los mismos"</i>. Y A6: <i>"Sí, al revisar el proyecto informo de todo lo que veo al Dep. Técnico y si considera que se debe cambiar el proyecto se cambia. Pero yo lo hago para colaborar en mejorar el proyecto para mi empresa, no para que la obra salga mejor"</i>.</p> <p>Sin embargo A7 es el único jefe de obra entrevistado de la empresa "A" que mantiene una posición discrepante. Él esto se lo guarda. Aunque dice que los ahorros por Calidad no se los permiten, pero él cuando sabe que algo no es necesario trata de evitarlo aunque lo diga el proyecto. En todos los casos ver p. 5.3.</p>



MATRIZ #B2-4

PREGUNTA ESPECÍFICA: P2

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2
		Existencia de tolerancias de alcance-calidad	Gestión de las tolerancias de alcance-calidad
1	M4 (Anexo 5.2)	El directivo B1 está muy de acuerdo (respuesta 5 - p. 5.3) con la idea de que en ocasiones el alcance y la calidad contractual presenta ciertas tolerancias que permiten reducir costes y/o reducir plazos.	B1 (p. 5.3): <i>"Sin duda hay tolerancias. E intentamos aprovecharlo en nuestro favor"</i> .
2	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra están conjuntamente muy de acuerdo (mediana 5 - p. 5.3) con la idea de que en ocasiones el alcance y la calidad contractual presenta ciertas tolerancias que permiten reducir costes y/o reducir plazos.	
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)		Todos los jefes de obra entrevistados coinciden básicamente en el modo de gestión de las tolerancias, que se podría describir por las siguientes ideas: (i) tratar de cambiar las marcas o soluciones técnicas de proyecto por otras que económicamente les salgan más rentables a la empresa, (ii) introducir modificaciones por fallos del proyecto con el mismo fin, (iii) creación oportunista de tolerancias: en menor medida, pero todos refieren tratar de alterar el alcance-calidad contractual de forma oculta, aunque en cosas no graves para la obra (p. 5.1 y p. 5.3).

## MATRIZ #A2-5

## PREGUNTA ESPECÍFICA: P2

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2	3	4
		Colchones de obra en curso entre actividades consecutivas	Colchones de obra en curso (actividades no críticas)	Colchón de tiempo en compras y subcontratación	Colchones de materias primas y capacidad
1	M4 (Anexo 5.2)	A1 está muy de acuerdo (respuesta 5 - p. 6.1) con la idea de que las asignaciones diarias o semanales de trabajos, se realizan buscando que las tareas predecesoras mantengan una cierta ventaja a las sucesoras. Además A1 dice: <i>"A mí la obra que más me gusta es aquella en la que parece que no hay nadie trabajando, parece que va lenta, pero todos los oficios están trabajando coordinadamente"</i> .	A1 está muy de acuerdo (respuesta 5 - p. 6.2) con la idea de que las asignaciones diarias o semanales de trabajos, se realizan también con el fin de abrir tajos aunque no sean críticos.	A1 está de acuerdo (respuesta 4 - p. 6.3) con la idea de que las compras de materiales, el alquiler o compra de maquinaria y utillaje y la subcontratación se planifican con margen suficiente para absorber incertidumbre.	A1 está de acuerdo (respuesta 4 - p. 6.4) con la idea de que en las compras de materiales, el alquiler o compra de maquinaria y utillaje y la subcontratación se definen "stocks" de seguridad o reservas de capacidad para absorber incertidumbre.
2	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra están conjuntamente muy de acuerdo (mediana 5 - p. 6.1) con la idea de que las asignaciones diarias o semanales de trabajos, se realizan buscando que las tareas predecesoras mantengan una cierta ventaja a las sucesoras.	Los jefes de obra están conjuntamente muy de acuerdo (mediana 5 - p. 6.2) con la idea de que las asignaciones diarias o semanales de trabajos, se realizan también con el fin de abrir tajos aunque no sean críticos.	Los jefes de obra están conjuntamente muy de acuerdo (mediana 5 - p. 6.3) con la idea de que las compras de materiales, el alquiler o compra de maquinaria y utillaje y la subcontratación se planifican con margen suficiente para absorber incertidumbre.	Los jefes de obra están conjuntamente de acuerdo (mediana 4 - p. 6.4) con la idea de que en las compras de materiales, el alquiler o compra de maquinaria y utillaje y la subcontratación se definen "stocks" de seguridad o reservas de capacidad para absorber incertidumbre.
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)		A6 (p. 6.2): <i>"Sí, es más dinero a certificar"</i> . A7 (p. 6.2): <i>"Tienes que tener tus tajos que no piden pan para poder colocar en un momento dado a la gente y que no se quede parada. Esta es la tarea de un buen encargado"</i> .	A2 (p. 6.3): <i>"durante la fase de estructura hay que dejar la obra entera contratada. Es muy importante para planificar bien la obra, pues los sub se la pueden estudiar bien y así evitar incertidumbre"</i> . A4 (p. 6.3): <i>"Te puede provocar un buen pufo si no lo tienes a tiempo"</i>	Todos los jefes de obra (p. 6.4) refieren que en general compran algo más de lo estrictamente necesario, a fin de cubrir mermas u otras circunstancias, aunque no les suele sobrar material.
4	M6			En todas las obras visitadas se han observado pedidos de materiales y contratos de subcontratistas que aún no estaban en obra (Ev2-Ent-A2/A3/A4/A6/A7).	
5	M7	En todas las obras visitadas se ha observado obra en curso "ociosa" (Inf-Ent-A2/A3/A4/A6/A7).			En todas las obras visitadas se han observado acopios de materias primas (Inf-Ent-A2/A3/A4/A6/A7).

## MATRIZ #B2-5

## PREGUNTA ESPECÍFICA: P2

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2	3	4
		Colchones de obra en curso entre actividades consecutivas	Colchones de obra en curso (actividades no críticas)	Colchón de tiempo en compras y subcontratación	Colchones de materias primas y capacidad
1	M4 (Anexo 5.2)	B1 está muy de acuerdo (respuesta 5 - p. 6.1) con la idea de que las asignaciones diarias o semanales de trabajos, se realizan buscando que las tareas predecesoras mantengan una cierta ventaja a las sucesoras.	B1 está muy de acuerdo (respuesta 5 - p. 6.2) con la idea de que las asignaciones diarias o semanales de trabajos, se realizan también con el fin de abrir tajos aunque no sean críticos.	B1 está de acuerdo (respuesta 4 - p. 6.3) con la idea de que las compras de materiales, el alquiler o compra de maquinaria y utillaje y la subcontratación se planifican con margen suficiente para absorber incertidumbre. <i>"Se debería hacer, aunque no siempre se hace"</i> .	A1 está de acuerdo (respuesta 4 - p. 6.4) con la idea de que en las compras de materiales, el alquiler o compra de maquinaria y utillaje y la subcontratación se definen "stocks" de seguridad o reservas de capacidad para absorber incertidumbre.
2	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra están conjuntamente muy de acuerdo (mediana 5 - p. 6.1) con la idea de que las asignaciones diarias o semanales de trabajos, se realizan buscando que las tareas predecesoras mantengan una cierta ventaja a las sucesoras.	Los jefes de obra están conjuntamente muy de acuerdo (mediana 5 - p. 6.2) con la idea de que las asignaciones diarias o semanales de trabajos, se realizan también con el fin de abrir tajos aunque no sean críticos.	Los jefes de obra están conjuntamente muy de acuerdo (mediana 5 - p. 6.3) con la idea de que las compras de materiales, el alquiler o compra de maquinaria y utillaje y la subcontratación se planifican con margen suficiente para absorber incertidumbre.	Los jefes de obra están conjuntamente de acuerdo (mediana 4 - p. 6.4) con la idea de que en las compras de materiales, el alquiler o compra de maquinaria y utillaje y la subcontratación se definen "stocks" de seguridad o reservas de capacidad para absorber incertidumbre.
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)		B3 (p. 6.2): <i>"Para poder colocar a la gente si se da mal algo. El criterio también es producir todo lo que se pueda producir (para certificar más), pero tengo en cuenta que no se vaya a dañar lo producido por hacerlo demasiado pronto"</i> . B6 (p. 6.2): <i>"Sí, por 3 razones: (i) para que no se convierta en crítico, (ii) para certificar más y (iii) para poder colocar a la gente en caso de necesidad"</i> .	B6 (p. 6.3): <i>"Yo evalúo el proyecto completo y así planifico las compras, teniendo en cuenta no solo cuando necesito cada material u oficio concreto, sino el que un cierto proveedor tenga que definir algo mucho antes de entrar (por ejemplo el del ascensor, que tiene que definir las dimensiones del hueco)"</i> .	Todos los jefes de obra (p. 6.4) refieren que en general compran algo más de lo estrictamente necesario, a fin de cubrir mermas u otras circunstancias, aunque no les suele sobrar material.
4	M6			En todas las obras visitadas se han observado pedidos de materiales y contratos de subcontratistas que aún no estaban en obra (Ev3-Ent-B2/B3/B5/B7).	
5	M7	En todas las obras visitadas se ha observado obra en curso "ociosa" (Inf-Ent-B2/B3/B5/B7).			En todas las obras visitadas se han observado acopios de materias primas (Inf-Ent-B2/B3/B5/B7).

MATRIZ #A3-1

PREGUNTA ESPECÍFICA: P3

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1
		Colchones de tiempo específicos por actividad, no globales, en forma de mayor duración de las tareas (ocultos).
1	M4 (Anexo 5.2)	A1 está de acuerdo (respuesta 4 - p. 4.13) con la idea de que los colchones de tiempo suelen definirse como una mayor duración prevista de ciertas tareas. Además, al tratar la misma pregunta 4.13, dijo: <i>"Es posible que los jefes de obra hinchen la duración de las tareas de forma oculta al hacer la planificación de las obras y que planifiquen alguna medición hinchada si existe"</i> .
2	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra están conjuntamente muy de acuerdo (mediana 5 - p. 4.13) con la idea de que los colchones de tiempo suelen definirse como una mayor duración prevista de ciertas tareas.
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	A6 (p. 4.13): <i>"Yo sobre todo alargo la duración planificada de las actividades del principio de la obra, que es cuando más incertidumbre hay"</i> . A7 (p. 4.13): <i>"Los objetivos que nos marcan cada vez son más justos, no hay holguras, ahora bien, si veo cierto margen no lo digo, me lo quedo y no lo reflejo abiertamente, sino que alargo la duración de las tareas"</i>
4	M6	A4 y A7 tienen dos versiones de programas de trabajos y presupuestos: una la oficial y otra la "suya". La diferencia entre ambas son los colchones de tiempo y coste ocultos en las duraciones de las tareas y en las mediciones y precios unitarios (respectivamente) (Ev1-Ent-A4/A7).

MATRIZ #B3-1

PREGUNTA ESPECÍFICA: P3

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1
		Colchones de tiempo específicos por actividad, no globales, en forma de mayor duración de las tareas (ocultos).
1	M4 (Anexo 5.2)	B1 está muy de acuerdo (respuesta 5 - p. 4.13) con la idea de que los colchones de tiempo suelen definirse como una mayor duración prevista de ciertas tareas.
2	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra están conjuntamente muy de acuerdo (mediana 5 - p. 4.13) con la idea de que los colchones de tiempo suelen definirse como una mayor duración prevista de ciertas tareas.
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	Todos los jefes de obra manifiestan que alargan la duración de las tareas para cubrir posibles incertidumbre, pero de forma oculta no explícita (p. 4.13).
4	M6	B2, B3 y B5 tienen dos versiones de programas de trabajos y presupuestos: una la oficial y otra la "suya". La diferencia entre ambas son los colchones de tiempo y coste ocultos en las duraciones de las tareas y en las mediciones y precios unitarios (respectivamente). B7 también, pero refiere que tienen tres versiones (una para sus jefes, otra para él y otra para su gente y los subs) (Ev2-Ent-B2/B3/B5 y B7).

## MATRIZ #A3-2

## PREGUNTA ESPECÍFICA: P3

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1
		Colchones de coste específicos por actividad, no globales, en forma de mayores costes unitarios y/o excesos de mediciones (ocultos).
1	M4 (Anexo 5.2)	A1 está de acuerdo (respuesta 4 - p. 4.14) con la idea de que los colchones de dinero suelen definirse como mayores mediciones o mayores costes unitarios. Además, al tratar la misma pregunta 4.14, dijo: "Es posible que los jefes de obra hinchen los costes unitarios previstos o las mediciones de forma oculta al hacer los presupuestos de las obras".
2	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra están conjuntamente muy de acuerdo (mediana 5 - p. 4.14) con la idea de que los colchones de dinero suelen definirse como mayores mediciones o mayores costes unitarios.
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	A2 (P. 4.14): "Yo nunca uso colchones de coste". Los jefes de obra A4, A6 y A7 aseguran usar como colchones de coste los costes unitarios y las mediciones hinchadas (ocultos). Los jefes de obra A3 y A5 solo usan los costes unitarios hinchados (ocultos).
4	M6	A4 y A7 tienen dos versiones de programas de trabajos y presupuestos: una la oficial y otra la "suya". La diferencia entre ambas son los colchones de tiempo y coste ocultos en las duraciones de las tareas y en las mediciones y precios unitarios (respectivamente) (Ev1-Ent-A4/A7).

## MATRIZ #B3-2

## PREGUNTA ESPECÍFICA: P3

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1
		Colchones de coste específicos por actividad, no globales, en forma de mayores costes unitarios y/o excesos de mediciones (ocultos).
1	M4 (Anexo 5.2)	B1 está muy de acuerdo (respuesta 5 - p. 4.14) con la idea de que los colchones de dinero suelen definirse como mayores mediciones o mayores costes unitarios. Además, al tratar la misma pregunta 4.14, dijo: "Seguro que sí".
2	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra están conjuntamente muy de acuerdo (mediana 5 - p. 4.14) con la idea de que los colchones de dinero suelen definirse como mayores mediciones o mayores costes unitarios.
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	B4 (P. 4.14): "Yo nunca uso colchones de coste, solo que las partidas de costes indirectos sé que van sobradas". Todos los demás jefes de obra aseguran usar como colchones de coste los costes unitarios y las mediciones hinchadas (si existen); en ambos casos de forma oculta.
4	M6	B2, B3 y B5 tienen dos versiones de programas de trabajos y presupuestos: una la oficial y otra la "suya". La diferencia entre ambas son los colchones de tiempo y coste ocultos en las duraciones de las tareas y en las mediciones y precios unitarios (respectivamente). B7 también, pero refiere que tienen tres versiones (una para sus jefes, otra para él y otra para su gente y los subcontratistas) (Ev2-Ent-B2/B3/B5 y B7).

## MATRIZ #A3-3

## PREGUNTA ESPECÍFICA: P3

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1
		Colchones de tiempo y coste: ¿explícitos?
1	M4 (Anexo 5.2)	A1 está totalmente en desacuerdo (respuesta 1 - p. 4.12) con la idea de que los colchones de tiempo y dinero suelen ser explícitos. Además, al tratar la misma pregunta 4.12, dijo: <i>"Si un jefe de obra me presentara un programa o un presupuesto con colchones explícitos se los quitaría, pues pensaría que además habría otros colchones ocultos"</i> .
2	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra están en conjunto totalmente en desacuerdo (mediana 1 - p. 4.12) con la idea de que los colchones de tiempo y dinero suelen ser explícitos.
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	A2 (P. 4.12): <i>"Yo soy muy claro con mis jefes, de coste no uso, pero de tiempo sí, ahora a ellos se lo digo"</i> . Los restantes jefes de obra manifiestan no utilizar colchones de tiempo y coste explícitos porque piensan que sus jefes se los quitarían.
4	M6	A4 y A7 tienen dos versiones de programas de trabajos y presupuestos: una la oficial y otra la "suya". La diferencia entre ambas son los colchones de tiempo y coste ocultos en las duraciones de las tareas y en las mediciones y precios unitarios (respectivamente). Los programas y presupuestos analizados no incluyen colchones de tiempo y coste explícitos (Ev1-Ent-A4/A7).

## MATRIZ #B3-3

## PREGUNTA ESPECÍFICA: P3

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1
		Colchones de tiempo y coste: ¿explícitos?
1	M4 (Anexo 5.2)	B1 está totalmente en desacuerdo (respuesta 1 - p. 4.12) con la idea de que los colchones de tiempo y dinero suelen ser explícitos. Además, al tratar la misma pregunta 4.12, se le planteó la idea expresada por A1 y manifestó estar totalmente de acuerdo ( <i>"Si un jefe de obra me presentara un programa o un presupuesto con colchones explícitos se los quitaría, pues pensaría que además habría otros colchones ocultos"</i> ).
2	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra están en conjunto totalmente en desacuerdo (mediana 1 - p. 4.12) con la idea de que los colchones de tiempo y dinero suelen ser explícitos.
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	B4 (P. 4.12): <i>"Yo no uso colchones de coste, solo que las partidas de costes indirectos sé que van sobradas"</i> . Los restantes jefes de obra manifiestan no utilizar colchones de tiempo y coste explícitos porque piensan que sus jefes se los quitarían.
4	M6	B2, B3 y B5 tienen dos versiones de programas de trabajos y presupuestos: una la oficial y otra la "suya". La diferencia entre ambas son los colchones de tiempo y coste ocultos en las duraciones de las tareas y en las mediciones y precios unitarios (respectivamente). B7 también, pero refiere que tienen tres versiones (una para sus jefes, otra para él y otra para su gente y los subcontratistas). Los programas y presupuestos analizados no incluyen colchones de tiempo y coste explícitos (Ev2-Ent-B2/B3/B5 y B7).

MATRIZ #A3-4

PREGUNTA ESPECÍFICA: P3

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1
		Bases de partida para confeccionar el programa de trabajos
1	M4 (Anexo 5.2)	A1 afirma (p. 4.6): <i>"Las obras se planifican en base a jornadas de 8 horas y además nuestros subcontratistas tienen capacidad para destinar más recursos a una obra; si es necesario acelerar, se puede ampliar jornada y meter más recursos"</i> .
2	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	Todos los jefes de obra de la empresa afirman que el programa de trabajos lo confeccionan en base a jornada normal y con un nivel de recursos medio, pudiendo acelerar la obra ampliando jornada o incrementando los recursos, si fuese necesario (p. 4.6). A3 y A7 aseguran que tratan de no hacerlo porque el rendimiento se reduce.

MATRIZ #B3-4

PREGUNTA ESPECÍFICA: P3

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1
		Bases de partida para confeccionar el programa de trabajos
1	M4 (Anexo 5.2)	B1 afirma (p. 4.6): <i>"Los jefes de obra hacen los programas en base a jornada normal y recursos "normales", o sea que si tienen que acelerar, pueden hacerlo."</i>
2	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	Todos los jefes de obra de la empresa afirman que el programa de trabajos lo confeccionan en base a jornada normal y con un nivel de recursos medio, pudiendo acelerar la obra ampliando jornada o incrementando los recursos, si fuese necesario (p. 4.6).

MATRIZ #A3-5

PREGUNTA ESPECÍFICA: P3

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1
		Las partidas de costes indirectos como colchón de dinero
1	M4 (Anexo 5.2)	A1 piensa que los jefes de obra pueden utilizar las partidas de costes indirectos como colchones de dinero (p. 7).
2	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	Tres jefes de obra (A4, A5 y A7) afirman utilizar las partidas de costes indirectos como colchón de coste, mientras que los otros tres (A2, A3 y A6) afirman no hacerlo (p. 7).

MATRIZ #B3-5

PREGUNTA ESPECÍFICA: P3

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1
		Las partidas de costes indirectos como colchón de dinero
1	M4 (Anexo 5.2)	B1 piensa que los jefes de obra pueden utilizar las partidas de costes indirectos como colchones de dinero (p. Anexo-1.2).
2	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	Tres jefes de obra (B4, B5 y B7) afirman utilizar las partidas de costes indirectos como colchón de coste, mientras que los otros tres (B2, B3 y B6) afirman no hacerlo (p. Anexo-1.2).



MATRIZ #A4-1

PREGUNTA ESPECÍFICA: P4

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2	3	4
		El tamaño de los colchones de tiempo y dinero se define subjetivamente	Definición subjetiva porque es el único o el mejor método	Definición subjetiva por falta de medios para hacerlo de otra forma	Definición subjetiva porque no se conoce otro método
1	M2 (Tabla 7.5)	A-F2-5 / La empresa "A" define los colchones de tiempo y dinero por estimación subjetiva.			
2	M4 (Anexo 5.2)	A1 manifiesta estar de acuerdo (respuesta 4 - p. 4.15) con la idea de que los colchones de tiempo y dinero suelen ser definidos de forma subjetiva sin tener en cuenta qué hechos pueden ocasionar retrasos o sobrecostos a la obra.	A1 dice al respecto que es la única forma posible (p. 4.15).		
3	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Todos los jefes de obra de la empresa "A" manifiestan estar de acuerdo o muy de acuerdo (respuestas 4 o 5 - p. 4.15 o 4.16) con la idea de que se definen subjetivamente. A2, A3, A4 y A5 sin apoyarse en factores identificados, y A6 y A7 a partir de factores identificados.			
4	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)		A2 (p. 4.15): <i>porque no hay forma objetiva de cuantificarlos, pues hay muchos factores externos que pueden complicar las cosas.</i>	A3 (p. 4.15): <i>por falta de tiempo, si tuviera más tiempo lo estudiaría más a fondo.</i> A5 (p. 4.15): <i>por falta de tiempo.</i>	A4 (p. 4.15): <i>porque no hay tipificado en mi empresa un procedimiento objetivo, además no nos dejan usar colchones.</i> A5 (p. 4.15): <i>porque siempre se ha hecho así.</i> A6 (p. 4.15): <i>porque en la empresa no nos dejan usarlos, por tanto lo tiene que hacer el jefe de obra a su aire.</i> A7 (p. 4.15): <i>Pues porque no sé hacerlo de otra forma.</i>

MATRIZ #B4-1

PREGUNTA ESPECÍFICA: P4

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2	3	4
		El tamaño de los colchones de tiempo y dinero se define subjetivamente	Definición subjetiva porque es el único o el mejor método	Definición subjetiva por falta de medios para hacerlo de otra forma	Definición subjetiva porque no se conoce otro método
1	M2 (Tabla 7.5)	B-F2-5 / La empresa "B" define los colchones de tiempo y dinero por estimación subjetiva.			
2	M4 (Anexo 5.2)	B1 manifiesta estar muy de acuerdo (respuesta 5 - p. 4.15) con la idea de que los colchones de tiempo y dinero suelen ser definidos de forma subjetiva sin tener en cuenta qué hechos pueden ocasionar retrasos o sobrecostos a la obra.			B1 (p. 4.15): <i>¿Pero es que hay otra forma de hacerlo?</i>
3	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Todos los jefes de obra de la empresa "B" manifiestan estar muy de acuerdo (respuesta 5 - p. 4.15 o 4.16) con la idea de que se definen subjetivamente. B3 y B5 sin apoyarse en factores identificados, B2, B6 y B7 a partir de factores identificados y B4 de ambas formas.			
4	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)		B2 (p. 4.15): <i>Yo los defino subjetivamente en base a mi experiencia. La experiencia del JO es muy importante para todo.</i> B3 (p. 4.16): <i>porque es la única forma.</i> B4 (p. 4.15): <i>Se definen subjetivamente porque es algo que depende de la experiencia personal.</i> B5 (p. 4.16): <i>porque cada obra es un mundo.</i>	B6 (p. 4.16): <i>Lo hago subjetivamente por falta de tiempo para estudiar a fondo la obra.</i>	B7 (p. 4.16): <i>Lo defino subjetivamente quizá porque no conozco otra forma de hacerlo.</i>

MATRIZ #A4-2

PREGUNTA ESPECÍFICA: P4

		1
FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)		Conocimiento de métodos de gestión de reservas para contingencias de tiempo y coste
1	M2 (Tabla 7.5)	A-F2-6 / La empresa "A" no utiliza Monte Carlo u "otros métodos" para la definición de las reservas para contingencias de tiempo o de dinero.
2	M4 (Anexo 5.2)	A la pregunta de "qué otros métodos se utilizan en su empresa para gestionar (definir y revisar) los colchones de tiempo y dinero" y si conoce específicamente Monte Carlo, A1 respondía que no se usa ningún método aparte de la estimación subjetiva ni conoce ningún otro método (p. 4.17).
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	A la pregunta de "qué otros métodos se utilizan en su empresa para gestionar (definir y revisar) los colchones de tiempo y dinero" y si conoce específicamente Monte Carlo, todos los jefes de obra respondían que no se usa ningún método aparte de la estimación subjetiva y ninguno conoce ningún otro método (p. 4.17).

MATRIZ #B4-2

PREGUNTA ESPECÍFICA: P4

		1
FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)		Conocimiento de métodos de gestión de reservas para contingencias de tiempo y coste
1	M2 (Tabla 7.5)	B-F2-6 / La empresa "B" no utiliza Monte Carlo u "otros métodos" para la definición de las reservas para contingencias de tiempo o de dinero.
2	M4 (Anexo 5.2)	A la pregunta de "qué otros métodos se utilizan en su empresa para gestionar (definir y revisar) los colchones de tiempo y dinero" y si conoce específicamente Monte Carlo, B1 respondía que no se usa ningún método aparte de la estimación subjetiva ni conoce ningún otro método, es más, preguntó: "Ah, ¿pero es qué hay otros métodos?" (p. 4.17).
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	A la pregunta de "qué otros métodos se utilizan en su empresa para gestionar (definir y revisar) los colchones de tiempo y dinero" y si conoce específicamente Monte Carlo, todos los jefes de obra respondían que no se usa ningún método aparte de la estimación subjetiva y ninguno conoce ningún otro método (p. 4.17).

MATRIZ #A4-3

PREGUNTA ESPECÍFICA: P4

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1
		Necesidad de los colchones de tiempo y coste
1	M3 (Tabla 7.1)	A-04 / Su impresión sobre los colchones es negativa, implica ocultar algo, aunque en cierta medida son necesarios.
2	M4 (Anexo 5.2)	A1 (p. 7): <i>"Los colchones de tiempo y coste son necesarios porque si no existieran o fueran demasiado bajos, cumplir los objetivos sería más infrecuente; eso sí, sin pasarse, porque si son muy altos los jefes de obra se acomodan"</i>
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	A1-A7 (p. 7): Todos los jefes de obra con excepción de A2 manifiestan que los colchones de tiempo y coste son necesarios. A2 piensa que los de tiempo sí son necesarios, pero lo de coste no. A3: <i>"hacen falta, pero hasta un punto, porque si son muy grandes valdría todo"</i>

MATRIZ #B4-3

PREGUNTA ESPECÍFICA: P4

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1
		Necesidad de los colchones de tiempo y coste
1	M3 (Tabla 7.1)	B-04 / Para él los colchones de tiempo y coste son necesarios, aunque hay que limitar su uso por los jefes de obra, si fueran explícitos se eliminarían.
2	M4 (Anexo 5.2)	B1 (p. 7): <i>"Los colchones de tiempo y dinero son necesarios en una justa medida"</i> .
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	B1-B7 (p. 7): Todos los jefes de obra manifiestan que los colchones de tiempo y coste son necesarios. B4: <i>"Hacen falta colchones, ni muy grandes ni muy pequeños"</i> .

MATRIZ #A4-4

PREGUNTA ESPECÍFICA: P4

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2	3	4
		Efectos del exceso de colchones de tiempo y coste	Efectos de que los colchones de tiempo y coste sean demasiado bajos	Efectos de la reducción controlada de los colchones de tiempo y coste hasta el umbral mínimo admisible	Efectos en los colchones de una mejor planificación de la obra
1	M4 (Anexo 5.2)	<p>A1 (p. 7): "Los colchones de tiempo y coste son necesarios porque si no existieran o fueran demasiado bajos, cumplir los objetivos sería más infrecuente; eso sí, sin pasarse, porque si son muy altos los jefes de obra se acomodan". También está de acuerdo con que planificando mejor las obras los colchones de tiempo y coste pueden ser menores.</p>			
2	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	<p>Todos los jefes de obra (p. 7), están de acuerdo con que un exceso de colchones de tiempo y coste es negativo, pues fomentaría el acomodo y provocaría peores resultados de la obra, por el contrario, si los colchones fueran demasiado escasos, también provocaría efectos negativos, en concreto que los objetivos de la obra se incumplirían con más frecuencia; pero entre los dos anteriores valores límite que se apuntan tácitamente, es bueno reducir ambos colchones porque ayuda a mejorar. Un ejemplo de esta última idea es la planificación de la obra, pues todos están de acuerdo con que con más y mejor planificación (una mejora de procesos en suma), los colchones se pueden reducir. A3: "Hacen falta, pero hasta un punto, porque si son muy grandes valdría todo". "Si se redujeran demasiado habría que explicar demasiadas cosas porque muchas veces no cumpliríamos, aunque bajarlos un poco te obliga a que no se escape nada; pero no demasiado". A5: "Si fueran muy altos, malo..., nos relajaríamos y la obra saldría peor. También sería bueno reducir los colchones porque nos obligaría a mejorar, ahora bien, con un estudio previo muy bien hecho..., pero dejarlos a cero es imposible, sería peligroso, porque aunque la construcción es como un mecano, no es una fábrica, hay siempre imprevistos que no se pueden cuantificar ni medir que te pueden fastidiar una obra".</p>			

MATRIZ #B4-4

PREGUNTA ESPECÍFICA: P4

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2	3	4
		Efectos del exceso de colchones de tiempo y coste	Efectos de que los colchones de tiempo y coste sean demasiado bajos	Efectos de la reducción controlada de los colchones de tiempo y coste hasta el umbral mínimo admisible	Efectos en los colchones de una mejor planificación de la obra
1	M4 (Anexo 5.2)	B1 (p. 7), está de acuerdo con que un exceso de colchones de tiempo y coste es negativo, pues fomentaría el acomodo y provocaría peores resultados de la obra, por el contrario, si los colchones fueran demasiado escasos, también provocaría efectos negativos, en concreto que los objetivos de la obra se incumplirían con más frecuencia; pero entre los dos anteriores valores límite que se apuntan tácitamente, es bueno reducir ambos colchones porque ayuda a mejorar. Un ejemplo de esta última idea es la planificación de la obra, pues también está de acuerdo con que con más y mejor planificación (una mejora de procesos en suma), los colchones se pueden reducir.			
2	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	Todos los jefes de obra (p. 7), están de acuerdo con que un exceso de colchones de tiempo y coste es negativo, pues fomentaría el acomodo y provocaría peores resultados de la obra, por el contrario, si los colchones fueran demasiado escasos, también provocaría efectos negativos, en concreto que los objetivos de la obra se incumplirían con más frecuencia; pero entre los dos anteriores valores límite que se apuntan tácitamente, es bueno reducir ambos colchones porque ayuda a mejorar. Un ejemplo de esta última idea es la planificación de la obra, pues todos están de acuerdo con que con más y mejor planificación (una mejora de procesos en suma), los colchones se pueden reducir. B2: "Los colchones son necesarios, pero que sean excesivos no es bueno porque te confías, pero no tener nada tampoco es bueno porque desde que empieza una obra hasta que acaba hay que llevar una regularidad en los resultados. Además para la empresa es importante contar con esa regularidad de cara a las previsiones de tesorería (por ejemplo)". "Si los colchones se redujeran cuando son demasiado altos es bueno porque ayuda a mejorar, pero si se reduce demasiado es malo porque podrías no llegar". "Pienso que estudiando muy bien la obra, con más tiempo, la incertidumbre se reduce y por tanto se podrían reducir colchones". B4: "Hacen falta colchones, ni muy grandes ni muy pequeños. Poner un colchón muy grande muestra que tienes poca confianza y mucha incertidumbre, además puede hacer que las cosas se hagan mal por exceso de confianza. Pero poner un colchón muy bajo es ingenuo. Los colchones se podrían reducir con una buena planificación que permitiría hacer mejor las cosas, pero el tiempo para ello es muy escaso". B5: "Si dentro de la empresa se permitiera que el resultado final fuera peor que el planteado inicialmente se podrían reducir más los colchones".			

MATRIZ #A4-5

PREGUNTA ESPECÍFICA: P4

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2	3
		Los colchones de obra en curso se definen subjetivamente	Los acopios de materiales se programan subjetivamente	El tamaño de los colchones de los acopios de materiales se define subjetivamente
1	M4 (Anexo 5.2)	A1 afirma que los jefes de obra definen subjetivamente con ayuda del encargado los colchones de obra en curso (p. 6.1).	A1 afirma que los jefes de obra programan los acopios de materiales de forma subjetiva (p. 6.3).	A1 afirma que los jefes de obra definen subjetivamente el tamaño de los colchones de los acopios de materiales (p. 6.4).
2	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	Todos los jefes de obra (excepto A4) afirman definir subjetivamente los colchones de obra en curso (p. 6.1). A4 aplica un sistema que se expone en Inf-Ent-A4 y se evidencia en Ev1-Ent-A4. A2 (p. 6.1): <i>"Estimo la holgura en función de la complejidad de la tarea que va por delante, pero 100 % de forma subjetiva, basado en mi experiencia"</i> .	Todos los jefes de obra aseguran programar los acopios de materiales de forma subjetiva, en base a su experiencia (p. 6.3). A3 (p. 6.3): <i>"El material lo suelo llevar a la obra con 2 meses de antelación, aunque no pido todo a la vez, por ejemplo, suelo pedir por portales y así además puedo ajustar la cantidad. En cualquier caso, el pedir antes de tiempo depende del espacio disponible para acopios y de si el material se puede estropear"</i> .	Todos los jefes de obra aseguran definir subjetivamente el tamaño de los colchones de los acopios (p. 6.4). A6 (p. 6.4): <i>"Yo pido un porcentaje de más variable para mermas: el 5 % en ladrillo, 8-10% en alicatado, pero aparte del % para mermas suelo pedir algo más (también definido en función de mi experiencia)"</i> .
3	M6	Método aplicado por A4 para gestionar los colchones de obra en curso: Ev1-Ent-A4.		

## MATRIZ #B4-5

## PREGUNTA ESPECÍFICA: P4

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2	3
		Los colchones de obra en curso se definen subjetivamente	Los acopios de materiales se programan subjetivamente	El tamaño de los colchones de los acopios de materiales se define subjetivamente
1	M4 (Anexo 5.2)	B1 afirma que los jefes de obra definen subjetivamente con ayuda del encargado los colchones de obra en curso (p. 6.1).	B1 afirma que los jefes de obra programan los acopios de materiales de forma subjetiva (p. 6.3).	B1 afirma que los jefes de obra definen subjetivamente el tamaño de los colchones de los acopios de materiales (p. 6.4).
2	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	Todos los jefes de obra afirman definir subjetivamente los colchones de obra en curso (p. 6.1). B6 (p. 6.1): <i>"Independizo tajos completos, por ejemplo cada planta la divido en 4 zonas y en cada zona solo hay un oficio; cuando una zona se queda libre pasa el siguiente oficio. Dejo margen suficiente en función de mi experiencia para que las empresas no se atropellen. El encargado me ayuda mucho en esto"</i> .	Todos los jefes de obra aseguran programar los acopios de materiales de forma subjetiva, en base a su experiencia (p. 6.3). B3 (p. 6.3): <i>"Intento dejar 1 mes en los Subcontratistas, 15-20 días en los suministros y los alquileres al momento. Estos plazos los defino por mi experiencia subjetiva. Aunque en la empresa tampoco te dejan contratar demasiado pronto por si las cosas bajan de precio"</i> .	Todos los jefes de obra aseguran definir subjetivamente el tamaño de los colchones de los acopios (p. 6.4). B2 (p. 6.4): <i>"Yo siempre pido algo más, variable en cada material, por mermas y repasos, además de para dejarle material a la propiedad..., lo defino por mi experiencia"</i> .

## MATRIZ #A5-1

## PREGUNTA ESPECÍFICA: P5

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2
		Revisión de los colchones de tiempo y coste	Afloramiento automático de los colchones de tiempo y coste
1	M4 (Anexo 5.2)	El directivo A1 está de acuerdo (respuesta 4 - p. 4.8) con que los colchones se revisan a lo largo de la obra.	A1: <i>"Se revisan solos, porque tal y como los definen lo normal es que desaparezcan cuando se ejecuta una partida o se contrata una parte de la obra"</i> .
2	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra están conjuntamente muy de acuerdo (mediana 5 - p. 4.8) con que los colchones se revisan a lo largo de la obra.	
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)		A3 (p. 4.8): <i>"Revisar, revisar, no los reviso... Lo que pasa es que cuando contrato una parte, el colchón que podía tener ahí desaparece..., salvo que antes cambie la planificación"</i> . A7 (p. 4.8): <i>"Como son ocultos, afloran al ir acabando partes de la obra (los de tiempo) y al contratar (los de coste)"</i> .



## MATRIZ #B5-1

## PREGUNTA ESPECÍFICA: P5

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1	2
		Revisión de los colchones de tiempo y coste	Afloramiento automático de los colchones de tiempo y coste
1	M4 (Anexo 5.2)	El directivo B1 está de acuerdo (respuesta 4 - p. 4.8) con que los colchones se revisan a lo largo de la obra.	B1 (p. 4.8): "En general sí, aunque depende de cada JO. Lo normal es los colchones de tiempo y coste desaparezcan por sí solos".
2	M5 (Análisis estadístico) (Anexo 9)	Los jefes de obra están conjuntamente muy de acuerdo (mediana 5 - p. 4.8) con que los colchones se revisan a lo largo de la obra.	
3	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)		B4 (p. 4.8): "Sí, de hecho los colchones deben ir aflorando a lo largo de la obra". B7 (p. 4.8): "Sí, los colchones se van consolidando a lo largo de la obra (según se van acabando unidades de obra los colchones implícitos en su duración y su costes afloran, como menor coste y plazo)".

## MATRIZ #A5-2

## PREGUNTA ESPECÍFICA: P5

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1
		Propósito de los colchones de tiempo y coste
1	M4 (Anexo 5.2)	A1 (p. 7), piensa que los jefes de obra los usan tanto para cubrir eventos inciertos como sus propios errores en planificación y ejecución.
2	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	Todos los jefes de obra están de acuerdo en que los colchones de tiempo y coste son tanto para cubrir incertidumbres como para absorber errores propios en la planificación o la ejecución de la obra (p. 7). A2 (p. 7): "Tengo claro que los colchones son por si ocurren cosas inesperadas, pero también para cubrir mis errores". A5 (p. 7): "Si existen colchones es porque hacemos algo mal o porque no estudiamos bien las cosas o por si acaso..., falta tiempo para planificar bien y hay que cubrirse".

## MATRIZ #B5-2

## PREGUNTA ESPECÍFICA: P5

	FUENTES DE DATOS (Tabla 5.8)	1
		Propósito de los colchones de tiempo y coste
1	M4 (Anexo 5.2)	B1 (p. 7), piensa que los jefes de obra los usan tanto para cubrir eventos inciertos como sus propios errores en planificación y ejecución.
2	M5 (Datos cualitativos) (Anexo 5.2)	Todos los jefes de obra (excepto B2) están de acuerdo en que los colchones de tiempo y coste son tanto para cubrir incertidumbres como para absorber errores propios en la planificación o la ejecución de la obra (p. 7). B2 (p. 7): "Pienso que los colchones son para eventos inciertos, no para cubrir errores de planificación o estimación". B4 (p. 7): "Los colchones se usan tanto para cubrir errores de estimación como eventos inciertos, aunque en el fondo los errores de estimación también son eventos inciertos".

**APÉNDICE 7.3. MATRICES DE HALLAZGOS DE CASO.**

## MATRIZ #A-HC-C-2

<b>ASPECTO DEL CONTEXTO:</b> Gestión de riesgos (oportunidades)					
<b>EVIDENCIAS</b>			<b>HALLAZGOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>COMENTARIOS</b>
<b>DATOS CONDENSADOS</b>	<b>OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>			
#AC-2	NA	Hillson 2002, Leach 2003, Godfrey 2004, Molenaar et al. 2010, Laryea y Hughes 2011, Lechler et al. 2012 y PMI 2013, destacan la importancia de la gestión de oportunidades en obra.	La empresa "A" carece de procedimiento o cualquier tipo de pauta o instrucción para guiar a los jefes de obra en la gestión de riesgos (amenazas y oportunidades).	#A-HC-C-2-1	A nivel de concepto, la valoración de oportunidades es equivalente a la valoración de amenazas.

## MATRIZ #B-HC-C-2

<b>ASPECTO DEL CONTEXTO:</b> Gestión de RIESGOS (oportunidades).					
<b>EVIDENCIAS</b>			<b>HALLAZGOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>COMENTARIOS</b>
<b>DATOS CONDENSADOS</b>	<b>OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>			
#BC-2	NA	Hillson 2002, Leach 2003, Godfrey 2004, Molenaar et al. 2010, Laryea y Hughes 2011, Lechler et al. 2012 y PMI 2013, destacan la importancia de la gestión de oportunidades en obra.	La empresa "B" carece de procedimiento o cualquier tipo de pauta o instrucción para guiar a los jefes de obra en la gestión de amenazas, sin embargo sí cuenta con unas pautas y un formato explícito para guiar a los jefes de obra en la gestión de oportunidades.	#B-HC-C-2-1	A nivel de concepto, la valoración de oportunidades es equivalente a la valoración de amenazas.

MATRIZ #A-HC-C-3

ASPECTO DEL CONTEXTO: Gestión de plazo y coste.					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#AC-3.	NA	Gestión del coste y plazo de las obras (PMI 2013). Relevancia del presupuesto como herramienta de control de la obra (Ford 2002, Baccarini 2005a).	Los jefes de obra de la empresa "A" desarrollan al principio de cada obra presupuestos de costes y programas de trabajos, para ello tienen en cuenta los datos procedentes de la fase de estudios. Los presupuestos y programas se revisan a lo largo de la obra.	#A-HC-C-3-1	La definición de presupuestos y programas se realiza a partir de la definición de los elementos que los constituyen, lo que puede incluir las reservas para contingencias de tiempo y coste.

MATRIZ #B-HC-C-3

ASPECTO DEL CONTEXTO: Gestión de plazo y coste.					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#BC-3.	NA	Gestión del coste y plazo de las obras (PMI 2013). Relevancia del presupuesto como herramienta de control de la obra (Ford 2002, Baccarini 2005a).	Los jefes de obra de la empresa "B" desarrollan al principio de cada obra presupuestos de costes y programas de trabajos, para ello tienen en cuenta los datos procedentes de la fase de estudios. Los presupuestos y programas se revisan a lo largo de la obra.	#B-HC-C-3-1	La definición de presupuestos y programas se realiza a partir de la definición de los elementos que los constituyen, lo que puede incluir las reservas para contingencias de tiempo y coste.

## MATRIZ #A-HC-C-4

ASPECTO DEL CONTEXTO: Gestión de alcance-calidad.					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#AC-4.	NA	<p>Gestión del alcance y la calidad de las obras (PMI 2013).NASFA et al. (2010).</p> <p>NASFA et al. (2010) destacan las características de IPD (Integrated Project Delivery): Principios contractuales. Principios susceptibles de ser reflejados en un contrato.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las partes clave trabajan juntas como iguales.</li> <li>• Asunción colectiva de la responsabilidad por parte de los participantes clave.</li> <li>• Transparencia económica entre los participantes clave.</li> <li>• Involucración temprana de los participantes clave.</li> <li>• Intensificar el esfuerzo en el diseño.</li> <li>• Toma de decisiones conjunta</li> </ul> <p>Principios conductuales. Principios más sujetos a la actitud de las partes que a cuestiones contractuales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Respeto mutuo y confianza</li> <li>• Voluntad de colaborar.</li> <li>• Comunicación abierta.</li> </ul> <p>Catalizadores de la integración. Metodologías y herramientas que catalizan o interactúan positivamente con la integración.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acuerdo multi-parte. Contrato relacional.</li> <li>• El equipo de proyecto tiene una sede conjunta.</li> </ul>	La empresa "A" suele ejecutar las obras respetando el alcance y calidad acordado con su cliente interno.	#A-HC-C-4-1	Este hallazgo permite plantearse una cuestión: ¿existen tolerancias en alcance-calidad y se comparten con el cliente-interno?

MATRIZ #B-HC-C-4

ASPECTO DEL CONTEXTO: Gestión de alcance-calidad.					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#BC-4.	NA	<p>Una estrategia habitual de las empresas constructoras para optimizar los resultados de la obra es recurrir a las reclamaciones y a los modificados de alcance y calidad (Harbuck 2004, Rooke et al. 2004, Risner 2010, Reginato y Alves 2012) o en la misma línea y para el mismo fin, aprovechar las órdenes de cambio (de alcance y/o calidad) de las propiedades (Hart 2007). Según Harbuck (2004) y Rooke et al. (2004) este comportamiento de las empresas constructoras se ve motivado por el modelo competitivo de licitación tradicional, pues con el fin de conseguir contratos las empresas tienden a no valorar el riesgo en sus ofertas y tratar de optimizar la obra posteriormente con reclamaciones. En este sentido Koskela (2000) matiza que una vez formalizado el contrato, el contratista tiene el monopolio de la valoración de aquellos cambios que haya que introducir al proyecto; este autor también destaca que el modelo de desarrollo de proyectos tradicional fomenta este comportamiento oportunista que también es expresado por otros autores (Horman y Kenley 1998, Rooke et al. 2004). Oportunismo que es fomentado por la desconfianza entre las partes que los modelos de desarrollo de proyectos tradicionales generan (Slauson 2005, Smith y Rybkowski 2012).</p>	<p>La empresa "B" suele respetar en términos generales el alcance y calidad contractual, pero tiende a gestionar de forma oportunista el alcance y la calidad del proyecto como forma de optimizar el coste y el plazo de la obra.</p>	#B-HC-C-4-1	<p>Este hallazgo permite plantearse varias cuestiones: ¿se comparten con el cliente las tolerancias en alcance-calidad que se detectan?, ¿se crean tolerancias?</p>

## MATRIZ #A-HC-1-1

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P1					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A1-1	#A-HC-C-1-1	<p>Las reservas para contingencias de coste reflejan la incertidumbre existente en torno a los costes estimados (el caso base), en la medida en que las reservas para contingencias sean mayores, los objetivos de coste son menos ambiciosos y por tanto las probabilidades de alcanzarlos aumentan (PMI 2013).</p> <p>Howell et al. (1993b) puntualizan que los objetivos de la obra son algo más que metas; expresan restricciones (de recursos tales como tiempo y coste y restricciones técnicas tales como tasas de producción y requisitos de la misma) que la organización impone a los gestores de la obra, son una guía, una herramienta, para la toma de decisiones por su parte.</p> <p>La diferencia entre los objetivos de plazo y los plazos estimados de forma determinista, deberá coincidir con las reservas para contingencias de tiempo (Barraza 2011)</p>	<p>En la empresa "A" los directivos condicionan el tamaño de los colchones de tiempo y coste al determinar los objetivos de la obra. A partir de ahí son los jefes de obra quienes deciden el tamaño inicial de los colchones de tiempo y coste.</p>	#A-HC-1-1-1	

MATRIZ #B-HC-1-1

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P1					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B1-1	#B-HC-C-1-1	<p>Las reservas para contingencias de coste reflejan la incertidumbre existente en torno a los costes estimados (el caso base), en la medida en que las reservas para contingencias sean mayores, los objetivos de coste son menos ambiciosos y por tanto las probabilidades de alcanzarlos aumentan (PMI 2013).</p> <p>Howell et al. (1993b) puntualizan que los objetivos de la obra son algo más que metas; expresan restricciones (de recursos tales como tiempo y coste y restricciones técnicas tales como tasas de producción y requisitos de la misma) que la organización impone a los gestores de la obra, son una guía, una herramienta, para la toma de decisiones por su parte.</p> <p>La diferencia entre los objetivos de plazo y los plazos estimados de forma determinista, deberá coincidir con las reservas para contingencias de tiempo (Barraza 2011)</p>	<p>En la empresa "B" los directivos condicionan el tamaño de los colchones de tiempo y coste al determinar los objetivos de la obra. A partir de ahí son los jefes de obra quienes deciden el tamaño inicial de los colchones de tiempo y coste.</p>	#B-HC-1-1-1	

## MATRIZ #A-HC-1-2

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P1					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A1-2	NA	Howell et al. (1993a), Horman y Thomas (2005) y Hopp y Spearman (2011) describen los inventarios de materias primas y de obra en curso como unos tipos de colchones utilizados para absorber la variabilidad de los procesos. González et al. (2009) plantean esta cuestión defendiendo que el dimensionamiento de estos colchones debe realizarse respetando el equilibrio entre la necesaria absorción de la variabilidad sin caer en un exceso de colchón que redujera el rendimiento del proyecto (por incremento de coste y/o plazo). Para estos autores la obra en curso como reserva para contingencia protege los procesos de la variabilidad y se define como la diferencia entre el progreso acumulado de dos procesos consecutivos y dependientes, representando el trabajo que tiene por delante el equipo que realiza la actividad sucesora (es decir, unidades de obra todavía no ejecutadas pero que lo serán). Alves y Tommelein (2004) consideran que los jefes de obra y los encargados son los principales decisores en torno a los inventarios de materiales.	En la empresa "A" la gestión de los colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) es realizada por los jefes de obra.	#A-HC-1-2-1	



## MATRIZ #B-HC-1-2

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P1					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B1-2	NA	<p>Howell et al. (1993a), Horman y Thomas (2005) y Hopp y Spearman (2011) describen los inventarios de materias primas y de obra en curso como unos tipos de colchones utilizados para absorber la variabilidad de los procesos.</p> <p>González et al. (2009) plantean esta cuestión defendiendo que el dimensionamiento de estos colchones debe realizarse respetando el equilibrio entre la necesaria absorción de la variabilidad sin caer en un exceso de colchón que redujera el rendimiento del proyecto (por incremento de coste y/o plazo). Para estos autores la obra en curso como reserva para contingencia protege los procesos de la variabilidad y se define como la diferencia entre el progreso acumulado de dos procesos consecutivos y dependientes, representando el trabajo que tiene por delante el equipo que realiza la actividad sucesora (es decir, unidades de obra todavía no ejecutadas pero que lo serán). Alves y Tommelein (2004) consideran que los jefes de obra y los encargados son los principales decisores en torno a los inventarios de materiales.</p>	<p>En la empresa "B" la gestión de los colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) es realizada por los jefes de obra.</p>	#B-HC-1-2-1	

## MATRIZ #A-HC-1-3

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P1					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A1-3	NA	<p>Según Horman y Thomas (2005) las reservas o colchones de capacidad consisten en paquetes de equipamiento y mano de obra adicionales a los considerados necesarios para completar un cierto proceso. Alves y Tommelein (2004) refieren uno de los resultados de un estudio conjunto de los colchones de inventario y capacidad: a pesar de que a nivel general los sub-contratistas mecánicos que analizaron definen amplios colchones de capacidad para el proceso de fabricación y montaje de conductos de chapa, los jefes de obra y encargados protegen redundantemente las actividades individuales con colchones de inventario. Slauson (2005) describe como en el pasado las empresas constructoras solían ser compañías integradas verticalmente, pero con el paso de los años y por una variedad de razones se impuso la especialización a través de la sub-contratación; tal es así que según Creedy (2012), hoy en día, la ejecución de las obras se basan a nivel de organización de la producción por parte de la empresa constructora en la utilización extensiva de la subcontratación. El contrato de sub-contratación es el vehículo para transferir al sub-contratista la responsabilidad sobre riesgos específicos, siendo relevante que el sub-contratista cuente con habilidades que le permitan mitigar el riesgo transferido con mayores garantías que el contratista principal (Slauson 2005).</p>	La empresa "A" confía en gran medida la gestión de los colchones de capacidad (recursos adicionales) a los subcontratistas.	#A-HC-1-3-1	

## MATRIZ #B-HC-1-3

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P1					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B1-3	NA	<p>Según Horman y Thomas (2005) las reservas o colchones de capacidad consisten en paquetes de equipamiento y mano de obra adicionales a los considerados necesarios para completar un cierto proceso. Alves y Tommelein (2004) refieren uno de los resultados de un estudio conjunto de los colchones de inventario y capacidad: a pesar de que a nivel general los sub-contratistas mecánicos que analizaron definen amplios colchones de capacidad para el proceso de fabricación y montaje de conductos de chapa, los jefes de obra y encargados protegen redundantemente las actividades individuales con colchones de inventario. Slauson (2005) describe como en el pasado las empresas constructoras solían ser compañías integradas verticalmente, pero con el paso de los años y por una variedad de razones se impuso la especialización a través de la sub-contratación; tal es así que según Creedy (2012), hoy en día, la ejecución de las obras se basan a nivel de organización de la producción por parte de la empresa constructora en la utilización extensiva de la subcontratación. El contrato de sub-contratación es el vehículo para transferir al sub-contratista la responsabilidad sobre riesgos específicos, siendo relevante que el sub-contratista cuente con habilidades que le permitan mitigar el riesgo transferido con mayores garantías que el contratista principal (Slauson 2005).</p>	La empresa "B" confía en gran medida la gestión de los colchones de capacidad (recursos adicionales) a los subcontratistas.	#B-HC-1-3-1	

## MATRIZ #A-HC-2-1

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P2					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A2-1	#A-HC-1-1-1 y #A-HC-C-3-1	Las reservas para contingencias (en concreto las de tiempo y coste) son una herramienta para absorber la incertidumbre existente en los proyectos (Leach 2003, Alves y Tommelein 2004, Lee et al. 2006, Barraza 2011, Khamooshi y Cioffi 2012, Querns 1989, Yeo 1990, Ahmad 1992, Smith y Bohn 1999, Mak y Picken 2000, Baccarini 2004, Günhan y Arditi 2007, Noor y Tichacek 2009, Idrus et al. 2010, PMI 2013).	La Empresa "A" utiliza colchones de tiempo y coste para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.	#A-HC-2-1-1	

## MATRIZ #B-HC-2-1

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P2					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B2-1	#B-HC-1-1-1 y #B-HC-C-3-1	Las reservas para contingencias (en concreto las de tiempo y coste) son una herramienta para absorber la incertidumbre existente en los proyectos (Leach 2003, Alves y Tommelein 2004, Lee et al. 2006, Barraza 2011, Khamooshi y Cioffi 2012, Querns 1989, Yeo 1990, Ahmad 1992, Smith y Bohn 1999, Mak y Picken 2000, Baccarini 2004, Günhan y Arditi 2007, Noor y Tichacek 2009, Idrus et al. 2010, PMI 2013).	La Empresa "B" utiliza colchones de tiempo y coste para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.	#B-HC-2-1-1	

## MATRIZ #A-HC-2-2

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P2					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A2-2	NA	Algunos autores utilizan para denominar el concepto el término "reserva para contingencia" (PMI 2013, Ahmad 1992, Querns 1989, Günhan y Arditi 2007, Molenaar et al. 2010, Godfrey 2004), otros lo designan como "colchón" (Russell et al. 2012, González et al. 2009, e incluso Hackney (1985) ni siquiera lo verbaliza. Sin embargo diversos autores plantean la intercambiabilidad de ambos términos (Howell 2012, PMI 2013, Alves y Tommelein 2004, Russell et al. 2012). La expresión "reserva para contingencia" (utilizada en esta investigación en sentido general) surgió al referirse a un tipo concreto: aquellas reservas cuyo recurso base es el dinero, mientras que el término "colchón" se utilizaba fundamentalmente al hablar de todas aquellas reservas constituidas por otros recursos y enfocadas esencialmente a absorber la variabilidad intrínseca de los procesos constructivos, pero en definitiva la idea subyacente es la misma: reservas de recursos (el dinero lo es) constituidas para cubrir riesgos, absorber incertidumbre o variabilidad y en definitiva proteger los objetivos del proyecto.	En la empresa "A" el término "colchón" es el más utilizado para designar el concepto de reserva para contingencias.	#A-HC-2-2-1	
#A2-2	NA		En la empresa "A" no se conoce el término "reserva para contingencias".	#A-HC-2-2-2	

## MATRIZ #B-HC-2-2

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P2					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B2-2	NA	Algunos autores utilizan para denominar el concepto el término "reserva para contingencia" (PMI 2013, Ahmad 1992, Querns 1989, Günhan y Arditi 2007, Molenaar et al. 2010, Godfrey 2004), otros lo designan como "colchón" (Russell et al. 2012, González et al. 2009, e incluso Hackney (1985) ni siquiera lo verbaliza. Sin embargo diversos autores plantean la intercambiabilidad de ambos términos (Howell 2012, PMI 2013, Alves y Tommelein 2004, Russell et al. 2012). La expresión "reserva para contingencia" (utilizada en esta investigación en sentido general) surgió al referirse a un tipo concreto: aquellas reservas cuyo recurso base es el dinero, mientras que el término "colchón" se utilizaba fundamentalmente al hablar de todas aquellas reservas constituidas por otros recursos y enfocadas esencialmente a absorber la variabilidad intrínseca de los procesos constructivos, pero en definitiva la idea subyacente es la misma: reservas de recursos (el dinero lo es) constituidas para cubrir riesgos, absorber incertidumbre o variabilidad y en definitiva proteger los objetivos del proyecto.	En la empresa "B" el término "colchón" es el más utilizado para designar el concepto de reserva para contingencias.	#B-HC-2-2-1	
#B2-2	NA		En la empresa "B" no se conoce el término "reserva para contingencias".	#B-HC-2-2-2	

## MATRIZ #A-HC-2-3

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P2					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#AC-2 y #A2-3	#A-HC-C-2-1	Según Hillson (2002) y Lechler et al. (2012), ciertas fuentes de incertidumbre pueden inducir oportunidades para la obra. Hillson 2002, Leach 2003, Godfrey 2004, Molenaar et al. 2010, Laryea y Hughes 2011, Lechler et al. 2012 y PMI 2013, destacan la importancia de la gestión de oportunidades en obra. Chapman y Ward (2003) destacan la existencia de desviaciones deliberadamente pesimistas u optimistas en las estimaciones para absorber la incertidumbre. Leach (2003) indica que las oportunidades identificadas pueden inducir desviaciones negativas (de signo negativo) en la programación de trabajos y en el presupuesto. Chan y Au (2009) hallaron que ciertos factores de riesgo puede hacer que los contratistas incrementen sus precios (inducirían una reserva para contingencias positiva, es decir para cubrir una amenaza) o bien que los reduzcan (por lo que en este caso inducirían una reserva para contingencias negativa, es decir para aprovechar una oportunidad).	En la empresa "A" se valoran las oportunidades identificadas para optimizar el coste y el plazo de la obra como una posible reducción del coste y del plazo esperado.	#A-HC-2-3-1	La valoración de oportunidades para optimizar coste y plazo es una reserva para contingencias (negativa).

## MATRIZ #B-HC-2-3

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P2					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#BC-2 y #B2-3	#B-HC-C-2-1	Según Hillson (2002) y Lechler et al. (2012), ciertas fuentes de incertidumbre pueden inducir oportunidades para la obra. Hillson 2002, Leach 2003, Godfrey 2004, Molenaar et al. 2010, Laryea y Hughes 2011, Lechler et al. 2012 y PMI 2013, destacan la importancia de la gestión de oportunidades en obra. Chapman y Ward (2003) destacan la existencia de desviaciones deliberadamente pesimistas u optimistas en las estimaciones para absorber la incertidumbre. Leach (2003) indica que las oportunidades identificadas pueden inducir desviaciones negativas (de signo negativo) en la programación de trabajos y en el presupuesto. Chan y Au (2009) hallaron que ciertos factores de riesgo puede hacer que los contratistas incrementen sus precios (inducirían una reserva para contingencias positiva, es decir para cubrir una amenaza) o bien que los reduzcan (por lo que en este caso inducirían una reserva para contingencias negativa, es decir para aprovechar una oportunidad).	En la empresa "B" se valoran las oportunidades identificadas para optimizar el coste y el plazo de la obra como una posible reducción del coste y del plazo esperado.	#B-HC-2-3-1	La valoración de oportunidades para optimizar coste y plazo es una reserva para contingencias (negativa).



MATRIZ #A-HC-2-4

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P2					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A2-4	#A-HC-C-4-1	<p>Godfrey (2004) menciona las tolerancias en las especificaciones como un tipo de reserva para contingencias. Milberg y Tommelein (2003) defienden la necesidad de definir y gestionar tolerancias dimensionales para optimizar los procesos constructivos. Gestión del alcance y la calidad de las obras (PMI 2013), NASFA et al. (2010). NASFA et al. (2010) destacan las características de IPD (Integrated Project Delivery): Principios contractuales. Principios susceptibles de ser reflejados en un contrato.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las partes clave trabajan juntas como iguales.</li> <li>• Asunción colectiva de la responsabilidad por parte de los participantes clave.</li> <li>• Transparencia económica entre los participantes clave.</li> <li>• Involucración temprana de los participantes clave.</li> <li>• Intensificar el esfuerzo en el diseño.</li> <li>• Toma de decisiones conjunta</li> </ul> <p>Principios conductuales. Principios más sujetos a la actitud de las partes que a cuestiones contractuales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Respeto mutuo y confianza</li> <li>• Voluntad de colaborar.</li> <li>• Comunicación abierta.</li> </ul> <p>Catalizadores de la integración. Metodologías y herramientas que catalizan o interactúan positivamente con la integración.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acuerdo multi-parte. Contrato relacional.</li> <li>• El equipo de proyecto tiene una sede conjunta.</li> </ul>	<p>Los jefes de obra de la empresa "A" comparten con el cliente las tolerancias (reservas para contingencias de alcance y calidad) que identifican.</p>	#A-HC-2-4-1	<p>Este hallazgo es un corolario del de referencia.</p>

## MATRIZ #B-HC-2-4

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P2					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B2-4	#B-HC-C-4-1	<p>Godfrey (2004) menciona las tolerancias en las especificaciones como un tipo de reserva para contingencias. Milberg y Tommelein (2003) defienden la necesidad de definir y gestionar tolerancias dimensionales para optimizar los procesos constructivos. Una estrategia habitual de las empresas constructoras para optimizar los resultados de la obra es recurrir a las reclamaciones y a los modificados de alcance y calidad (Harbuck 2004, Rooke et al. 2004, Risner 2010, Reginato y Alves 2012) o en la misma línea y para el mismo fin, aprovechar los órdenes de cambio (de alcance y/o calidad) de las propiedades (Hart 2007). Según Harbuck (2004) y Rooke et al. (2004) este comportamiento de las empresas constructoras se ve motivado por el modelo competitivo de licitación tradicional, pues con el fin de conseguir contratos las empresas tienden a no valorar el riesgo en sus ofertas y tratar de optimizar la obra posteriormente con reclamaciones. En este sentido Koskela (2000) matiza que una vez formalizado el contrato, el contratista tiene el monopolio de la valoración de aquellos cambios que haya que introducir al proyecto; este autor también destaca que el modelo de desarrollo de proyectos tradicional fomenta este comportamiento oportunista que también es expresado por otros autores (Horman y Kenley 1998, Rooke et al. 2004). Oportunismo que es fomentado por la desconfianza entre las partes que los modelos de desarrollo de proyectos tradicionales generan (Slauson 2005, Smith y Rybkowski 2012).</p>	<p>En la empresa "B" las tolerancias (reservas para contingencias de alcance y calidad) que se detectan o que se crean, se gestionan oportunistamente.</p>	#B-HC-2-4-1	<p>Este hallazgo es un corolario del de referencia.</p>

## MATRIZ #A-HC-2-5

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P2					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A2-5	#A-HC-1-2-1 #A-HC-1-3-1	Ver Matrices #A-HC-1-2 y #A-HC-1-3	La empresa "A" utiliza colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) y capacidad (recursos adicionales).	#A-HC-2-5-1	Este hallazgo es un corolario del de referencia.

## MATRIZ #B-HC-2-5

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P2					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B2-5	#B-HC-1-2-1 #B-HC-1-3-1	Ver Matrices #B-HC-1-2 y #B-HC-1-3	La empresa "B" utiliza colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) y capacidad (recursos adicionales).	#B-HC-2-5-1	Este hallazgo es un corolario del de referencia.

## MATRIZ #A-HC-3-1

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P3					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A3-1	#A-HC-2-1-1 #A-HC-C-3-1	Diversos autores defienden la definición de colchones de tiempo y coste globales (Goldratt 1997, Lee et al.2006), mientras que otros reivindican los colchones particularizados para cada tarea (Yeo 1990, Thompson y Perry 1992, Barraza 2011). Los colchones de tiempo y coste en las empresas constructoras son ocultos, no explícitos (Smith y Bohn 1999, Ford 2002, Zhao 2006, Chan y Au 2009, Laryea y Hughes 2011, Howell 2012).	La Empresa "A" utiliza colchones de tiempo para proteger específicamente la duración de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como una mayor duración de las tareas.	#A-HC-3-1-1	

## MATRIZ #B-HC-3-1

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P3					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B3-1	#B-HC-2-1-1 #B-HC-C-3-1	Diversos autores defienden la definición de colchones de tiempo y coste globales (Goldratt 1997, Lee et al.2006), mientras que otros reivindican los colchones particularizados para cada tarea (Yeo 1990, Thompson y Perry 1992, Barraza 2011). Los colchones de tiempo y coste en las empresas constructoras son ocultos, no explícitos (Smith y Bohn 1999, Ford 2002, Zhao 2006, Chan y Au 2009, Laryea y Hughes 2011, Howell 2012).	La Empresa "B" utiliza colchones de tiempo para proteger específicamente la duración de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como una mayor duración de las tareas.	#B-HC-3-1-1	

## MATRIZ #A-HC-3-2

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P3					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A3-2	#A-HC-2-1-1 #A-HC-C-3-1	Diversos autores defienden la definición de colchones de tiempo y coste globales (Goldratt 1997, Lee et al.2006), mientras que otros reivindican los colchones particularizados para cada tarea (Yeo 1990, Thompson y Perry 1992, Barraza 2011). Los colchones de tiempo y coste en las empresas constructoras son ocultos, no explícitos (Smith y Bohn 1999, Ford 2002, Zhao 2006, Chan y Au 2009, Laryea y Hughes 2011, Howell 2012).	La Empresa "A" utiliza colchones de coste para proteger específicamente el coste de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como unos mayores costes unitarios y/o como un exceso de mediciones.	#A-HC-3-2-1	

## MATRIZ #B-HC-3-2

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P3					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B3-2	#B-HC-2-1-1 #B-HC-C-3-1	Diversos autores defienden la definición de colchones de tiempo y coste globales (Goldratt 1997, Lee et al.2006), mientras que otros reivindican los colchones particularizados para cada tarea (Yeo 1990, Thompson y Perry 1992, Barraza 2011). Los colchones de tiempo y coste en las empresas constructoras son ocultos, no explícitos (Smith y Bohn 1999, Ford 2002, Zhao 2006, Chan y Au 2009, Laryea y Hughes 2011, Howell 2012).	La Empresa "B" utiliza colchones de coste para proteger específicamente el coste de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como unos mayores costes unitarios y/o como un exceso de mediciones.	#B-HC-3-2-1	

## MATRIZ #A-HC-3-3

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P3					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A3-3	#A-HC-3-1-1 #A-HC-3-2-1	Los colchones de tiempo y coste en las empresas constructoras son ocultos, no explícitos (Smith y Bohn 1999, Ford 2002, Zhao 2006, Chan y Au 2009, Laryea y Hughes 2011, Howell 2012).	En la empresa "A" los colchones de tiempo y coste no son explícitos, sino ocultos.	#A-HC-3-3-1	

## MATRIZ #B-HC-3-3

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P3					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B3-3	#B-HC-3-1-1 #B-HC-3-2-1	Los colchones de tiempo y coste en las empresas constructoras son ocultos, no explícitos (Smith y Bohn 1999, Ford 2002, Zhao 2006, Chan y Au 2009, Laryea y Hughes 2011, Howell 2012).	En la empresa "B" los colchones de tiempo y coste no son explícitos, sino ocultos.	#B-HC-3-3-1	

MATRIZ #A-HC-3-4

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P3					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A3-4	#A-HC-2-5-1	Los colchones de programación ("schedule buffers") son un tipo particular de reservas de capacidad que fueron descritos por Ballard y Howell (1995). Su objetivo es –al igual que los otros colchones- proteger el proyecto de la variabilidad del flujo de producción, en concreto proteger los procesos de la variación de flujo de producción de sus actividades predecesoras. Los colchones de programación son reservas de capacidad (herramientas, mano de obra, ampliaciones de horario, etc.), cuya existencia ha sido decidida con el fin de insertar ciertos intervalos de tiempo entre actividades programadas	En la empresa "A" se utilizan las posibles ampliaciones de horario de trabajo y el incremento de recursos, como colchones para proteger de forma genérica el plazo de ejecución.	#A-HC-3-4-1	

## MATRIZ #B-HC-3-4

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P3					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B3-4	#B-HC-2-5-1	Los colchones de programación ("schedule buffers") son un tipo particular de reservas de capacidad que fueron descritos por Ballard y Howell (1995). Su objetivo es –al igual que los otros colchones- proteger el proyecto de la variabilidad del flujo de producción, en concreto proteger los procesos de la variación de flujo de producción de sus actividades predecesoras. Los colchones de programación son reservas de capacidad (herramientas, mano de obra, ampliaciones de horario, etc.), cuya existencia ha sido decidida con el fin de insertar ciertos intervalos de tiempo entre actividades programadas	En la empresa "B" se utilizan las posibles ampliaciones de horario de trabajo y el incremento de recursos, como colchones para proteger de forma genérica el plazo de ejecución.	#B-HC-3-4-1	

## MATRIZ #A-HC-3-5

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P3					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A3-5	#A-HC-C-2-1-1	Dickmen et al. (2012) afirman que el presupuesto de la obra se estima añadiendo a los costes directos los costes indirectos, que son función de la duración de la obra.	En la empresa "A" algunos jefes de obra protegen de forma genérica el coste de la obra utilizando las partidas de costes indirectos como colchón.	#A-HC-3-5-1	



MATRIZ #B-HC-3-5

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P3					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B3-5	#B-HC-C-2-1-1	Dickmen et al. (2012) afirman que el presupuesto de la obra se estima añadiendo a los costes directos los costes indirectos, que son función de la duración de la obra.	En la empresa "B" algunos jefes de obra protegen de forma genérica el coste de la obra utilizando las partidas de costes indirectos como colchón.	#B-HC-3-5-1	

## MATRIZ #A-HC-4-1

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P3					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A4-1	#A-HC-3-3-1	<p>Un buen número de autores asumen -sin apoyarse en evidencias empíricas- que la práctica actual de las empresas a la hora de definir y gestionar las reservas para contingencia se basa en el juicio subjetivo y no en la aplicación de métodos rigurosos (Yeo 1990, Moselhi 1997, Baccharini 2004, Hart 2007, Anderson et al. 2009, Idrus et al. 2010, Kim, Kim y Lee 2013, Adafin et al. 2014). Al Bahar y Crandall (1990) consideran que la determinación de los colchones en base al juicio subjetivo conduce a la arbitrariedad, Anderson et al. (2010) plantean como principal inconveniente del modelo el hecho de que impide la cuantificación del nivel de confianza relacionado con las reservas así definidas. Baccharini (2004) y Adafin et al. (2014) consideran el método como arbitrario y causa de las desviaciones que se aprecian de forma generalizada en las obras. Oberlender (1993) no lo critica de forma abierta, pero sí afirma que su eficacia está condicionada por la extensión de la experiencia del decisor (en línea con Burroughs y Juntima 2004) y por la disponibilidad de datos históricos en los que apoyarse. Hollmann (2009) justifica el papel de la subjetividad en la definición de reservas para contingencias, introduciéndola en algunas ocasiones en los modelos que proponen. Tah et al. (1993) justifican la utilización del juicio subjetivo con dos argumentos, por una parte dada la falta de datos para estimar la distribución de probabilidad requerida por los métodos probabilísticos, las decisiones se deben tomar en base al juicio subjetivo, pero además es que los parámetros involucrados en estas decisiones se describen mejor lingüísticamente en base al juicio subjetivo que en términos matemáticos. A partir de esta idea de partida, estos autores proponen un método de estimación de reservas para contingencias de costes basado en lógica difusa. Seung y Hyung (2004) y Barraza (2011) defienden que el hecho de que los profesionales no utilicen los métodos propuestos para superar los problemas de la subjetividad tiene que ver con la complejidad de los mismos.</p>	En la empresa "A" los colchones de tiempo y coste son definidos de forma subjetiva por los jefes de obra.	#A-HC-4-1-1	

## MATRIZ #B-HC-4-1

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P3					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B4-1	#B-HC-3-3-1	Ver matriz anterior ( #A-HC-4-1)	En la empresa "B" los colchones de tiempo y coste son definidos de forma subjetiva por los jefes de obra.	#A-HC-4-1-1	

## MATRIZ #A-HC-4-2

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P3					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A4-2	#A-HC-4-1-1	En el capítulo tercero se han tratado los principales métodos de estimación del tamaño de las reservas para contingencias de tiempo y coste, uno de los aspectos más profusamente tratados por la literatura (se han analizado cincuenta y cuatro referencias al respecto). La Tabla 3.12 presenta los principales tipos de métodos según Hollmann (2009): (1) Juicio de Expertos, (2) Pautas Predeterminadas, (3) Análisis por Simulación (Monte Carlo), (4) Modelización Paramétrica (Análisis de regresión y redes neuronales) y (5) Otros (Lógica Difusa). Las empresas no utilizan métodos formales por ser excesivamente complejos y no tener base empírica (Seung y Hiung 2004, Idrus et al. 2010, Barraza 2011, Laryea y Hughes 2011, Howell 2012). Smith y Bohn 1999, Ford 2002) plantean que las empresas en general ni siquiera conocen estos métodos formales propuestos por la literatura.	En la empresa "A" no se conoce ni se utiliza ningún método formal propuesto por la literatura para definir el tamaño de las reservas para contingencias de tiempo y coste.	#A-HC-4-2-1	

## MATRIZ #B-HC-4-2

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P3					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B4-2	#B-HC-4-1-1	En el capítulo tercero se han tratado los principales métodos de estimación del tamaño de las reservas para contingencias de tiempo y coste, uno de los aspectos más profusamente tratados por la literatura (se han analizado cincuenta y cuatro referencias al respecto). La Tabla 3.12 presenta los principales tipos de métodos según Hollmann (2009): (1) Juicio de Expertos, (2) Pautas Predeterminadas, (3) Análisis por Simulación (Monte Carlo), (4) Modelización Paramétrica (Análisis de regresión y redes neuronales) y (5) Otros (Lógica Difusa). Las empresas no utilizan métodos formales por ser excesivamente complejos y no tener base empírica (Seung y Hiung 2004, Idrus et al. 2010, Barraza 2011, Laryea y Hughes 2011, Howell 2012). Smith y Bohn 1999, Ford 2002) plantean que las empresas en general ni siquiera conocen estos métodos formales propuestos por la literatura.	En la empresa "B" no se conoce ni se utiliza ningún método formal propuesto por la literatura para definir el tamaño de las reservas para contingencias de tiempo y coste.	#B-HC-4-2-1	

## MATRIZ #A-HC-4-3

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P3					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A4-3	NA	<p>Definición de reserva para contingencia según PMI (2013): "La cantidad de fondos, presupuesto o tiempo NECESARIO por encima de las estimaciones para reducir el riesgo de desviaciones de los objetivos del proyecto a un nivel aceptable para la organización". Definición de reserva para contingencia según Ahmad (1992): "Una provisión específica de tiempo y dinero incluida en las estimaciones de un proyecto para cubrir la ocurrencia de eventos inesperados, su NECESIDAD se evidencia en estudios estadísticos realizados a partir de datos históricos". Definición de reserva para contingencia según Godfrey (2004): "son NECESARIAS para proveer recursos adicionales de gestión a fin de responder a la incertidumbre o a la ocurrencia de hechos inesperados". La NECESIDAD y la cantidad de una reserva para contingencias refleja la existencia de riesgo e incertidumbre en los proyectos, incertidumbre acerca de qué construir (los objetivos), cómo construirlo (los medios), el flujo de trabajo y la disponibilidad de recursos (Howell y Ballard 1998, Howell 2012). Howell (2012) destaca que para concluir una obra en plazo y dentro del presupuesto se deben definir colchones, más aún, avanzar en una obra sin colchones es avanzar hacia el desastre. Horman y Kenley (1998) defienden especialmente la NECESIDAD de acomodar la variación con colchones más que erradicar la incertidumbre que de ella se deriva. Zhao (2006) afirma que la falta de transparencia en la gestión de las reservas para contingencias ha inducido al error de considerarlas como una especie de comodín presto para cubrir cualquier coste extra que de otra forma no podría ser legítimamente computado. Un concepto como este, que parece oculto, es difícil de gestionar. El reto está en sacarlas a la luz sin eliminarlas, pues su NECESIDAD es clara. Ruskin (1981) también llega a la conclusión de que los colchones son NECESARIOS, pero con una argumentación diferente a las de autores posteriores, más pragmática: el fondo de su argumento es que la utilización de un cierto nivel de colchón ahorra costes a la obra.</p>	En la empresa "A" se piensa que los colchones de tiempo y coste son necesarios.	#A-HC-4-3-1	Existe una relación muy estrecha entre este hallazgo y los cuatro siguientes.

## MATRIZ #B-HC-4-3

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P3					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B4-3	NA	Ver matriz #A-HC-4-3	En la empresa "B" se piensa que los colchones de tiempo y coste son necesarios.	#B-HC-4-3-1	Existe una relación muy estrecha entre este hallazgo y los cuatro siguientes.

## MATRIZ #A-HC-4-4

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P4					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A4-4	#A-HC-4-3-1	Una de las causas de infra-estimar tiempo de ejecución y plazo es lo que Leach (2003) llama "Comportamiento político": los ejecutores suelen tender a concluir las tareas a tiempo aunque no mucho antes de lo previsto con el fin de que en lo sucesivo no se recorte el tiempo asignado para su ejecución, contando con esto, en ocasiones las estimaciones se infra-valoran. Khamooshi y Cioffi (2012) destacan la Ley de Parkinson: el trabajo se expande hasta ocupar todo el tiempo disponible. Baccharini (2006): si el colchón es excesivo podría inducir una gestión relajada de la obra, provocando pérdidas económicas e incluso la suspensión del contrato por parte de la propiedad, además de comprometer recursos que no estarían disponibles para otras obras. Rowe (2005) también defiende que si se detecta que los colchones son excesivos se debe reconducir esos recursos a un uso más productivo tan pronto como sea posible. Howell y Ballard (1996) afirman que los colchones grandes reducen la necesidad de planificar de forma fiable, pues permiten que el trabajo se haga a pesar de que el flujo sea incierto. Los colchones grandes aportan flexibilidad y enmascaran la extensión de la incertidumbre porque los actuales sistemas de planificación fallan a la hora de controlar el flujo.	En la empresa "A" se piensa que un exceso de colchones de tiempo y coste es negativo porque induce relajo a los gestores de la obra.	#A-HC-4-4-1	

## MATRIZ #B-HC-4-4

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P4					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B4-4	#B-HC-4-3-1	Ver matriz #A-HC-4-4	En la empresa "B" se piensa que un exceso de colchones de tiempo y coste es negativo porque induce relajación a los gestores de la obra.	#B-HC-4-4-1	

## MATRIZ #A-HC-4-5

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P4					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A4-4	#A-HC-4-3-1	Baccarini (2006): si el colchón es escaso la gestión sería demasiado rígida, la planificación sería irreal y el objetivo de plazo podría no alcanzarse. Si la reducción del colchón es excesiva puede comprometer el éxito de la obra (Ahmad 1992, Baccarini 2006). Rowe (2005) también defiende que si se detectase que los colchones son excesivamente bajos será necesario tomar acciones o incrementar su volumen. La postura de Howell (2012) respecto a la reducción excesiva de los colchones es que convierte a las organizaciones en menos resilientes, induciendo incluso prácticas de trabajo inseguras.	En la empresa "A" la opinión general es que es negativo que los colchones de tiempo y coste se reduzcan por debajo de un cierto umbral (variable), pues en tal caso, la probabilidad de que se produjeran desviaciones sobre el de plazo y coste planificados se incrementaría de una forma no asumible.	#A-HC-4-5-1	En la revisión de este hallazgo con A1 se generó un hallazgo complementario que se presenta en la matriz #A-HC-4-5b.



MATRIZ #A-HC-4-5b

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P4					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
Inf-Ent-B1b	#A-HC-4-5-1	Ver matriz #A-HC-4-5	La dirección de la empresa "A" considera que el nivel mínimo aceptable de colchones de tiempo y coste debe ser inferior al que desean los jefes de obra.	#A-HC-4-5b-1	Hallazgo complementario del #A-HC-4-5-1 extraído durante la revisión de hallazgos con A1.

MATRIZ #B-HC-4-5

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P4					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B4-4	#B-HC-4-3-1	Baccarini (2006): si el colchón es escaso la gestión sería demasiado rígida, la planificación sería irreal y el objetivo de plazo podría no alcanzarse. Si la reducción del colchón es excesiva puede comprometer el éxito de la obra (Ahmad 1992, Baccarini 2006). Rowe (2005) también defiende que si se detectase que los colchones son excesivamente bajos será necesario tomar acciones o incrementar su volumen. La postura de Howell (2012) respecto a la reducción excesiva de los colchones es que convierte a las organizaciones en menos resilientes, induciendo incluso prácticas de trabajo inseguras.	En la empresa "B" la opinión general es que es negativo que los colchones de tiempo y coste se reduzcan por debajo de un cierto umbral (variable), pues en tal caso, la probabilidad de que se produjeran desviaciones sobre el de plazo y coste planificados se incrementaría de una forma no asumible.	#B-HC-4-5-1	En la revisión de este hallazgo con B1 se generó un hallazgo complementario que se presenta en la matriz #B-HC-4-5b.

## MATRIZ #B-HC-4-5b

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P4					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
Inf-Ent-A1b	#B-HC-4-5-1	Ver matriz #A-HC-4-5	La dirección de la empresa "B" considera que el nivel mínimo aceptable de colchones de tiempo y coste debe ser inferior al que desean los jefes de obra.	#B-HC-4-5b-1	Hallazgo complementario del #B-HC-4-5-1 extraído durante la revisión de hallazgos con B1.

## MATRIZ #A-HC-4-6

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P4					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A4-4	#A-HC-4-3-1 #A-HC-4-5-1	Ballard (2005) reivindicó para los colchones un papel en la mejora de las organizaciones: permiten aprender, experimentar, pues tal y como expresa la conocida frase de Ohno: "Cuando baja el nivel del río, las rocas quedan al descubierto". Russell et al. (2012) defienden que analizar y comprender las causas-raíz de los colchones permite descubrir las áreas con problemas y mejorar. Tommelein y Weissenberger (1999) también consideran que los colchones tienen un papel en la mejora de procesos. Una técnica para reconocer, gestionar y minimizar hasta un grado razonable la variabilidad y la incertidumbre del flujo de producción es reducir la cantidad de colchón entre diferentes pasos de un proceso para ver y aprender en qué medida es necesario. Los esfuerzos para mejorar los procesos se pueden focalizar así en aquellos pasos cuyo impacto sobre la eficiencia del sistema en su conjunto sea más significativo.	En la empresa "A" se piensa que reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste hasta un cierto umbral -variable en función de la aversión al riesgo del decisor y de las circunstancias de cada riesgo concreto- obliga a mejorar los procesos implicados en la construcción y la gestión de la obra.	#A-HC-4-6-1	

MATRIZ #B-HC-4-6

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P4					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B4-4	#B-HC-4-3-1 #B-HC-4-5-1	Ver matriz #A-HC-4-6	En la empresa "B" se piensa que reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste hasta un cierto umbral -variable en función de la aversión al riesgo del decisor y de las circunstancias de cada riesgo concreto- obliga a mejorar los procesos implicados en la construcción y la gestión de la obra.	#B-HC-4-6-1	

## MATRIZ #A-HC-4-7

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P4					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A4-4	#A-HC-4-6-1	Ballard (2009) plantea que una de las principales fuentes de mejora de la productividad en los proyectos de construcción es la mejora de la planificación. La planificación de la producción tiene sin duda un gran valor: reducir la incertidumbre, pero también tiene un coste, por lo que resulta de todo punto de vista pertinente la búsqueda del equilibrio, es decir, planificar hasta el punto en el que el coste marginal de la planificación no supere al beneficio aportado en forma de reducción de la incertidumbre, el problema es que en un entorno de incertidumbre esto no es fácil de determinar. Howell y Liu (2012) presentan "Oops game", una herramienta para investigar el valor de la planificación y arrojar algo de luz sobre esta cuestión. Y si la planificación tiene un coste, las reservas para contingencias también lo tienen (Ruskin 1981), debiendo aplicar a la definición de su tamaño un criterio de equilibrio coste-beneficio similar al aportado por Howell y Liu (2012) para la planificación. Alternativamente al uso de reservas para contingencias se pueden gestionar los riesgos aceptados mediante la monitorización y el control de la obra (Ruskin 1981), estrategia que también conlleva un coste. El fin es buscar la combinación más eficiente de ambos enfoques de gestión de los riesgos aceptados.	En la empresa "A" se piensa que con más y mejor planificación de la obra, se podría reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste.	#A-HC-4-7-1	

## MATRIZ #B-HC-4-7

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P4					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B4-4	#B-HC-4-6-1	Ver matriz #A-HC-4-7	En la empresa "B" se piensa que con más y mejor planificación de la obra, se podría reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste.	#B-HC-4-7-1	

## MATRIZ #A-HC-4-8

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P4					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A4-5	#A-HC-2-5-1	González et al. (2009) afirman que las empresas constructoras definen en la actualidad los colchones (de materias primas, obra en curso, capacidad y tiempo) basándose en la intuición y en la capacidad de juicio del decisor. Horman y Thomas (2005) aseguran que los colchones de inventario de materias primas se definen subjetivamente.	La empresa "A" determina el tamaño de los colchones de materias primas y obra en curso de forma subjetiva.	#A-HC-4-8-1	

## MATRIZ #B-HC-4-8

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P4					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B4-5	#B-HC-2-5-1	González et al. (2009) afirman que las empresas constructoras definen en la actualidad los colchones (de materias primas, obra en curso, capacidad y tiempo) basándose en la intuición y en la capacidad de juicio del decisor. Horman y Thomas (2005) aseguran que los colchones de inventario de materias primas se definen subjetivamente.	La empresa "B" determina el tamaño de los colchones de materias primas y obra en curso de forma subjetiva.	#B-HC-4-8-1	

## MATRIZ #A-HC-5-1

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P5					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A5-1	#A-HC-3-1-1 #A-HC-3-2-1	Según PMI (2013), una de las acciones a llevar a cabo durante la fase de MONITORIZACIÓN Y CONTROL DE RIESGOS (dentro del proceso genérico de gestión de riesgos) era determinar si las reservas para contingencias debían modificarse para alinearlas con una evaluación más actualizada de los riesgos. Si el nivel de riesgo e incertidumbre es variable a lo largo de la obra (Al Bahar y Crandall 1990, Flyvbjerg et al. 2002, Noor y Tichacek 2009) y las reservas para contingencias son una herramienta esencial de gestión de riesgos cuyo nivel debe ser coherente con los riesgos existentes (Godfrey 2004, Rowe 2005, Molenaar et al. 2010), el volumen de reservas debe ser reevaluado a lo largo de la obra (Godfrey 2004, Noor y Tichacek 2009, Howell 2012).	En la empresa "A" los colchones de tiempo y coste se actualizan de forma automática a lo largo de la obra, pues al estar ocultos en unidades de obra concretas, cuando estas se ejecutan afloran.	#A-HC-5-1-1	

MATRIZ #B-HC-5-1

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P5					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B5-1	#B-HC-3-1-1 #B-HC-3-2-1	Ver matriz #A-HC-5-1	En la empresa "B" los colchones de tiempo y coste se actualizan de forma automática a lo largo de la obra, pues al estar ocultos en unidades de obra concretas, cuando estas se ejecutan afloran.	#B-HC-5-1-1	

## MATRIZ #A-HC-5-2

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P5					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#A5-2	#A-HC-3-3-1 #A-HC-3-2-1 #A-HC-3-1-1	Murray y Ramsaur (1983) aseguran que las reservas para contingencias tienen como propósito esencial aportar protección respecto a las múltiples incertidumbres que rodean un proyecto de construcción, pero en ningún caso deben ser un vehículo para absorber o conciliar problemas de rendimiento. Moselhi (1997) afirma que las reservas para contingencias de costes no son para cubrir errores humanos. Noor y Tichacek (2009) afirman que el único fin de las reservas para contingencias (de costes) es mitigar los riesgos potenciales. Murray y Ramsaur (1983) aseguran que si las reservas no se utilizan para su propósito deben eliminarse, quizá esta sea una de las razones por las que parece que los jefes de obra hacen una gestión personalista y oculta de las mismas (Ford 2002). Pero por otra parte, Zhao (2006) afirma que la falta de transparencia en la gestión de las reservas para contingencias ha inducido al error de considerarlas como una especie de comodín presto para cubrir cualquier coste extra que de otra forma no podría ser legítimamente computado. Un concepto como este, que parece oculto, es difícil de gestionar.	En la empresa "A" los colchones de tiempo y coste se utilizan tanto para cubrir eventos inciertos como para absorber errores en las estimaciones.	#A-HC-5-2-1	



MATRIZ #B-HC-5-2

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P5					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			
#B5-2	#B-HC-3-3-1 #B-HC-3-2-1 #B-HC-3-1-1	Ver matriz #A-HC-5-2	En la empresa "B" los colchones de tiempo y coste se utilizan tanto para cubrir eventos inciertos como para absorber errores en las estimaciones.	#B-HC-5-2-1	

**APÉNDICE 7.4. MATRICES DE PROPOSICIONES GENERALES (RESULTADOS PROVISIONALES).**

ASPECTO DEL CONTEXTO: Objetivos de la obra					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-C-1-2	La consecución de los objetivos de obra en la empresa "A" presenta una incertidumbre menor que en la empresa "B".		Teórica	La incertidumbre sobre la consecución de los objetivos de obra es menor en las empresas constructoras integradas que en aquellas empresas constructoras que consiguen sus contratos en un entorno competitivo.	PGC-2
#B-HC-C-1-2		La consecución de los objetivos de obra en la empresa "B" presenta una incertidumbre mayor que en la empresa "A".			

<b>ASPECTO DEL CONTEXTO:</b> Gestión de RIESGOS (oportunidades).					
<b>HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL</b>			<b>REPLICACIÓN</b>	<b>PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
<b>CÓDIGO HALLAZGOS</b>	<b>CASO "A"</b>	<b>CASO "B"</b>		<b>PROPOSICIÓN GENERAL</b>	<b>CÓDIGO PROPOSICIÓN</b>
#A-HC-C-2-1	La empresa "A" carece de procedimiento o cualquier tipo de pauta o instrucción para guiar a los jefes de obra en la gestión de riesgos (amenazas y oportunidades).		Teórica	Las empresas constructoras que consiguen sus contratos en un entorno competitivo cuentan con procedimientos, pautas o instrucciones de uso general a utilizar por los jefes de obra en la gestión de oportunidades en obra. Sin embargo, en empresas integradas la gestión de oportunidades en obra es realizada por los jefes de obra en base a sus criterios personales.	PGC-3
#B-HC-C-2-1		La empresa "B" carece de procedimiento o cualquier tipo de pauta o instrucción para guiar a los jefes de obra en la gestión de amenazas, sin embargo sí cuenta con unas pautas y un formato explícito para guiar a los jefes de obra en la gestión de oportunidades.			

<b>ASPECTO DEL CONTEXTO:</b> Gestión de plazo y coste.					
<b>HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL</b>			<b>REPLICACIÓN</b>	<b>PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
<b>CÓDIGO HALLAZGOS</b>	<b>CASO "A"</b>	<b>CASO "B"</b>		<b>PROPOSICIÓN GENERAL</b>	<b>CÓDIGO PROPOSICIÓN</b>
#A-HC-C-4-1	Los jefes de obra de la empresa "A" desarrollan al principio de cada obra presupuestos de costes y programas de trabajos, para ello tienen en cuenta los datos procedentes de la fase de estudios. Los presupuestos y programas se revisan a lo largo de la obra.		Literal	Los jefes de obra de las empresas constructoras desarrollan al principio de cada obra presupuestos de costes y programas de trabajos, para ello tienen en cuenta los datos procedentes de la fase de estudios. Los presupuestos y programas se revisan a lo largo de la obra.	PGC-4
#B-HC-C-4-1		Los jefes de obra de la empresa "B" desarrollan al principio de cada obra presupuestos de costes y programas de trabajos, para ello tienen en cuenta los datos procedentes de la fase de estudios. Los presupuestos y programas se revisan a lo largo de la obra.			

<b>ASPECTO DEL CONTEXTO:</b> Gestión de alcance-calidad.					
<b>HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL</b>			<b>REPLICACIÓN</b>	<b>PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
<b>CÓDIGO HALLAZGOS</b>	<b>CASO "A"</b>	<b>CASO "B"</b>		<b>PROPOSICIÓN GENERAL</b>	<b>CÓDIGO PROPOSICIÓN</b>
#A-HC-C-4-1	La empresa "A" suele ejecutar las obras respetando el alcance y calidad acordado con su cliente interno.		Literal	Las empresas constructoras integradas suelen ejecutar las obras respetando el alcance y calidad acordado con su cliente interno, sin embargo, las empresas constructoras que consiguen sus contratos en un entorno competitivo, suelen -en términos generales- respetar el alcance y calidad contractual, pero tienden a gestionar de forma oportunista el alcance y la calidad del proyecto como forma de optimizar el coste y el plazo de la obra.	PGC-5
#B-HC-C-4-1		La empresa "B" suele respetar en términos generales el alcance y calidad contractual, pero tiende a reducir de forma oportunista el alcance y la calidad del proyecto como forma de optimizar el coste y el plazo de la obra, aunque siempre de una forma responsable que no ponga en riesgo el resultado de lo construido.			

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN: P1					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-C-1-1	En la empresa "A" los directivos condicionan el tamaño de los colchones de tiempo y coste al determinar los objetivos de la obra.		Literal	Los directivos de las empresas constructoras condicionan el tamaño de los colchones de tiempo y coste al determinar los objetivos de la obra. A partir de ahí son los jefes de obra quienes deciden el tamaño inicial de los colchones de tiempo y coste.	PG1-1
#B-HC-C-1-1		En la empresa "B" los directivos condicionan el tamaño de los colchones de tiempo y coste al determinar los objetivos de la obra.			

PREGUNTA ESPECÍFICA: P1					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-1-2-1	En la empresa "A" la gestión de los colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) es realizada por los jefes de obra.		Literal	La gestión de los colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) es realizada por los jefes de obra.	PG1-2
#B-HC-1-2-1		En la empresa "B" la gestión de los colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) es realizada por los jefes de obra.			

PREGUNTA ESPECÍFICA: P1					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-1-3-1	La empresa "A" confía en gran medida la gestión de los colchones de capacidad (recursos adicionales) a los subcontratistas.		Literal	La gestión de los colchones de capacidad (recursos adicionales) se confía en gran medida a los subcontratistas.	PG1-3
#B-HC-1-3-1		La empresa "B" confía en gran medida la gestión de los colchones de capacidad (recursos adicionales) a los subcontratistas.			

PREGUNTA ESPECÍFICA: P2					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-2-1-1	La Empresa "A" utiliza colchones de tiempo y coste para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.		Literal	Las empresas constructoras utilizan colchones de tiempo y coste para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.	PG2-1
#B-HC-2-1-1		La Empresa "B" utiliza colchones de tiempo y coste para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.			

PREGUNTA ESPECÍFICA: P2					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-2-2-1	En la empresa "A" el término "colchón" es el más utilizado para designar el concepto de reserva para contingencias.		Literal	En las empresas constructoras el término "colchón" es el más utilizado para designar el concepto de "reserva para contingencias".	PG2-2
#B-HC-2-2-1		En la empresa "B" el término "colchón" es el más utilizado para designar el concepto de reserva para contingencias.			
#A-HC-2-2-2	En la empresa "A" no se conoce el término "reserva para contingencias".		Literal	En las empresas constructoras no se conoce el término "reserva para contingencias".	PG2-3
#B-HC-2-2-2		En la empresa "B" no se conoce el término "reserva para contingencias".			

PREGUNTA ESPECÍFICA: P2					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-2-3-1	En la empresa "A" se valoran las oportunidades identificadas para optimizar el coste y el plazo de la obra como una posible reducción del coste y del plazo esperado.		Literal	En las empresas constructoras se valoran las oportunidades identificadas para optimizar el coste y el plazo de la obra como una posible reducción del coste y del plazo esperado (reservas para contingencias negativas).	PG2-4
#B-HC-2-3-1		En la empresa "B" se valoran las oportunidades identificadas para optimizar el coste y el plazo de la obra como una posible reducción del coste y del plazo esperado.			



PREGUNTA ESPECÍFICA: P2					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-2-4-1	Los jefes de obra de la empresa A comparten con el cliente las tolerancias (reservas para contingencias de alcance y calidad) que identifican.		Teórica	En las empresas constructoras integradas, los jefes de obra comparten con el cliente las tolerancias (reservas para contingencias de alcance y calidad) que identifican, mientras que en las empresas que consiguen sus contratos en un entorno competitivo, las tolerancias que se detectan o se crean, se gestionan oportunamente.	PG2-5
#B-HC-2-4-1		En la empresa B las tolerancias (reservas para contingencias de alcance y calidad) que se detectan o que se crean, se gestionan oportunamente.			

PREGUNTA ESPECÍFICA: P2					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-2-5-1	La empresa "A" utiliza colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) y capacidad (recursos adicionales).		Literal	Las empresas constructoras utilizan colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) y capacidad (recursos adicionales).	PG2-6
#B-HC-2-5-1		La empresa "B" utiliza colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) y capacidad (recursos adicionales).			

PREGUNTA ESPECÍFICA: P3					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-3-1-1	La Empresa "A" utiliza colchones de tiempo para proteger específicamente la duración de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como una mayor duración de las tareas.		Literal	Las empresas constructoras utilizan colchones de tiempo detallados para proteger específicamente la duración de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como una mayor duración de las tareas.	PG3-1
#B-HC-3-1-1		La Empresa "B" utiliza colchones de tiempo para proteger específicamente la duración de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como una mayor duración de las tareas.			
PREGUNTA ESPECÍFICA: P3					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-3-2-1	La Empresa "A" utiliza colchones de coste para proteger específicamente el coste de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como unos mayores costes unitarios y/o como un exceso de mediciones.		Literal	Las empresas constructoras utilizan colchones de coste para proteger específicamente el coste de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como unos mayores costes unitarios y/o como un exceso de mediciones.	PG3-2
#B-HC-3-2-1		La Empresa "B" utiliza colchones de coste para proteger específicamente el coste de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como unos mayores costes unitarios y/o como un exceso de mediciones.			

PREGUNTA ESPECÍFICA: P3					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-3-3-1	En la empresa "A" los colchones de tiempo y coste no son explícitos, sino ocultos.		Literal	En las empresas constructoras los colchones de tiempo y coste no son explícitos, sino ocultos.	PG3-3
#B-HC-3-3-1		En la empresa "B" los colchones de tiempo y coste no son explícitos, sino ocultos.			

PREGUNTA ESPECÍFICA: P3					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-3-4-1	En la empresa "A" se utilizan las posibles ampliaciones de horario de trabajo y el incremento de recursos, como colchones para proteger de forma genérica el plazo de ejecución.		Literal	En las empresas constructoras se utilizan las posibles ampliaciones de horario de trabajo y el incremento de recursos, como colchones para proteger de forma genérica el plazo de ejecución.	PG3-4
#B-HC-3-4-1		En la empresa "B" se utilizan las posibles ampliaciones de horario de trabajo y el incremento de recursos, como colchones para proteger de forma genérica el plazo de ejecución.			

PREGUNTA ESPECÍFICA: P3					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-3-5-1	En la empresa "A" algunos jefes de obra protegen de forma genérica el coste de la obra utilizando las partidas de costes indirectos como colchón.		Literal	En las empresas constructoras algunos jefes de obra protegen de forma genérica el coste de la obra utilizando las partidas de costes indirectos como colchón.	PG3-5
#B-HC-3-5-1		En la empresa "B" algunos jefes de obra protegen de forma genérica el coste de la obra utilizando las partidas de costes indirectos como colchón.			

PREGUNTA ESPECÍFICA: P4					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-4-1-1	En la empresa "A" los colchones de tiempo y coste son definidos de forma subjetiva por los jefes de obra.		Literal	En las empresas constructoras los colchones de tiempo y coste son definidos de forma subjetiva por los jefes de obra.	PG4-1
#B-HC-4-1-1		En la empresa "B" los colchones de tiempo y coste son definidos de forma subjetiva por los jefes de obra.			

PREGUNTA ESPECÍFICA: P4					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-4-2-1	En la empresa "A" no se conoce ni se utiliza ningún método formal propuesto por la literatura para definir el tamaño de las reservas para contingencias de tiempo y coste.		Literal	En las empresas constructoras no se conoce ni se utiliza ningún método formal propuesto por la literatura para definir el tamaño de las reservas para contingencias de tiempo y coste.	PG4-2
#B-HC-4-2-1		En la empresa "B" no se conoce ni se utiliza ningún método formal propuesto por la literatura para definir el tamaño de las reservas para contingencias de tiempo y coste.			

PREGUNTA ESPECÍFICA: P4					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-4-3-1	En la empresa "A" se piensa que los colchones de tiempo y coste son necesarios.		Literal	En las empresas constructoras se piensa que los colchones de tiempo y coste son necesarios.	PG4-3
#B-HC-4-3-1		En la empresa "B" se piensa que los colchones de tiempo y coste son necesarios.			

PREGUNTA ESPECÍFICA: P4					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-4-4-1	En la empresa "A" se piensa que un exceso de colchones de tiempo y coste es negativo porque induce relajo a los gestores de la obra.		Literal	En las empresas constructoras se piensa que un exceso de colchones de tiempo y coste es negativo porque induce relajo a los gestores de la obra.	PG4-4
#B-HC-4-4-1		En la empresa "B" se piensa que un exceso de colchones de tiempo y coste es negativo porque induce relajo a los gestores de la obra.			

PREGUNTA ESPECÍFICA: P4					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-4-5-1	En la empresa "A" la opinión general es que es negativo que los colchones de tiempo y coste se reduzcan por debajo de un cierto umbral (variable), pues en tal caso, la probabilidad de que se produjeran desviaciones sobre el de plazo y coste planificados se incrementaría de una forma no asumible.		Literal	En las empresas constructoras la opinión general es que es negativo que los colchones de tiempo y coste se reduzcan por debajo de un cierto umbral (variable), pues en tal caso, la probabilidad de que se produjeran desviaciones sobre el de plazo y coste planificados se incrementaría de una forma no asumible. Sin embargo, dentro de las empresas existen diferentes visiones al respecto. Así, la dirección considera que el nivel mínimo aceptable de colchones de tiempo y coste debe ser inferior al que desean los jefes de obra.	PG4-5
#A-HC-4-5-1b	La dirección de la empresa "A" considera que el nivel mínimo aceptable de colchones de tiempo y coste debe ser inferior al que desean los jefes de obra.				
#B-HC-4-5-1		En la empresa "B" la opinión general es que es negativo que los colchones de tiempo y coste se reduzcan por debajo de un cierto umbral (variable), pues en tal caso, la probabilidad de que se produjeran desviaciones sobre el de plazo y coste planificados se incrementaría de una forma no asumible.			
#B-HC-4-5-1b		La dirección de la empresa "B" considera que el nivel mínimo aceptable de colchones de tiempo y coste debe ser inferior al que desean los jefes de obra.			

PREGUNTA ESPECÍFICA: P4					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-4-6-1	En la empresa "A" se piensa que reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste hasta un cierto umbral - variable en función de la aversión al riesgo del decisor y de las circunstancias de cada riesgo concreto- obliga a mejorar los procesos implicados en la construcción y la gestión de la obra.		Literal	En las empresas constructoras se piensa que reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste hasta un cierto umbral -variable en función de la aversión al riesgo del decisor y de las circunstancias de cada riesgo concreto- obliga a mejorar los procesos implicados en la construcción y la gestión de la obra.	PG4-6
#B-HC-4-6-1		En la empresa "B" se piensa que reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste hasta un cierto umbral - variable en función de la aversión al riesgo del decisor y de las circunstancias de cada riesgo concreto- obliga a mejorar los procesos implicados en la construcción y la gestión de la obra.			



PREGUNTA ESPECÍFICA: P4					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-4-7-1	En la empresa "A" se piensa que con más y mejor planificación de la obra, se podría reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste.		Literal	En las empresas constructoras se piensa que con más y mejor planificación de la obra, se podría reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste.	PG4-7
#B-HC-4-7-1		En la empresa "B" se piensa que con más y mejor planificación de la obra, se podría reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste.			

PREGUNTA ESPECÍFICA: P4					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-4-8-1	La empresa "A" determina el tamaño de los colchones de materias primas y obra en curso de forma subjetiva.		Literal	Las empresas constructoras determinan el tamaño de los colchones de materias primas y obra en curso de forma subjetiva.	PG4-8
#B-HC-4-8-1		La empresa "B" determina el tamaño de los colchones de materias primas y obra en curso de forma subjetiva.			

PREGUNTA ESPECÍFICA: P5					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-5-1-1	En la empresa "A" los colchones de tiempo y coste se actualizan de forma automática a lo largo de la obra, pues al estar ocultos en unidades de obra concretas, cuando estas se ejecutan afloran.		Literal	En las empresas constructoras los colchones de tiempo y coste se actualizan de forma automática a lo largo de la obra, pues al estar ocultos en unidades de obra concretas, cuando estas se ejecutan afloran.	PG5-1
#B-HC-5-1-1		En la empresa "B" los colchones de tiempo y coste se actualizan de forma automática a lo largo de la obra, pues al estar ocultos en unidades de obra concretas, cuando estas se ejecutan afloran.			

PREGUNTA ESPECÍFICA: P5					
HALLAZGOS DE CASO INDIVIDUAL			REPLICACIÓN	PROPOSICIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
CÓDIGO HALLAZGOS	CASO "A"	CASO "B"		PROPOSICIÓN GENERAL	CÓDIGO PROPOSICIÓN
#A-HC-5-2-1	En la empresa "A" los colchones de tiempo y coste se utilizan tanto para cubrir eventos inciertos como para absorber errores en las estimaciones.		Literal	En las empresas constructoras los colchones de tiempo y coste se utilizan tanto para cubrir eventos inciertos como para absorber errores en las estimaciones.	PG5-2
#B-HC-5-2-1		En la empresa "B" los colchones de tiempo y coste se utilizan tanto para cubrir eventos inciertos como para absorber errores en las estimaciones.			

**CONCLUSIONES**

**8.- CONCLUSIONES.**

8.1.- RESULTADOS DEFINITIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

8.2.- CONTRIBUCIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

8.3.- LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

8.4.- FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.

## 8.- CONCLUSIONES.

### 8.1.- RESULTADOS DEFINITIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

El producto esencial de la FASE 4 fueron los resultados provisionales de la investigación, que fueron discutidos en el apartado 7.4 de este documento. Estos resultados se estructuraron en torno a veintinueve proposiciones extraídas aplicando la lógica de la replicación (literal o teórica) a partir de los hallazgos de cada caso individual, que fueron a su vez obtenidos en la FASE 3 y discutidos en el apartado 7.3. A fin de incrementar la validez externa de estos resultados provisionales se desarrolló la FASE 5 de la investigación; en esta fase se recabó la opinión de directivos relacionados con seis empresas constructoras diferentes a "A" y "B" acerca de los resultados provisionales de la investigación. Tal y como se justificó en el apartado 7.5.4, este proceso de validación externa desarrollado en la FASE 5 otorgó a todos los resultados provisionales de la investigación un carácter definitivo. La Tabla 8.1 presenta los RESULTADOS DEFINITIVOS de la investigación (coincidentes en su totalidad con los provisionales), junto con su grado de validez resultante de la FASE 5. Este grado de validez se ha determinado de acuerdo a los criterios definidos en el apartado 5.2.5.5 a partir de la mediana, teniendo en cuenta el nivel de acuerdo manifestado por cada uno de los directivos entrevistados en el marco de la FASE 5 con cada resultado provisional (respuesta "1" – "en total desacuerdo", respuesta "2" – "en desacuerdo", respuesta "3" – "indiferente", respuesta "4" – "de acuerdo" y respuesta "5" – "muy de acuerdo").

Coherentemente con lo planteado en los capítulos quinto y séptimo acerca de la relevancia de definir con claridad el ámbito de la investigación, los resultados que figuran en la Tabla 8.1 son generalizables únicamente a empresas pertenecientes al ámbito final de la investigación caracterizado por los siguientes parámetros:

- Localización: Empresas españolas.
- Fase del ciclo de vida: Construcción.
- Especialización: Contratistas generales de obra civil y edificación (residencial, industrial y comercial).
- Tamaño: Grande y mediano (según la Recomendación de la Comisión Europea de 6 de mayo de 2003 sobre la definición de microempresas, pequeñas y medianas empresas (2003/361/CE)).
- Grado de integración: Diversos niveles (bajo, medio y alto) (según los criterios definidos en el punto 7.5.1).

Por tanto, cuando a lo largo de este capítulo se utilice **la expresión "empresas constructoras"** en relación a los resultados de la investigación, **se está haciendo referencia únicamente a las empresas constructoras que formen parte del ámbito investigado.**

RESULTADO DEFINITIVO	CÓDIGO RESULTADO DEFINITIVO	M <sub>e</sub>	GRADO DE VALIDEZ
Los jefes de obra de las empresas constructoras participan en la fijación de los objetivos de la obra (plazo, coste, alcance-calidad), aunque sus superiores jerárquicos (jefe de grupo, directivo de área) también intervienen, particularmente aprobando su propuesta o fijando los límites de los objetivos.	PGC-1D	5	FUERTE
La incertidumbre sobre la consecución de los objetivos de obra es menor en las empresas constructoras integradas que en aquellas empresas constructoras que consiguen sus contratos en un entorno competitivo.	PGC-2D	5,00	FUERTE
Las empresas constructoras que consiguen sus contratos en un entorno competitivo cuentan con procedimientos, pautas o instrucciones de uso general a utilizar por los jefes de obra en la gestión de oportunidades en obra. Sin embargo, en empresas integradas la gestión de oportunidades en obra es realizada por los jefes de obra en base a sus criterios personales.	PGC-3D	5	FUERTE
Los jefes de obra de las empresas constructoras desarrollan al principio de cada obra presupuestos de costes y programas de trabajos, para ello tienen en cuenta los datos procedentes de la fase de estudios. Los presupuestos y programas se revisan a lo largo de la obra.	PGC-4D	5,00	FUERTE
Las empresas constructoras integradas suelen ejecutar las obras respetando el alcance y calidad acordado con su cliente interno, sin embargo, las empresas constructoras que consiguen sus contratos en un entorno competitivo, suelen -en términos generales- respetar el alcance y calidad contractual, pero tienden a gestionar de forma oportunista el alcance y la calidad del proyecto como forma de optimizar el coste y el plazo de la obra.	PGC-5D	4,5	FUERTE
Los directivos de las empresas constructoras condicionan el tamaño de los colchones de tiempo y coste al determinar los objetivos de la obra.	PG1-1D	5,00	FUERTE
La gestión de los colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) es realizada por los jefes de obra.	PG1-2D	5,00	FUERTE
La gestión de los colchones de capacidad (recursos adicionales) se confía en gran medida a los subcontratistas.	PG1-3D	5,00	FUERTE
Las empresas constructoras utilizan colchones de tiempo y coste para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.	PG2-1D	5,00	FUERTE
En las empresas constructoras el término "colchón" es el más utilizado para designar el concepto de "reserva para contingencias".	PG2-2D	5,00	FUERTE
En las empresas constructoras no se conoce el término "reserva para contingencias".	PG2-3D	4,00	FUERTE
En las empresas constructoras se valoran las oportunidades identificadas para optimizar el coste y el plazo de la obra como una posible reducción del coste y del plazo esperado (reservas para contingencias negativas).	PG2-4D	5,00	FUERTE
En las empresas constructoras integradas, los jefes de obra comparten con el cliente las tolerancias (reservas para contingencias de alcance y calidad) que identifican, mientras que en las empresas que consiguen sus contratos en un entorno competitivo, las tolerancias que se detectan o se crean, se gestionan oportunistamente.	PG2-5D	4,5	FUERTE
Las empresas constructoras utilizan colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) y capacidad (recursos adicionales).	PG2-6D	5,00	FUERTE

RESULTADO DEFINITIVO	CÓDIGO RESULTADO DEFINITIVO	M <sub>e</sub>	GRADO DE VALIDEZ
Las empresas constructoras utilizan colchones de tiempo para proteger específicamente la duración de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como una mayor duración de las tareas.	PG3-1D	5,00	FUERTE
Las empresas constructoras utilizan colchones de coste para proteger específicamente el coste de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como unos mayores costes unitarios y/o como un exceso de mediciones.	PG3-2D	5,00	FUERTE
En las empresas constructoras los colchones de tiempo y coste no son explícitos, sino ocultos.	PG3-3D	5,00	FUERTE
En las empresas constructoras se utilizan las posibles ampliaciones de horario de trabajo y el incremento de recursos, como colchones para proteger de forma genérica el plazo de ejecución.	PG3-4D	5,00	FUERTE
En las empresas constructoras algunos jefes de obra protegen de forma genérica el coste de la obra utilizando las partidas de costes indirectos como colchón.	PG3-5D	4,5	FUERTE
En las empresas constructoras los colchones de tiempo y coste son definidos de forma subjetiva por los jefes de obra.	PG4-1D	5,00	FUERTE
En las empresas constructoras no se conoce ni se utiliza ningún método formal propuesto por la literatura para definir el tamaño de las reservas para contingencias de tiempo y coste.	PG4-2D	5,00	FUERTE
En las empresas constructoras se piensa que los colchones de tiempo y coste son necesarios.	PG4-3D	5,00	FUERTE
En las empresas constructoras se piensa que un exceso de colchones de tiempo y coste es negativo porque induce relajación a los gestores de la obra.	PG4-4D	5,00	FUERTE
En las empresas constructoras la opinión general es que es negativo que los colchones de tiempo y coste se reduzcan por debajo de un cierto umbral (variable), pues en tal caso, la probabilidad de que se produjeran desviaciones sobre el plazo y coste planificados se incrementaría de una forma no asumible. Sin embargo, dentro de las empresas existen diferentes visiones al respecto. Así, la dirección considera que el nivel mínimo aceptable de colchones de tiempo y coste debe ser inferior al que desean los jefes de obra.	PG4-5D	5,00	FUERTE
En las empresas constructoras se piensa que reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste hasta un cierto umbral -variable en función de la aversión al riesgo del decisor y de las circunstancias de cada riesgo concreto- obliga a mejorar los procesos implicados en la construcción y la gestión de la obra.	PG4-6D	5	FUERTE
En las empresas constructoras se piensa que con más y mejor planificación de la obra, se podría reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste.	PG4-7D	5	FUERTE
Las empresas constructoras determinan el tamaño de los colchones de materias primas y obra en curso de forma subjetiva.	PG4-8D	5	FUERTE
En las empresas constructoras los colchones de tiempo y coste se actualizan de forma automática a lo largo de la obra, pues al estar ocultas en unidades de obra concretas, cuando estas se ejecutan afloran.	PG5-1D	5	FUERTE
En las empresas constructoras los colchones de tiempo y coste se utilizan tanto para cubrir eventos inciertos como para absorber errores en las estimaciones.	PG5-2D	5,00	FUERTE

Tabla 8.1. Resultados definitivos de la investigación.

## 8.2.- CONTRIBUCIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

Las contribuciones de esta investigación se pueden articular en torno a tres aspectos:

- I. Más allá de su objetivo instrumental (configurar el marco teórico de la investigación), la revisión efectuada del estado del arte ha permitido proponer una visión estructurada e integral del conocimiento previo existente en torno al fenómeno investigado. Este aspecto también responde a una pregunta de la investigación, en concreto a la primera.
- II. La justificación realizada de la procedencia del método de investigación utilizado (el estudio de caso), puede servir como base a futuros proyectos en el campo de la investigación cualitativa en construcción.
- III. El resultado esencial de la investigación es la propuesta de un modelo de gestión real de reservas para contingencias por parte de las empresas constructoras durante la ejecución de las obras. Este modelo es un resultado finalista desde el punto de vista de los objetivos y las preguntas de la investigación -de hecho es la respuesta a las preguntas número dos y tres de la investigación-, pero también aporta diversos valores de cara a futuros esfuerzos investigadores, a saber:
  - a. Aporta un modelo integral y real de gestión de riesgos con reservas para contingencias.
  - b. El modelo incluye aspectos específicos y novedosos, nunca antes tratados, del fenómeno investigado.
  - c. El modelo define un marco teórico que puede servir como base para el diseño de posibles futuras investigaciones.
  - d. Identifica futuras líneas de investigación.

En los siguientes apartados se describirán con detalle estas tres contribuciones de la investigación.

NOTA.- Las preguntas de la investigación, planteadas en el capítulo primero, son:

1.- ¿Cuál es el estado del conocimiento en la gestión de riesgos mediante reservas para contingencias por parte de las empresas constructoras?

2.- ¿Cómo gestionan las empresas constructoras las reservas para contingencias durante la ejecución de las obras?

3.- ¿Cuáles son los determinantes, los inductores, los beneficios y las barreras que encuentran las empresas constructoras en la gestión de las reservas de contingencias en las obras?

### 8.2.1.- Estructuración del conocimiento existente.

Tal y como se ha evidenciado en el capítulo tercero, el conocimiento publicado sobre el fenómeno investigado es tan abundante como disperso, quizás en coherencia con una característica esencial del concepto puesta de manifiesto por la ya varias veces citada idea de Patrascu (1988): para este autor las reservas para contingencias son el concepto más incomprendido, malinterpretado y mal utilizado en la ejecución de una obra, pudiendo significar cosas diferentes para diferentes personas.

El tipo de reserva para contingencia más tratado en la literatura es el colchón de coste (de signo positivo, es decir, que incrementa el presupuesto base para configurar el objetivo económico de la obra – Gráfico 3.8), pero no faltan las referencias sobre colchones de tiempo y



colchones de inventarios (de materias primas y obra en curso) o capacidad (recursos adicionales). La mayor parte de los autores se focalizan (en el caso de las reservas para contingencias de coste) en las propiedades, y no tanto en la empresa constructora. En cualquier caso, los estudios empíricos son muy escasos. Una gran parte de los esfuerzos analizados se centran en proponer métodos de gestión que permitan superar las limitaciones de la subjetividad como herramienta básica de definición del tamaño de los colchones.

Las anteriores son características propias del cuerpo teórico existente acerca del concepto de reservas para contingencias. Unas características de las que se destila una idea esencial: la literatura carece de referencias que aborden el fenómeno investigado desde una perspectiva integral.

El presente esfuerzo requería configurar un marco teórico, fruto de la revisión del estado del arte, que sirviera como referencia para el diseño de la investigación. Un marco teórico que recoge de forma estructurada e integral el conocimiento existente y que bien puede servir también de referencia para futuras investigaciones. La Tabla 3.4 es representativa de la estructura del conocimiento existente.

### **8.2.2.- Justificación de la utilización del método del Estudio de Caso.**

*“La construcción es esencialmente un proceso social. En efecto, la construcción puede ser considerada la aplicación “por personas” de tecnología desarrollada “por personas” para alcanzar metas definidas “por personas” en relación a la creación o reforma de edificios o infraestructuras. El hecho de que las personas jueguen un papel clave en la mayoría de los procesos de la construcción, sugiere que para comprender los factores humanos o sociales, una investigación eficaz en construcción requiere la correcta aplicación de los métodos de investigación propios de las ciencias sociales”* (Abowitz y Toole 2008, p. 108).

En coherencia con la idea anterior, se eligió como método de investigación de referencia para este proyecto el “Estudio de Caso”, uno de los métodos más usuales en el ámbito de las ciencias sociales (Yin 2009). En el capítulo quinto se describieron sus características esenciales y se justificó su elección para esta investigación. Y precisamente el propio proceso de justificación de la elección del método del estudio caso en un proyecto que como este se desarrolla en un entorno ingenieril, se puede señalar como una contribución adicional de esta investigación, más aun teniendo en cuenta que tal y como aseguran Abowitz y Toole (2008) la investigación eficaz de aspectos relacionados con el comportamiento humano en construcción es una tarea difícil que requiere la aplicación de capacidades y métodos no habituales del ámbito de la ingeniería y de la construcción.

### **8.2.3.- Modelo de gestión de reservas para contingencias.**

Los Gráficos 8.1, 8.1-1, 8.1-2 y 8.1-3 representan el modelo de gestión real de reservas para contingencias por parte de las empresas constructoras durante la ejecución de las obras, que tal y como se expuso anteriormente constituye el tercer grupo de contribuciones de la investigación.

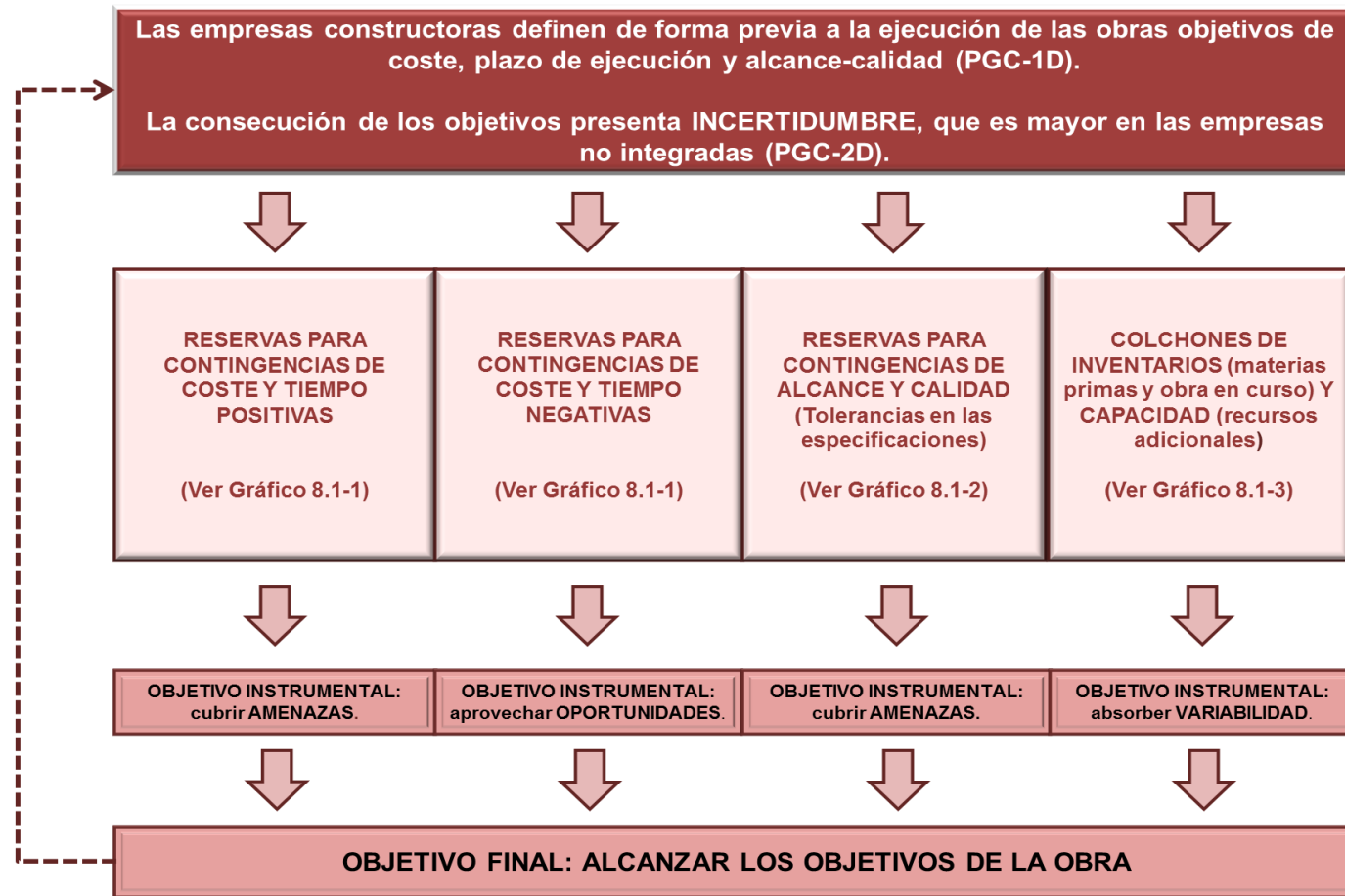


Gráfico 8.1.- Modelo de gestión de reservas para contingencias por parte de las empresas constructoras durante la ejecución de las obras: gráfico general.

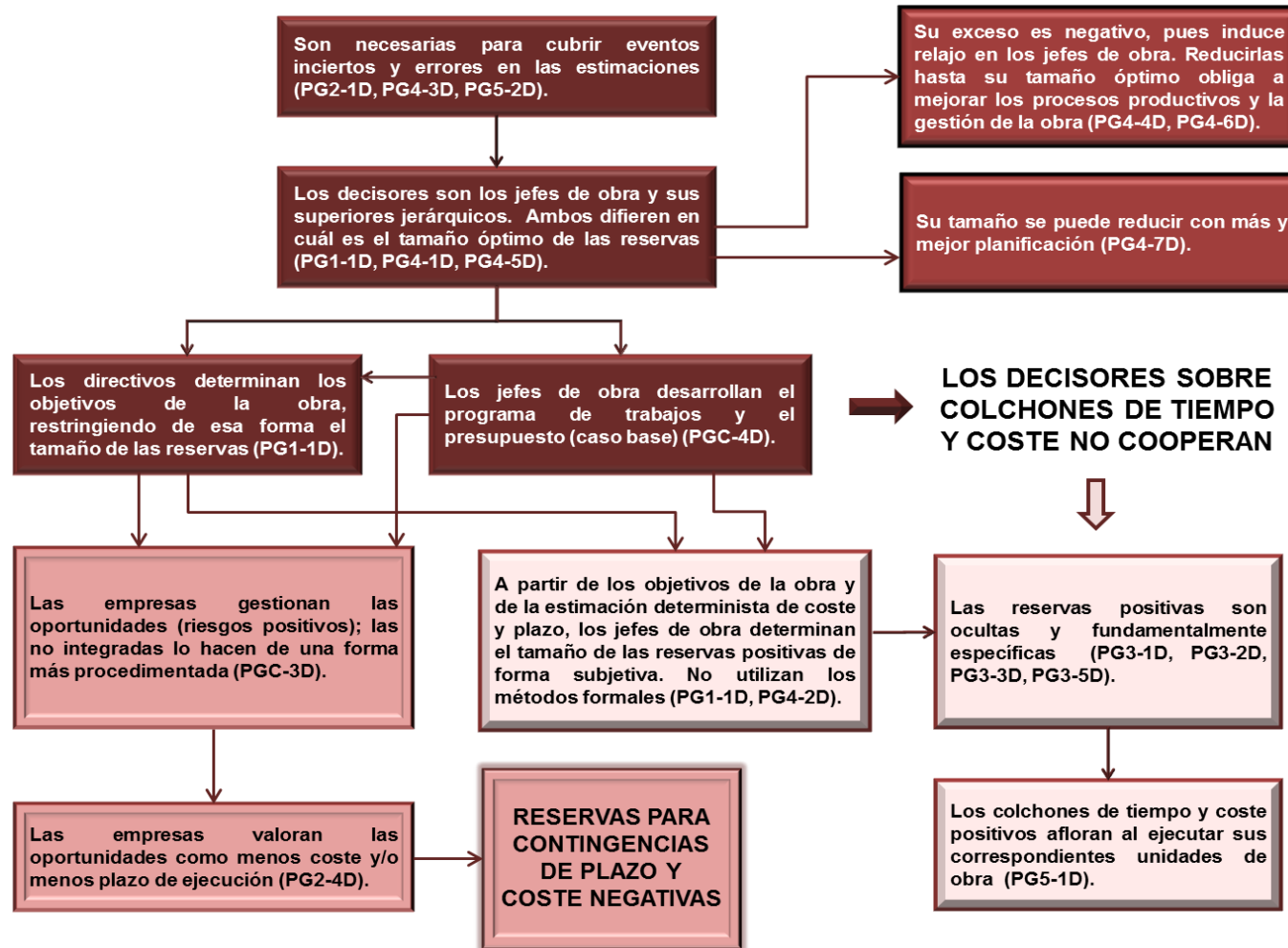
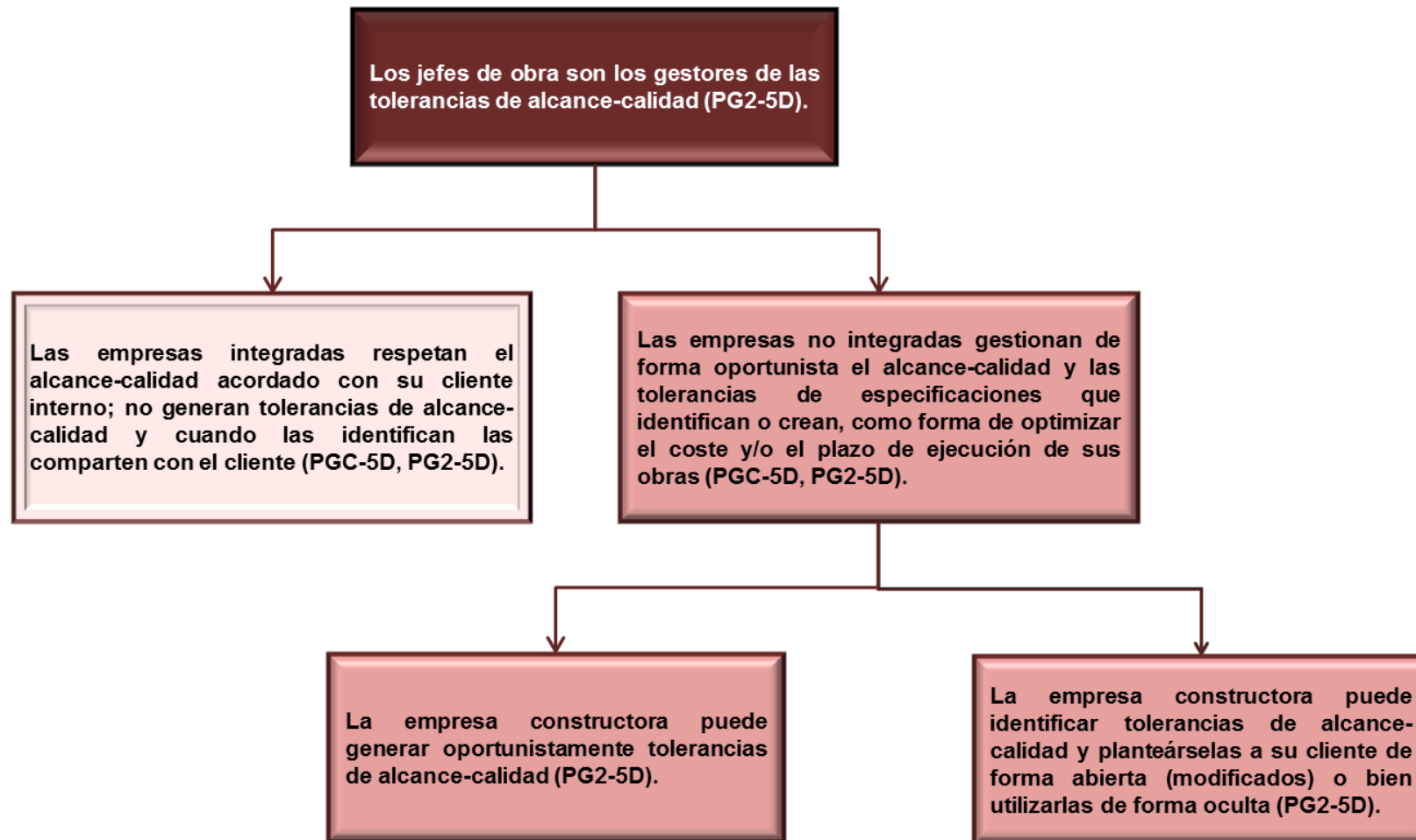


Gráfico 8.1-1.- Modelo de gestión de reservas para contingencias por parte de las empresas constructoras durante la ejecución de las obras: gestión de reservas para contingencias de tiempo y coste.



**Gráfico 8.1-2.- Modelo de gestión de reservas para contingencias por parte de las empresas constructoras durante la ejecución de las obras: gestión de reservas para contingencias de alcance-calidad.**

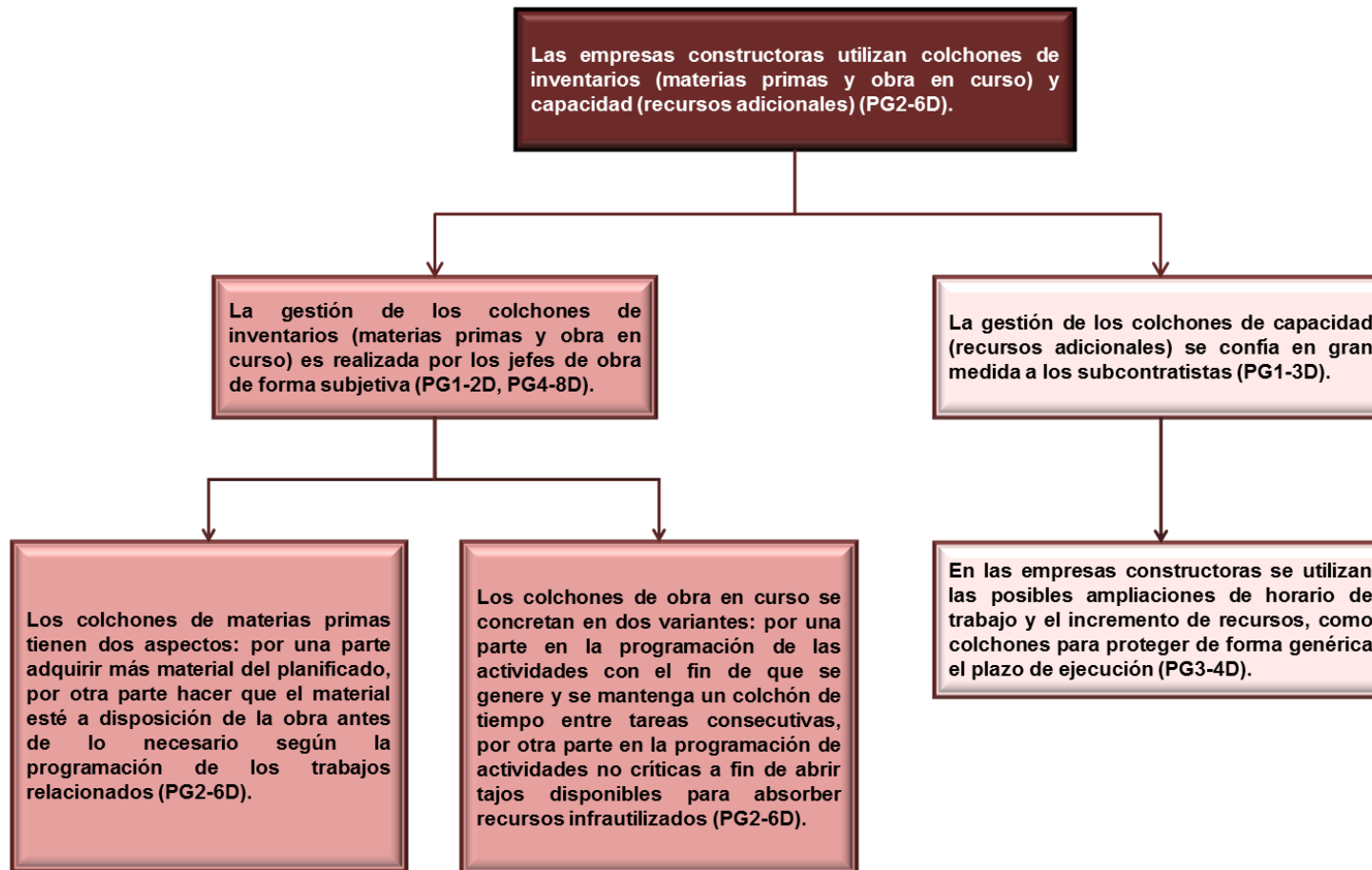


Gráfico 8.1-3.- Modelo de gestión de reservas para contingencias por parte de las empresas constructoras durante la ejecución de las obras: gestión de los colchones de inventarios y capacidad.

El Gráfico 8.1 (gráfico general) y sus gráficos complementarios (Gráficos 8.1-1, 8.1-2 y 8.1-3) modelizan la gestión de reservas para contingencias como un sistema dinámico configurado en torno a tres bloques. Estos bloques se definen a partir de los veintinueve resultados definitivos de la investigación que se exponen en la Tabla 8.1:

- (i) **BLOQUE DE ENTRADAS.** La entrada esencial del sistema se conforma a partir de dos resultados de la investigación (PGC-1D y PGC-2D). Estos dos resultados refieren que los jefes de obra y sus superiores jerárquicos definen al comienzo de cada obra objetivos de coste, plazo y alcance-calidad. Unos objetivos cuya consecución se ve comprometida por la incertidumbre existente.
- (ii) **BLOQUE DE PROCESO.** Las empresas constructoras gestionan la incertidumbre, la variabilidad y los riesgos que comprometen la consecución de sus objetivos en obra mediante la definición y gestión dinámica de cuatro tipos básicos de reservas para contingencias:
  - a. Reservas para contingencias de tiempo y coste (positivas). Son cantidades de tiempo y dinero que se añaden (de ahí el signo positivo) a las estimaciones deterministas (sin valoración de riesgo). Son el tipo de reserva para contingencia más ampliamente tratado en la literatura. Tal y como se argumentó con detalle en el capítulo tercero, existen numerosos estudios que se centran en el concepto de reservas para contingencias de tiempo y coste desde la perspectiva de la propiedad, unos pocos se focalizan en la empresa constructora pero en la fase de estudios, muchos proponen métodos formales de gestión de reservas para contingencias sin una base empírica. Un estudio (Ford 2002) pretende caracterizar de forma integral cómo gestionan las empresas constructoras las reservas para contingencias de costes, sin embargo, como se describió en el capítulo tercero, se apoya en entrevistas realizadas con profesionales de empresas constructoras y de otros ámbitos (propiedades). Los conceptos básicos que conforman el modelo presentado en el Gráfico 3.8.1 en relación a este tipo de reservas para contingencias han sido por tanto ya planteados por diversos autores, aunque no en el contexto en el que se desarrolla esta investigación (fase de construcción desde la perspectiva de la empresa constructora). El Gráfico 3.8.1 se centra en reservas para contingencia de costes, aunque la idea es extrapolable a las reservas para contingencias de tiempo.
  - b. Reservas para contingencias de tiempo y coste de signo negativo. Estas reservas representan menos coste y/o un menor plazo de ejecución y por tanto la posible optimización de los objetivos económicos y de plazo de la obra (Gráficos 3.6, 3.9 y 7.2). Son un tipo de reserva para contingencia no tratado por la literatura, aunque en el apartado 3.4.1 fueron caracterizadas teóricamente a partir del doble perfil del concepto de riesgo (amenaza y oportunidad). Efectivamente, si las reservas para contingencias positivas descritas en el apartado anterior, implican la valoración (en coste y/o tiempo) de las amenazas que pudieran comprometer la consecución de los objetivos de la obra, de forma simétrica y en coherencia con el doble perfil del riesgo, tendría sentido la existencia práctica de otro tipo de reservas para contingencias –en este caso negativas- que valorasen las oportunidades que pudieran incrementar las probabilidades de alcanzar o incluso superar los objetivos de la obra. La identificación y caracterización de este tipo de reservas para contingencias constituye una de las

principales contribuciones de esta investigación, confirmando así la hipótesis planteada en el apartado 3.4.1; de los resultados de la misma (en concreto del resultado PG2-4D), se deduce que las empresas constructoras las utilizan. En la discusión de los hallazgos de referencia del resultado PG2-4D se describe el procedimiento de gestión de las mismas utilizado por las empresas “A” y “B”.

- c. Tolerancias en las especificaciones (reservas para contingencias de alcance-calidad). Son un tipo de reserva para contingencias apenas tratado por la literatura; de hecho solo se ha hallado una referencia que identifique de forma explícita las tolerancias como un tipo de reserva para contingencias (Godfrey 2004), quien únicamente menciona su existencia y propone una denominación: *tolerancias en las especificaciones*. No obstante, también es destacable el esfuerzo ya mencionado de Milberg y Tommelein (2003) para profundizar en el concepto de tolerancia dimensional en construcción y su relación con la variabilidad y la incertidumbre de los proyectos. La caracterización de cómo gestionan este tipo de reserva para contingencias las empresas constructoras es otra de las principales aportaciones de esta investigación (resultados PGC-5D y PG2-5D). Es destacable que las empresas constructoras en general utilizan este tipo de reservas para proteger el plazo y/o el coste de la obra y no tanto el propio objetivo de alcance-calidad; las empresas integradas, comparten las reservas de alcance-calidad con el cliente, por el contrario las no integradas hacen una gestión oportunista de las mismas, aprovechándolas en su propio interés al detectarlas o incluso creándolas.
  - d. Colchones de inventarios (obra en curso y materias primas) y de capacidad (recursos adicionales). Algunas de las definiciones de “reserva para contingencias” expuestas en el apartado 3.3.1, utilizan para denominar el concepto el término “reserva para contingencia”, mientras que otras lo designan como “colchón”. La expresión “reserva para contingencia” (utilizada en este estudio en sentido general) surgió al referirse a un tipo concreto: el correspondiente a aquellas reservas cuyo recurso base es el coste, mientras que el término “colchón” se utilizaba fundamentalmente al hablar de todas aquellas reservas constituidas por otros recursos y enfocadas esencialmente a absorber la variabilidad intrínseca de los procesos constructivos; pero en definitiva la idea subyacente es la misma: reservas de recursos (el dinero lo es) constituidas para cubrir riesgos, absorber incertidumbre o variabilidad y en definitiva proteger los objetivos del proyecto.
- (iii) BLOQUE DE SALIDAS. Con la definición y gestión de estos cuatro tipos de reservas para contingencias las empresas constructoras persiguen un objetivo final, que es a su vez el resultado esencial del sistema de gestión de las reservas: alcanzar los objetivos de la obra, esto es, reducir las probabilidades de que se produzcan desviaciones entre los resultados de la obra y los objetivos definidos. Este objetivo final se alcanza mediante la consecución de diversos objetivos instrumentales: cubrir amenazas y absorber incertidumbre (fin de las reservas tipos “a” y “c” del punto anterior), aprovechar oportunidades (el fin de las reservas tipo “c”) y absorber variabilidad (que es la meta de las reservas tipo “d”).

El modelo –representado en los Gráficos 8.1, 8.1-1, 8.1-2 y 8.1-3 y brevemente descrito en los párrafos anteriores- es en sí la principal contribución de esta investigación; en primera instancia porque es el primer modelo integral propuesto para describir como gestionan las

empresas constructoras las reservas para contingencias durante la fase de ejecución de las obras. Autores como Laryea y Hughes (2011), Thal et al. (2010) y Howell (2012) afirman la inexistencia de propuestas previas en esa línea. Adicionalmente, esta investigación aporta una visión integral de la sistemática real de gestión de reservas para contingencias por parte de las empresas constructoras en su contexto específico, y este modelo podría ser utilizado como parte del marco teórico de futuras investigaciones.

Profundizando en las características del sistema de gestión representado por el modelo propuesto, es destacable que uno de los principales tipos de reservas para contingencias utilizados por las empresas (identificado con la letra "a" en la descripción anterior) son los colchones de tiempo y coste positivos (incrementan el coste y/o la duración base a fin de proteger los objetivos de la obra). Durante la discusión de los resultados PG4-4, PG4-5, PG4-6 y PG4-7 (en aquel momento provisionales, aunque posteriormente fueron confirmados) se profundizó en la visión que aportaban esos y otros resultados provisionales relacionados con este tipo de reservas para contingencias. Así, se comenzó destacando que en las empresas constructoras existen dos decisores fundamentales sobre el tamaño inicial de los colchones de tiempo y coste: los jefes de obra y sus directivos, sin embargo, ambas partes deciden al respecto de forma independiente, descoordinada y consecutiva; los directivos condicionando el tamaño de los colchones al determinar los objetivos de la obra y los jefes de obra definiendo el tamaño de los colchones de forma subjetiva dentro del intervalo definido por los objetivos de la obra y la estimación-base del coste y plazo de ejecución de la misma (ver Gráfico 7.2). Este esquema de trabajo se basa en la desconfianza, pero a su vez incrementa la desconfianza entre los jefes de obra y sus directivos. Así, los directivos tratan de condicionar de la forma descrita el tamaño de los colchones porque piensan que los jefes de obra van a intentar definir colchones tan amplios como les sea posible; por ello los directivos reducen la amplitud del intervalo admisible para los colchones. Por otra parte, dependiendo de la intensidad restrictiva de los objetivos, los jefes de obra podrían encontrarse con obras en las que independientemente del nivel de riesgo de la obra en cuestión y del grado de aversión al riesgo de la empresa, no exista margen para definir colchones suficientes, por lo que las probabilidades de que se produzcan desviaciones en los resultados de la obra y por ende se cuestione su buen hacer aumentan. En coherencia con la dinámica descrita, los colchones de tiempo y coste son definidos, en general, por los jefes de obra de forma oculta y por tanto específica para cada unidad de obra o partida, siendo determinado su tamaño de forma subjetiva. Pero estas características no son consecuencia de una decisión tomada tras un proceso de análisis en el que se haya descartado que los colchones fueran explícitos, genéricos y definidos por métodos que no se basen únicamente en el juicio experto de jefes de obra y directivos, sino que puede que sean las únicas características coherentes con el esquema de gestión descrito.

A la vista de lo anterior, parece claro que un sistema de gestión como el expuesto, cuyas características no son fruto de decisiones conscientes sino consecuencia obligada de la desconfianza imperante entre los actores fundamentales de la obra (los jefes de obra y sus directivos), puede presentar ciertas deficiencias (y por tanto posibilidades de mejora). A continuación se presentan las más relevantes:

*No aprovechamiento del potencial de los colchones de tiempo y coste genéricos.*

En el apartado 3.6.2 se expusieron los argumentos a favor y en contra de la definición de colchones de tiempo y coste genéricos o específicos. En este punto no se trata de repetirlos ni de optar por una u otra alternativa. Únicamente se pretende constatar que los colchones de tiempo y coste también pueden definirse de forma genérica, una opción que presenta ventajas (y también inconvenientes), pero que las empresas constructoras, dado el esquema de gestión que utilizan, no pueden aplicar, pues los colchones genéricos son necesariamente explícitos y por tanto su gestión transparente,



algo que requeriría unos niveles de confianza inexistentes. El único colchón de costes genérico que se ha identificado está oculto en las partidas de costes indirectos (resultado PG3-5D).

*La estimación subjetiva como único método aplicable en este contexto para definir el tamaño de los colchones de tiempo y coste.*

El argumento en este caso es similar al utilizado en el punto anterior. Independientemente de las ventajas o inconvenientes que presente la estimación del tamaño de los colchones en base al juicio experto y subjetivo de directivos y jefes de obra (ver apartado 3.6.2), este método es el más acorde con el contexto de gestión real de las reservas para contingencias que se está discutiendo. Efectivamente, la adopción de métodos formales o basados en pautas predeterminadas es viable si su implantación se decide a nivel corporativo y no solo individual. Un conjunto de pautas predeterminadas se debe basar en un histórico de datos que solo se podrá procesar si se toma una decisión en tal sentido a nivel corporativo; en la misma línea la adopción de un método formal para la determinación del tamaño de los colchones de tiempo y coste requiere un esfuerzo a nivel de desarrollo de la herramienta, de formación del personal y de implantación del método que únicamente se puede producir si la dirección de la empresa así lo determina.

*Doble nivel de subjetividad en la definición del tamaño inicial de las reservas para contingencias de tiempo y coste.*

En general siempre existe incertidumbre en cuanto a la adecuación del tamaño de los colchones de tiempo y coste a los niveles de riesgo e incertidumbre que están presentes en cada obra. Esta incertidumbre se ve acrecentada por el propio esquema de gestión vigente en las empresas constructoras para definir el tamaño inicial de los colchones de tiempo y coste, pues tal y como se expuso anteriormente los directivos de las empresas determinan de forma subjetiva el límite superior del tamaño de los colchones de tiempo y coste al determinar los objetivos económicos y de plazo de las obras. A partir de ahí los jefes de obra definen también subjetivamente el tamaño del colchón de modo que “sus” objetivos de coste y plazo (resultantes de la suma del coste o plazo base determinista y el correspondiente colchón) sean como mucho iguales o más ambiciosos que los objetivos “oficiales” de la obra (determinados por los directivos). Así, las reservas para contingencias de tiempo y coste positivas se definen en dos niveles de subjetividad, aplicados por decisores expertos, pero de forma descoordinada debido a la falta de confianza.

*Discrepancias tácitas entre los jefes de obra y sus superiores jerárquicos en cuanto al nivel óptimo de reservas para contingencias de tiempo y coste.*

Tal y como plantea la proposición PG4-5D, existe una discrepancia entre directivos y jefes de obra en cuanto al tamaño mínimo admisible de los colchones de tiempo y coste (es decir el nivel óptimo). Los directivos consideran que este debe ser menor que el estimado por los jefes de obra. La causa raíz de este hecho estriba en la idea expuesta por el resultado PG5-2D: los colchones de tiempo y coste no solo tienen como fin cubrir eventos inciertos, sino también los posibles errores de los jefes de obra, lo que implica que los jefes de obra tienen un incentivo muy claro (cubrir sus errores personales) para incrementar el tamaño de los colchones en relación al tamaño considerado óptimo por los directivos. A partir de aquí, si los colchones de tiempo y coste son excesivamente reducidos las probabilidades de alcanzar los objetivos planteados disminuyen (y por consiguiente la probabilidad de que los jefes de obra tengan que dar explicaciones aumenta), mientras que si no son lo suficientemente

reducidos, el potencial de los errores como motor de aprendizaje y de mejora puede no estar siendo aprovechado por las empresas constructoras en su plenitud. Son paradigmáticas en este sentido dos afirmaciones vertidas respectivamente por B0 (director general de la empresa "B") y por A3 (jefe de obra de la empresa "A"). Durante la entrevista de revisión de los hallazgos del caso individual B0 afirmó: "*Si ese umbral es demasiado alto muchos errores no afloran y por tanto se pierde una gran oportunidad de aprendizaje y mejora*"; durante la entrevista realizada en el marco de la FASE 3, A3 afirmó: "*Si se redujeran demasiado (los colchones) habría que explicar demasiadas cosas porque muchas veces no cumpliríamos, aunque bajarlos un poco te obliga a que no se escape nada; pero no demasiado*". Este problema se ve potenciado por la idea con la que se concluyó el punto anterior: los jefes de obra y sus superiores jerárquicos no definen de forma coordinada las reservas para contingencias porque el nivel de confianza no es el adecuado.

*Las empresas constructoras no gestionan las reservas para contingencias de tiempo y coste como inductor de mejora.*

Si bien las empresas constructoras piensan que la reducción controlada de los colchones de tiempo y coste es una herramienta de mejora de procesos (resultado PG4-6D), el esquema de definición del tamaño de estos colchones que se ha expuesto refleja que esta idea no es llevada a la práctica en las empresas constructoras de una forma racional, prudente, limitada y consciente. Cuando los directivos restringen el tamaño admisible de los colchones al definir los objetivos de la obra, pretenden de una forma tácita forzar la mejora de los procesos en la obra, el mismo objetivo persiguen los jefes de obra al definir colchones inferiores a los admisibles, pero ambos actúan de forma no coordinada, una vez más en coherencia con la desconfianza existente en su relación.

Un segundo tipo de reserva para contingencias utilizado por las empresas constructoras es el de las reservas para contingencias de tiempo y coste con signo negativo; un tipo de reserva no descrito ni mencionado explícitamente de forma previa por la literatura. No se han hallado diferencias en la gestión de reservas para contingencias de tiempo y coste de signo positivo dependiendo del nivel de integración de las empresas, sin embargo estas diferencias sí que existen en relación a la gestión del mismo tipo de reserva pero con signo negativo. Efectivamente, todas las empresas, independientemente de su nivel de integración, gestionan las oportunidades en obra a partir de la valoración de las mismas con reservas para contingencias negativas, sin embargo las empresas no integradas cuentan con sistemas de gestión más definidos, más procedimentados, menos personalistas en suma (PGC-3D y PG2-4D). Un tipo este de reservas para contingencias que recibe diferentes nombres en las distintas empresas: "objetivos no incluidos" en la empresa "B" o "estrategias" en la empresa "H". Anteriormente se describió el funcionamiento de este tipo de reservas.

Los resultados de la investigación describen de forma independiente la gestión de reservas para contingencias de tiempo y coste, positivas y negativas. Sin embargo, tal y como se expuso durante la discusión del resultado provisional PG2-4, ambas se gestionan de forma simultánea, habiéndose observado a lo largo de la investigación aspectos sugerentes de una cierta disfunción en la gestión conjunta de ambos tipos de reservas para contingencias, en concreto en cuanto a la posible duplicación de valoraciones de eventos, bien como amenaza o bien como oportunidad.

*Valoración duplicada de un mismo evento como fuente de amenazas y oportunidades.*

En la discusión del resultado provisional PG2-4, se describió que se habían encontrado indicios de que en la empresa "B" existía la disfunción planteada en el párrafo anterior

en torno a la gestión conjunta de reservas para contingencias de coste (y de tiempo), positivas y negativas, pues en ciertas ocasiones los jefes de obra valoraban el mismo evento como amenaza y como oportunidad, introduciendo una duplicación que podría considerarse como innecesaria.

Tal y como se planteó en la discusión del resultado provisional PG2-4, durante la entrevista de validación interna de los hallazgos de cada caso individual, que se mantuvo en el caso de la empresa “B” con B0 (director general de construcción) y con B1 (director de área), surgió la problemática enunciada. En relación a la gestión de amenazas, B1 apuntó que deberían plantearse sistematizar su gestión con la misma herramienta que se utiliza en la empresa “B” para gestionar las oportunidades, así se identificarían de forma explícita las amenazas que pueden comprometer el éxito de la obra y se valorarían mediante sus correspondientes reservas para contingencias de tiempo y coste de signo positivo, haciendo que la gestión de estas fuera también explícita. Según B1, con este enfoque se conseguiría otra mejora adicional muy relevante: los “Objetivos no incluidos” (reservas para contingencias de tiempo y coste de signo negativo) se utilizarían para valorar verdaderas oportunidades y no para mitigar la valoración previa de amenazas, como ocurre ahora. En este sentido, B0 apunta que lo que suelen hacer los jefes de obra de la empresa “B” al definir ciertos “Objetivos no incluidos” es compensar los colchones ocultos de tiempo y/o coste positivos que previamente han incluido en el presupuesto y/o en el programa de trabajos justificativos de los objetivos teóricos de la obra. Este modo de proceder pone de manifiesto que en la empresa “B” los colchones de tiempo y coste (o las circunstancias que los originan) están duplicados: primero se crea un colchón oculto positivo para valorar una amenaza y posteriormente se crea un colchón explícito negativo (un “Objetivo no incluido”, según la terminología de la empresa “B”) para valorar la oportunidad de que la anterior amenaza tenga un impacto inferior al previsto. B0 apuntó que para superar esta disfunción los jefes de obra deberían hacer un presupuesto base realmente determinista, sin colchones de ningún tipo, de modo que este presupuesto sería representativo de un objetivo económico “neutro”; si al presupuesto anterior se sumasen las reservas para contingencias positivas se tendría un objetivo “pesimista” y si al presupuesto “neutro” se sumasen (con su signo negativo, o sea se restasen) solo las reservas para contingencias negativas se tendría un objetivo “optimista”, mientras que si se sumasen ambos tipos de reservas al presupuesto determinista, el presupuesto resultante debería ser consistente con el objetivo económico real de la obra (ver Gráfico 7.2). B0 nombró una de las mayores empresas constructoras españolas y explicó que en esa compañía se trabaja con este enfoque, definiendo en cada obra tres presupuestos (APO-Actual, Posible, Óptimo). B0 también destacó que de esta forma las reservas para contingencias en su conjunto dejarían de ser ocultas y pasarían a ser explícitas. Sin embargo, tanto B0 como B1 reconocieron que para poder implantar con éxito un procedimiento como el descrito debe incrementarse la confianza entre los miembros de la plantilla de la empresa “B”: confianza de los directivos en los jefes de obra (deben creer que esos presupuestos deterministas lo son, es decir no llevan reservas para contingencias ocultas) y de los jefes de obra en los directivos (deben creer que no les van a hacer responsables sin más si las cosas no salen según lo previsto, que el objetivo es aprender y mejorar).

Sin embargo, si bien la empresa “B” parece considerar interesante contemplar la posibilidad de proceder a un sistema de gestión de amenazas (y de reservas para contingencias de coste y tiempo en general), durante las entrevistas de revisión de hallazgos y de validación de resultados provisionales, algunos directivos se manifestaron al respecto de una forma más cauta. Así, A1 afirmó que *“siempre es necesario que el balance entre el coste del control y el beneficio que se obtiene por el*

*control sea positivo..., no tengo claro que en este caso ese balance lo sea*". F1 se manifestó en la misma línea.

La idea que subyace bajo esta una cuestión es coherente con la visión de Chapman y Ward (2003) sobre la necesidad de gestionar conjuntamente amenazas y oportunidades, y abre la puerta a futuras investigaciones centradas en profundizar, no solo en la gestión conjunta de colchones de tiempo y coste, positivos y negativos, sino de todas las reservas para contingencias en general.

El tercer tipo de reservas para contingencias cuya utilización por parte de las empresas constructoras durante la ejecución de las obras ha sido contrastada está relacionado con las tolerancias en las especificaciones de alcance-calidad. Un tipo de reserva para contingencias escasamente tratado por la literatura (Howard y Kenley 1998, Milberg y Tommelein 2003, Godfrey 2004). En este caso también existe una clara diferencia en el modo de gestión de las tolerancias en las especificaciones de las empresas integradas y de las no integradas, pues si las primeras comparten con su cliente (interno) este tipo de tolerancias cuando las identifican, las segundas no suelen hacerlo, y es más, pueden llegar en ocasiones a "crear" las reservas de forma oportunista (PGC-5D y PG2-5D). No es objeto de este trabajo valorar la causa de tal diferencia, solo reconocerla, pero si es digno de mención un hecho apuntado en dos de las entrevistas de validación de los resultados provisionales, en concreto las mantenidas con la empresa "J" (una empresa grande y parcialmente integrada) y con la empresa "G" (una empresa grande y totalmente integrada).

*El sistema de gestión de las tolerancias en las especificaciones de una empresa constructora no depende tanto del nivel de integración teórico como del enfoque de la relación con el cliente.*

Al plantear a J0 si la empresa "J" hacía una gestión transparente del alcance y calidad cuando el cliente era una empresa o unidad de negocio del propio grupo empresarial (en línea con lo hallado en la empresa "A"), este directivo afirmó que en esa circunstancia se hace en la empresa "J" una gestión incluso más oportunista que si el cliente es externo. A partir de esta afirmación, J0 explicó que en la empresa "J" se adjudican las obras en licitaciones competitivas, y que en bastantes ocasiones la constructora del grupo no es la adjudicataria; la única ventaja que tenían por pertenecer al mismo grupo empresarial era un derecho de tanteo. También afirmó que la unidad de construcción no participa en la realización de los proyectos de ejecución desde sus fases iniciales, sino que se los entregan ya terminados.

En el caso de la empresa "G" y en una línea similar, el directivo G0 afirmó que la gestión de las tolerancias de alcance y calidad por parte de la empresa constructora depende de la actitud del cliente y no tanto de si es interno o externo; así, G0 afirma: *"Si el cliente te deja respirar tú le ayudas, si no, no"*. G0 explica que en la empresa "G" se hacen también licitaciones competitivas de las obras que promueven, aunque nunca se ha contratado a una empresa que no fuera la constructora del grupo. También afirmó que la empresa constructora no participa en la redacción de los proyectos de ejecución, sino que se los entregan ya cerrados.

Más allá del alcance de este trabajo, estas ideas permiten plantearse que quizás el oportunismo de las empresas constructoras en la gestión de las obras no se deriva tanto del nivel de integración (es decir de la pertenencia o no al mismo grupo empresarial que el cliente) cuanto del tipo de relación entre cliente y empresa constructora determinado por el sistema de licitación y el contrato a formalizar. En este sentido son relevadoras las ideas de Slauson (2005) y Smith y Rybkowski (2012): el oportunismo se produce por la desconfianza entre las partes que los modelos de desarrollo de proyectos tradicionales generan.

Finalmente es destacable el cuarto tipo de reservas para contingencias utilizado por las empresas constructoras en obra: los colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) y de capacidad (recursos adicionales).

Tal y como se describió en la discusión de la proposición PG2-6 y en la de sus hallazgos de cada caso correspondientes, los colchones de materias primas presentan dos aspectos:

- Un exceso de materiales en relación a los estimados como necesarios en la planificación de la obra (mediciones).
- Los materiales se ponen a disposición de la obra antes de que estos vayan a ser necesarios de acuerdo con la programación de las actividades relacionadas.

Los colchones de obra en curso son definidos por González et al. (2009) como la diferencia entre el avance acumulado de dos procesos consecutivos y dependientes, que caracteriza las unidades de obra que tiene por delante un equipo que realizará el trabajo correspondiente al proceso sucesor. Igualmente, tal y como se describió también en la discusión de la proposición PG2-6 y en la de sus hallazgos de cada caso correspondientes, estos colchones se concretan a su vez en dos variantes:

- Por una parte en la programación de las actividades con el fin de que se genere y se mantenga un colchón de obra en curso entre tareas consecutivas.
- Por otra parte en la programación de actividades no críticas a fin de abrir tajos disponibles.

Este tipo de reservas para contingencias presenta ciertas peculiaridades en relación a los tipos anteriores.

- La intervención de los directivos en su gestión es menor. El responsable (casi único) de su gestión es el jefe de obra.
- Por su propia naturaleza son explícitas.

Sin embargo comparten con los otros tipos de reservas para contingencias una característica de gestión: se definen de forma subjetiva.

En relación a estos colchones, a lo largo de las entrevistas de revisión de los hallazgos de cada caso individual y de validación de resultados surgieron ciertas ideas que merece la pena resaltar.

*El momento de realizar las compras de materiales y la subcontratación de partes de la obra se debe ver restringido por la optimización del flujo de caja de la obra, pero sin comprometer el plazo de ejecución de las obras.*

Durante la realización de las entrevistas de revisión de los hallazgos de los casos individuales, tanto A1 como B1 se mostraron de acuerdo con que una de las principales razones de desviación (de tiempo y coste) en las obras es el alargamiento del tiempo de ejecución como consecuencia de no comprar con antelación suficiente.

Sin embargo, durante la entrevista de validación de los resultados provisionales, H0 describió un procedimiento seguido en su empresa que introduce un matiz interesante. En la empresa "H" cuentan con colchones de materias primas, pero tratan de minimizar su tamaño y el tiempo de anticipación ("lag time"). Los jefes de obra de la empresa "H"

tienen como instrucción explícita gestionar correctamente el "cash-flow" de sus obras. De hecho la empresa actúa en cierto modo como banco de la obra; así, en los periodos en los que esta presenta "cash-flow" positivo, la empresa le "paga" un interés que computa como ingreso de la obra; mientras que si el "cash-flow" es negativo le carga un interés (con el doble de tipo que cuando es positivo), que computa como gasto de la obra.

*Las empresas constructoras podrían implicarse más en la gestión de los colchones de capacidad.*

El resultado PG1-3D evidencia que las empresas constructoras confían en gran medida la gestión de los colchones de capacidad a los subcontratistas. La estrategia habitual de las empresas constructoras en este sentido se basa en que los jefes de obra suelen advertir al subcontratista que debe contar con medios adicionales de reserva. También los Departamentos de Compras juegan un papel relevante en la verificación de la capacidad de los subcontratistas, pues suele informar a los jefes de obra sobre cada subcontratista o empresa en cuestión, una posible carga de trabajo excesiva, etc. Otra vía que ambas empresas utilizan para "asegurar" la aportación por parte del subcontratista de los medios adicionales que sean necesarios, es el contrato. No obstante, en el marco de las entrevistas de revisión de los hallazgos de los casos individuales, B1 matizó que la empresa "B" solo tiene dos controles al respecto: el conocimiento que el Departamento de Compras pueda tener de la carga de trabajo de un subcontratista en un momento dado y la sistemática de evaluación de proveedores. En relación a esta última herramienta, B1 reconoce que no es muy fiable, pues se basa en un enfoque "ex post" (a priori aceptan a "muchos" subcontratistas), sirviendo únicamente para descalificar a aquellos subcontratistas que hayan cometido alguna falta grave. Según B1, la mejora en la gestión de los colchones de capacidad puede basarse en implantar un sistema de evaluación de proveedores más riguroso y en que haya un dialogo más fluido entre el Departamento de Compras y los jefes de obra respecto a la situación de los subcontratistas en cada momento.

Como colofón a la discusión del modelo, desde una perspectiva general, los resultados de la investigación permiten postular que el valor de las reservas para contingencias para las empresas constructoras se manifestaría en tres niveles o capas:

- I. NIVEL OPERATIVO. Las reservas para contingencias son una herramienta para absorber incertidumbre y variabilidad así como cubrir riesgos, protegiendo de este modo los objetivos de las obras.
- II. NIVEL TÁCTICO. Las reservas para contingencias pueden ser una herramienta de mejora continua, pues su reducción controlada y consciente fuerza la mejora de los procesos.
- III. NIVEL ESTRATÉGICO. Las reservas para contingencias podrían erigirse en un factor de transformación de la organización productiva de las empresas constructoras; convertir en explícita la gestión de las reservas podría impulsar la confianza entre los jefes de obra y sus directivos, mejorando así la cooperación y por ende la competitividad de las empresas constructoras.

Desde una perspectiva "Lean" el valor a nivel operativo de las reservas para contingencias podría no ser su existencia, sino su eliminación, puesto que las reservas podrían ser consideradas como un desperdicio a eliminar. No obstante, el ahorro de recursos que conllevaría su eliminación no sería el fundamento de su valor a nivel táctico, sino que más bien este se apoyaría en la mejora de procesos que impulsaría la reducción controlada del volumen

de reservas para contingencias. Así, esta reducción de volumen podría verse como una “condición objetivo” (Rother 2010) similar a las distintas metodologías de “Lean Manufacturing” y también de “Lean Construction”, cuyo auténtico valor se deriva de la capacidad transformadora que poseen y no tanto de su utilidad específica. Así, “Just in Time” (JIT) postula como axioma de partida la eliminación (o minimización) de inventarios físicos, lo que siendo en sí mismo una fuente de valor, desencadena necesariamente la mejora de procesos a lo largo de la empresa. Efectivamente, tras la eliminación de los inventarios, actividades que se desempeñan de forma ineficiente, desperdicios (“waste”) en general, salen a la luz y la única forma de producir con eficacia dada la inexistencia o el reducido nivel de los inventarios, es mejorar los procesos. Podría pensarse que las reservas para contingencias pueden jugar en construcción un papel similar al de los inventarios en manufactura. Sin embargo, tal y como también ponen de manifiesto los resultados de esta investigación, en la actualidad la similitud entre inventarios y reservas de contingencias se reduce a su carácter transformador (potencial en el caso de las reservas para contingencias), pues mientras que los niveles de inventarios en manufactura son generalmente fruto de una decisión tomada de forma procedimentada, explícita, consciente y cuantificable, las reservas para contingencias en construcción se encuentran en toda la cadena de valor bajo muy distintos formatos, en general de forma oculta y creadas o condicionadas de forma no cooperativa por los distintos decisores.

Howell (2012) reivindica el equilibrio entre los valores operativo y táctico de las reservas, advirtiendo que la capacidad de mejorar a través de la reducción de las reservas para contingencias tiene un límite, y que las organizaciones sin reservas para contingencias son menos resilientes y fiables. Los resultados de la investigación son consistentes con estas ideas, pues si bien las empresas constructoras del ámbito investigado consideran que un nivel mínimo de reservas es imprescindible, también apuntan a que su reducción es posible y que de llevarse a cabo obligaría a las empresas a mejorar.

Centrando a partir de este momento la discusión en el valor estratégico de las reservas para contingencias, es necesario recordar que en este mismo apartado se concluyó que la causa-raíz de varias de las deficiencias del modelo de gestión que constituye el principal resultado de esta investigación, y por tanto de las posibles mejoras que fueron planteadas, era la falta de confianza existente entre los actores principales de la gestión de las reservas para contingencias (los jefes de obra y sus directivos). En la misma línea, durante la discusión en el capítulo séptimo de la proposición PG5-2 (todavía en ese momento era un resultado provisional, de ahí que no se utilice la denominación PG5-2D), se expuso que el carácter personalista y oculto de la gestión de reservas para contingencias induce la creación de un círculo vicioso, pues es a su vez causa y efecto de esta falta de confianza. Así, la esencia del valor estratégico de las reservas para contingencias, sería imponer un escenario en el que solo se pudiera trabajar con eficacia en relación a la gestión de riesgos en un ambiente de confianza y auténtica colaboración entre los jefes de obra y sus directivos. En línea con los argumentos de Rother (2010), este escenario sería una “condición objetivo” cuya superación induciría una auténtica transformación en la empresa: convertirla en una organización basada en la auténtica cooperación.

### **8.3.- LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.**

Las limitaciones de la investigación se derivan tanto de la propia amplitud del fenómeno investigado como del carácter estratégico que la gestión de riesgos y de reservas para contingencias tiene para las empresas constructoras.

Esta investigación se definió desde el principio con la vocación de describir de forma integral cómo gestionan los riesgos las empresas constructoras con reservas para

contingencias durante la ejecución de las obras. En esta definición se incluyen los dos conceptos protagonistas de la investigación: las reservas en sí y las empresas constructoras. Unos conceptos que se pueden caracterizar en función de muy diversos criterios y con diferentes resultados. Esta investigación no se ha centrado en ningún aspecto de las reservas para contingencias en particular, sino que aporta información relevante característica de todos ellos. Sin embargo es posible profundizar más en cada aspecto concreto. Es destacable en este sentido la relevancia que puede tener profundizar en la gestión conjunta de reservas para contingencias de tiempo y coste, positivas y negativas y en el carácter multi-objeto de las reservas para contingencias que refleja la Tabla 3.6.

La segunda limitación está relacionada con una de las principales críticas que recibe el propio método de investigación del estudio de caso: la dificultad de generalizar los resultados. Se argumentó la idea básica en el capítulo quinto y también qué acciones se iban a implantar para incrementar la validez externa de la investigación y por ende la credibilidad de la generalización de sus resultados. En un estudio de caso la generalización nunca es estadística, sino analítica, lo que no implica que no sea cierto que cuantos más casos se analicen mayor será la validez externa de la investigación y por tanto más fiable la generalización a nivel teórico de sus resultados (Yin 2009). Tal y como se expuso en el capítulo sexto, solo tres de las diez empresas con las que se contactó inicialmente manifestaron interés en colaborar con la investigación, además, finalmente una de esas tres empresas fue descartada porque su actividad era demasiado específica del sector ferroviario. Las razones que adujeron las seis empresas que rechazaron participar en el proyecto están relacionadas con la no disponibilidad de los recursos que las compañías tendrían que destinar a la investigación (tiempo de su personal) y con el carácter estratégico de la gestión de riesgos; a pesar de la garantía de confidencialidad, ninguna de esas empresas deseaba que una información tan sensible trascendiera más allá de sus fronteras. A partir de esta realidad (solo se consiguieron dos empresas para la investigación) y a pesar de que tal y como se argumentó en el capítulo quinto es posible desarrollar la investigación y extraer resultados generalizables al ámbito de la investigación con una cifra tan reducida, se decidió implementar la FASE 5 a fin de incrementar la validez externa de la investigación, contrastando los resultados provisionales de la misma con seis empresas diferentes a las investigadas. La FASE 5 permite generalizar los resultados de la investigación a un ámbito más amplio que el definido a partir de las características de las empresas "A" y "B". Las características de este ámbito –ya expuestas- son:

- Localización: Empresas españolas.
- Fase del ciclo de vida: Construcción.
- Especialización: Contratistas generales de obra civil y edificación (residencial, industrial y comercial).
- Tamaño: Grande y mediano (según la Recomendación de la Comisión Europea de 6 de mayo de 2003 sobre la definición de microempresas, pequeñas y medianas empresas (2003/361/CE)).
- Grado de integración: Diversos niveles (bajo, medio y alto) (según los criterios definidos en el punto 7.5.1).

Sin embargo, no se puede asegurar que el modelo de gestión planteado como resultado esencial de esta investigación encaje con las prácticas reales de otros sub-sectores (por ejemplo, construcción industrial), de otros tamaños de empresas o de otros entornos culturales.



#### **8.4.- FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.**

En el capítulo primero se justificó la procedencia de esta investigación argumentando – entre otras razones- la importancia de optimizar la gestión de las reservas para contingencias a partir del conocimiento de las prácticas reales de las empresas. Howell (2013) afirma que uno de los objetivos a cubrir con el conocimiento de la práctica actual de las empresas en torno a la gestión de reservas para contingencias, es desarrollar un enfoque racional para dimensionar y ubicar las reservas cuya meta sea maximizar el rendimiento del proyecto. Laryea y Hughes (2011) aseguran que solo a partir del conocimiento exhaustivo de la realidad se podrán desarrollar modelos para tal fin, pues la capacidad para prescribir mejoras depende de la capacidad para describir la realidad con precisión. Para Francis y Hester (2004) comprender las prácticas actuales es la base de partida para involucrarse en lo que las empresas realmente hacen para, a partir de ahí, poder influir o sugerir métodos alternativos –en este caso de gestión de las reservas para contingencias. Por contra, tal y como se detalló en el capítulo tercero, la gran mayoría de los trabajos sobre reservas para contingencias que han sido estudiados describen modelos de gestión formales o derivados analíticamente, complejos y sin una base empírica acerca de cómo gestionan realmente las empresas constructoras las reservas para contingencias.

Lo argumentado en el párrafo anterior no solo plantea un primer bloque de posibles líneas de trabajo facilitadas por los resultados de la presente investigación, sino que pone de manifiesto un aspecto de gran importancia en relación a este último apartado, pues abrir futuras líneas de investigación, particularmente en torno a la propuesta de métodos de gestión optimizados de reservas para contingencias, no era sino la meta última de esta investigación.

Este primer bloque de líneas de investigación relacionadas con la metodología de definición del tamaño inicial de las reservas para contingencias, se podría concretar en diversos aspectos, alguno de los cuales fueron apuntados en el apartado 8.2.3 al discutir las carencias o posibles mejoras del modelo real de gestión que es el resultado principal de este trabajo:

- Caracterización de las ventajas e inconvenientes de la definición de reservas para contingencias de tiempo y coste globales -en línea con el criterio del método de programación ya descrito de la Cadena Crítica (Goldratt 1997)- y no específicamente relacionadas con ciertas partidas o unidades de obra (tal y como hacen las empresas constructoras de acuerdo a los resultados de esta investigación).
- Análisis cuantitativo del tamaño inicial de las reservas para contingencias de tiempo y coste definidas por las empresas constructoras en obra.
- Propuesta de un modelo para la gestión simultánea y coordinada de amenazas y oportunidades en obra por parte de la empresa constructora con reservas para contingencias de tiempo y coste (positivas y negativas).
- Propuesta de un modelo de gestión de los colchones de materias primas bajo la restricción de optimizar de forma equilibrada el flujo de caja de la obra, su coste y su plazo de ejecución.
- Análisis de la gestión de los colchones de capacidad por parte de los subcontratistas.

Un segundo bloque de líneas de investigación estaría fundamentado en las limitaciones de la investigación que se expusieron en el apartado anterior:

- Validación del modelo presentado mediante una encuesta extensiva en el sector de la construcción español.
- Validación del modelo propuesto en otros entornos culturales.
- Validación del modelo propuesto en otros sub-sectores.
- Validación del modelo propuesto en PYMES.

Un tercer bloque de líneas de investigación se podría basar en los límites del contexto en el que se ha realizado el análisis: la fase de ejecución del proyecto y la perspectiva de la empresa constructora.

- Análisis comparado del impacto de la infradotación de reservas para contingencias de coste desde la perspectiva de la propiedad y desde la perspectiva de la empresa constructora.
- Análisis de la relación entre los colchones de coste definidos en la fase de licitación y los definidos en la ejecución de la obra por parte de la empresa constructora.

Finalmente cabe plantear un cuarto bloque de líneas de investigación relacionado con los distintos niveles en los que se manifiesta el valor de las reservas para contingencias para las empresas constructoras. Tal y como se apuntó en el punto 8.2.3, las empresas del ámbito investigado consideran que un nivel mínimo de reservas es imprescindible, aunque también apuntan a que su reducción es posible y que de llevarse a cabo obligaría a las empresas a mejorar. Sin embargo no se han identificado en las empresas investigadas prácticas de reducción controlada de las reservas para contingencias con este fin; a partir de ello, una posible línea de investigación sería plantear y definir un modelo de definición-reducción controlada de reservas a fin de investigar su capacidad como inductor de mejora de procesos.

También en el punto 8.2.3 se argumentó que la causa-raíz de varias de las deficiencias del modelo de gestión que constituye el principal resultado de esta investigación era la falta de confianza existente entre los actores principales de la gestión de las reservas para contingencias (los jefes de obra y sus directivos). A partir de este argumento, se planteó una hipótesis que bien puede dar pie a otra línea de investigación: plantear y definir un modelo de gestión explícita y compartida de las reservas para contingencias a fin de investigar si su implantación mejora la confianza entre las partes.

Sin duda el reto para convertir la gestión de las reservas para contingencias en un instrumento que permita incrementar la confianza y la cooperación en las empresas constructoras como base de una auténtica sistemática de mejora continua y aprendizaje, es significativo. Sin embargo el resultado de afrontarlo y superarlo tendría un claro impacto estratégico. Como Lofton y Monteith (2004) apuntan, un entorno basado en la cooperación supone una ventaja competitiva de indudable valor, pues permite a las organizaciones responder de una manera mucho más eficaz a las urgencias y a los cambios del mercado.

**CONCLUSIONS**

**8.- CONCLUSIONS.**

8.1.- FINAL RESULTS OF THE RESEARCH.

8.2.- CONTRIBUTIONS OF THE RESEARCH.

8.3.- LIMITATIONS OF THE RESEARCH.

8.4.- FUTURE LINES OF RESEARCH.

## 8.- CONCLUSIONS.

### 8.1.- FINAL RESULTS OF THE RESEARCH.

The core product of PHASE 4 was the provisional results of the research that were discussed in section 7.4 of this document. These results were structured around 29 propositions extracted by applying the logic of replication (literal or theoretical) from the findings of each individual case that were in turn obtained during PHASE 3 and discussed in section 7.3. PHASE 5 of the research was developed to increase the external validity of these provisional results. In this phase, the opinion of executives linked to six different construction companies other than “A” and “B” was obtained on the provisional results of the research. As was justified in section 7.5.4, this external validation process developed in PHASE 5 gave all the provisional results of the research a definitive character. Table 8.1 shows the FINAL RESULTS of the research (entirely coincident with the provisional ones) along with their degree of validity resulting from PHASE 5. This degree of validity was determined in accordance with the criteria defined in section 5.2.5.5 as the median, according to the degree of agreement as expressed by each of the executives interviewed within the framework of PHASE 5 with each provisional result (answer “1” – “fully agree”, answer “2” – “disagree”, answer “3” – “indifferent”, answer “4” – “fully disagree” and answer “5” – “very much agree”).

Both sections fifth and seventh made clear that it is essential to define the domain of the research. Thus, the results showed by Table 8.1 can be generalized only to companies that belong to such domain, which has the following features:

- Location: Spanish companies.
- Life-cycle stage: Construction.
- Field of specialization: Civil engineering and building (residential, industrial and comercial) general contractors.
- Size: Large and medium-sized companies (according to Commision Recommendation of 6 May 2003 concerning the definition of micro, small and medium-sized enterprises (2003/361/EC)).
- Level of integration: Low, medium and high level (according to the criteria stated in the section 7.5.1).

Thus, when throughout this section **the word “construction companies”** is used regarding the results of the research, **this only refers to those construction companies that belong to the domain of the research.**

FINAL RESULT	FINAL RESULT CODE	M <sub>e</sub>	DEGREE OF VALIDITY
Project managers at construction companies participate in setting the project objectives (time, cost, scope-quality), though their hierarchical supervisors (programme manager, department manager) also participate, in particular by approving their proposal or setting the limits of the objectives.	PGC-1D	5	STRONG
Uncertainty about the achievement of the project objectives is less at integrated construction companies than in those construction companies that win their contracts in a competitive environment.	PGC-2D	5.00	STRONG
Construction companies that win their contracts in a competitive environment have procedures, guidelines or instructions for general use to be used by the project managers in the management of on-site opportunities. However, at integrated companies, on site opportunities are managed by project managers on the basis of their own personal judgement.	PGC-3D	5	STRONG
Project managers at construction companies develop cost budgets and schedules at the start of each project, for which they take into account data from the bidding process. The budgets and schedules are revised throughout the project.	PGC-4D	5.00	STRONG
Integrated construction companies usually execute projects by respecting the scope and quality agreed with their internal client, however, construction companies that win their contracts in a competitive environment usually—in general—respect the contractual scope and quality, but tend to manage the scope and quality of the project in an opportunistic manner as a way of optimizing the cost and time of the project.	PGC-5D	4.5	STRONG
The executives of construction companies constrain the size of time and cost buffers by deciding on the objectives of the project.	PG1-1D	5.00	STRONG
Inventory buffers (raw materials and work in progress) are managed by project managers.	PG1-2D	5.00	STRONG
The management of capacity buffers (additional resources) is largely entrusted to subcontractors.	PG1-3D	5.00	STRONG
Construction companies use time and cost buffers to absorb uncertainty and to protect the objectives.	PG2-1D	5.00	STRONG
At construction companies, the term “buffer” is the term most used to designate the concept of “contingencies.”	PG2-2D	5.00	STRONG
The term “contingencies” is unfamiliar to construction companies.	PG2-3D	4.00	STRONG
Construction companies value opportunities identified to optimize the cost and time of the project as a potential reduction of the expected cost and time (negative contingencies).	PG2-4D	5.00	STRONG
At integrated construction companies, project managers share the tolerances (scope and quality contingencies) they identify, while at companies that win their contracts in a competitive environment, the tolerances that are detected or created are managed opportunistically.	PG2-5D	4.5	STRONG
Construction companies use inventory buffers (raw materials and work in progress) and capacity buffers (additional resources).	PG2-6D	5.00	STRONG

FINAL RESULT	FINAL RESULT CODE	M <sub>e</sub>	DEGREE OF VALIDITY
<p>Construction companies use time buffers to specifically protect the duration of each work unit. These buffers are defined in a hidden manner as tasks that last longer.</p>	PG3-1D	5.00	STRONG
<p>Construction companies use cost buffers to specifically protect the cost of each work unit. These buffers are defined in a hidden manner as greater unit costs and/or an excess of measures.</p>	PG3-2D	5.00	STRONG
<p>At construction companies, time and cost buffers are not explicit, but rather hidden.</p>	PG3-3D	5.00	STRONG
<p>Construction companies use potential work timetable extensions and increased resources as buffers to generically protect the completion period.</p>	PG3-4D	5.00	STRONG
<p>At construction companies, some project managers generically protect the cost of the project by using indirect cost items as a buffer.</p>	PG3-5D	4.5	STRONG
<p>At construction companies, time and cost buffers are defined subjectively by the project managers.</p>	PG4-1D	5.00	STRONG
<p>Construction companies are not familiar with and do not use any formal method proposed by literature to define the size of time and cost contingencies.</p>	PG4-2D	5.00	STRONG
<p>Construction companies think that time and cost buffers are necessary.</p>	PG4-3D	5.00	STRONG
<p>Construction companies think that an excess of time and cost buffers is negative because it leads to the project managers having a relaxed attitude.</p>	PG4-4D	5.00	STRONG
<p>At construction companies, the overall opinion is that it is negative that time and cost buffers are reduced to below a certain threshold (variable), since in such case the likelihood of deviations occurring on the planned time and cost would unreasonably increase. However, within companies there are different visions in this regard. Therefore, directors consider that the minimum acceptable level of time and cost buffers should be lower than that desired by project managers.</p>	PG4-5D	5.00	STRONG
<p>Construction companies think that reducing the size of time and cost buffers to a certain threshold—variable according to the aversion to risk of the decision-maker and to the circumstances of each specific risk—forces the improvement of the processes involved in the construction and management of the project.</p>	PG4-6D	5	STRONG
<p>Construction companies think that, with more and better planning of the work, the size of time and cost buffers could be reduced.</p>	PG4-7D	5	STRONG
<p>Construction companies determine the size of raw material and work in progress buffers in a subjective manner.</p>	PG4-8D	5	STRONG
<p>Construction companies update time and cost buffers automatically throughout the project, since by being hidden in units of specific works they emerge when they are completed.</p>	PG5-1D	5	STRONG
<p>Construction companies use time and cost buffers to both cover uncertain events and to absorb errors in estimates.</p>	PG5-2D	5.00	STRONG

**Table 8.1. Final results of the research**

## 8.2.- CONTRIBUTIONS OF THE RESEARCH.

The contributions of this research can be expressed with regard to three aspects:

- I. Beyond its instrumental objective (to configure the theoretical framework of the research), the revision carried out of the state of the art enabled the proposal of a structured and comprehensive vision of existing prior knowledge on the phenomenon researched. This aspect also answers a question of the research, specifically the first one.
- II. The justification made of the origin of the research method used (the case study) can serve as a basis for future projects in the field of qualitative research in construction.
- III. The core result of the research is the proposal of a real contingency management model by construction companies during execution of projects. This model is a finalist result from the perspective of the objectives and questions of the research—in fact, it is the answer to question numbers two and three of the research—, but also contributes different values for future research efforts, namely:
  - a. It contributes a comprehensive real risk management model with contingencies.
  - b. The model includes specific new aspects, never before discussed of the phenomenon researched.
  - c. The model defines a theoretical framework that can serve as a basis for the design of potential future research.
  - d. It identifies future lines of research.

The following sections will describe in detail these three contributions of the research.

NOTE.- The research questions, set out in chapter one, are:

- 1.- What is the status of knowledge of risk management by means of contingencies on the part of construction companies?
- 2.- How do construction companies manage contingencies during execution of projects?
- 3.- What are the determining factors, the instigators, the benefits and the barriers found by construction companies in contingency management in projects?

### 8.2.1.- Structuring of existing knowledge.

As was evidenced in chapter three, published knowledge of the phenomenon researched is as abundant as it is unfocussed, perhaps in accordance with a core characteristic of the concept stated by the oft cited idea of Patrascu (1988): for this author contingencies are the most misunderstood, misinterpreted and misused concept in the execution of a project, since they can mean different things to different people.

The contingency type most discussed in literature is the cost buffer (plus sign, that is, it increases the base budget to configure the economic objective of the project – Chart 3.8), but there is no lack of references to time buffers, inventory buffers (of raw materials and work in progress) and capacity buffers (additional resources). Most authors focus (in the case of cost contingencies) on owners, and not so much on the construction company. In any case, empirical studies are very scarce. Most of the efforts analyzed focus on proposing management



methods that enable the limitations of subjectivity as a basic tool to define the size of buffers to be exceeded.

The above mentioned are actual characteristics from the theoretical body that exists on the concept of contingencies; some characteristics from which a core idea is drawn: literature lacks references dealing with the phenomenon researched from a comprehensive perspective.

This effort required the configuration of a theoretical framework, the result of the revision of the state of the art, to be used as a reference for the design of the research; a theoretical framework that gathers existing knowledge in a structured and comprehensive manner and also serves as a reference for future research. Table 3.4 is representative of the structure of existing knowledge.

### **8.2.2.- Justification of the use of the case study method.**

*“Construction is essentially a “social” process. In effect, construction can be considered to be the application by people of technology developed by people to achieve goals established by people involving the erection or retrofitting of infrastructure and buildings. The fact that people play a key roles in nearly all aspects of the construction process, suggests that in order to understand the human or social factors, effective construction research requires the proper application of social science research methods”* (Abowitz and Toole 2008, p. 108).

In accordance with the above idea, the reference research method chosen for this project was the “Case Study,” one of the most habitual methods in the social sciences field (Yin 2009). Chapter five described its core characteristics and justified its being chosen for this research. It is precisely the actual justification process of the choice of the case study method in a project that, like this one, is developed in an engineering environment, that can be indicated as an additional contribution of this research, more so if we take into account that, as Abowitz and Toole (2008) maintain, effective research of aspects related to human behaviour in construction is a difficult task requiring the application of unusual capacities and methods from the engineering and construction field.

### **8.2.3.- Contingency management model.**

Chart 8.1, 8.1-1, 8.1-2 and 8.1-3 represent the real contingency management model on the part of construction companies during execution of projects that, as set out above, constitutes the third group of contributions of the research.

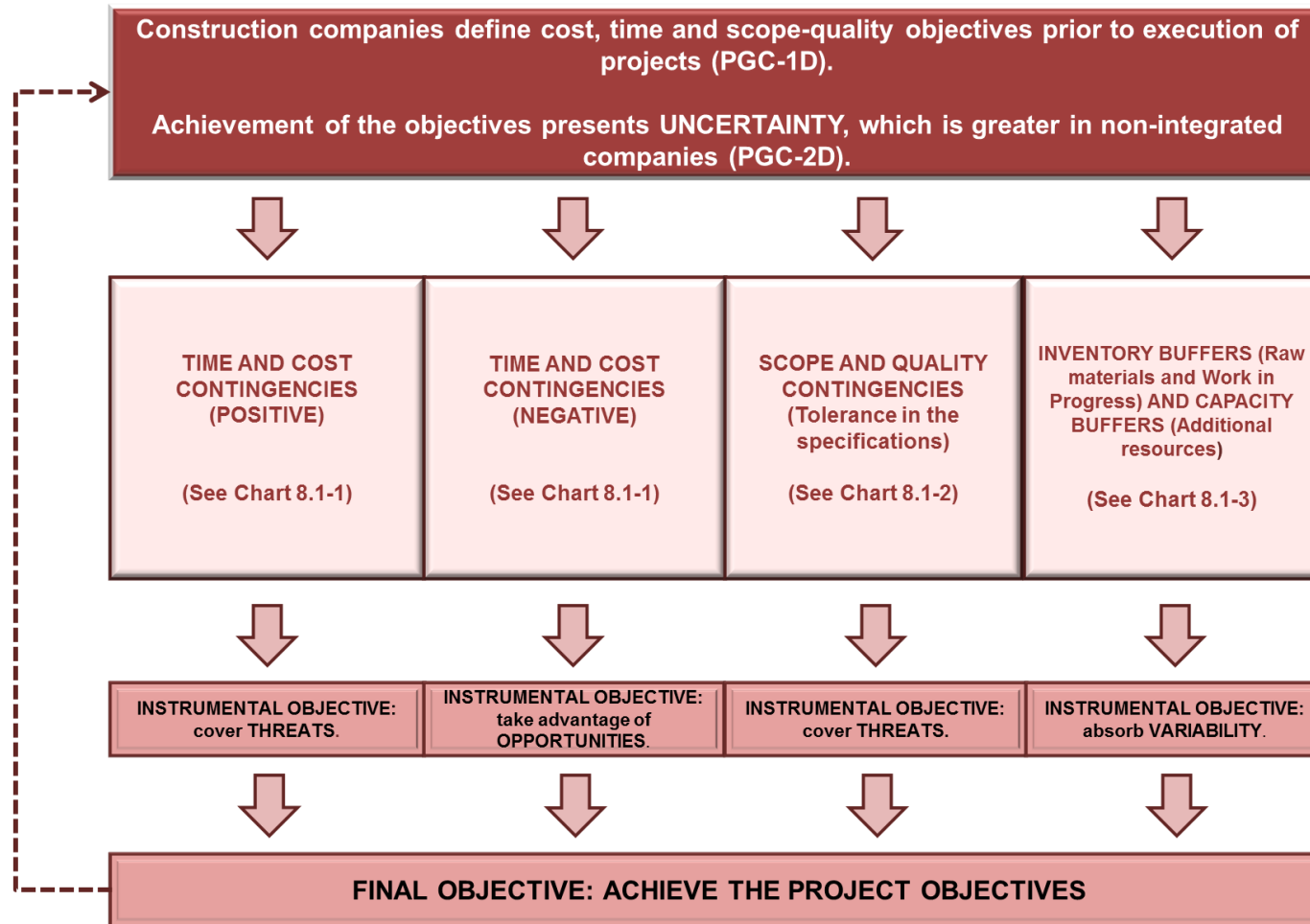


Chart 8.1.- Contingency management model on the part of construction companies during execution of projects: general chart.

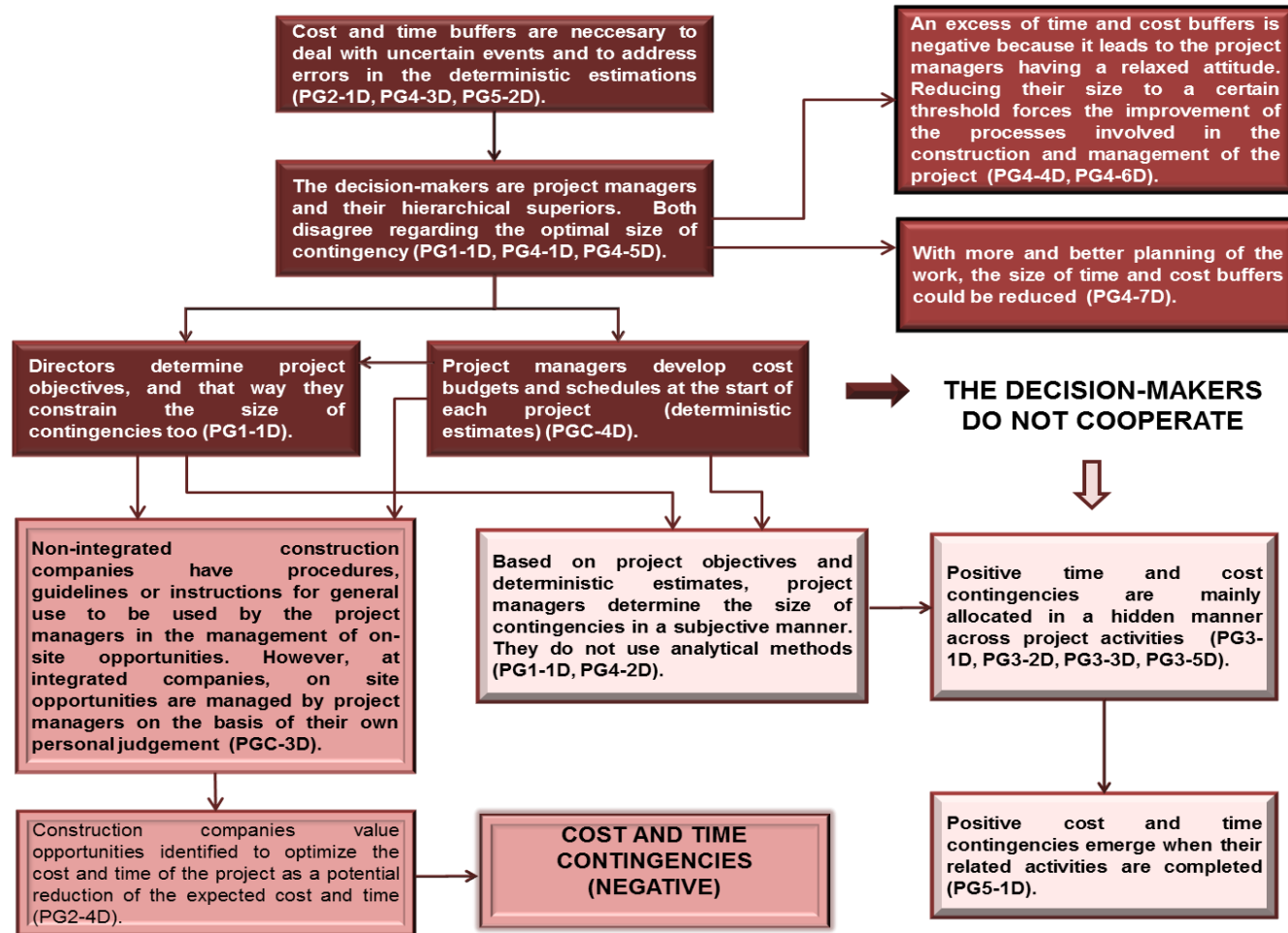
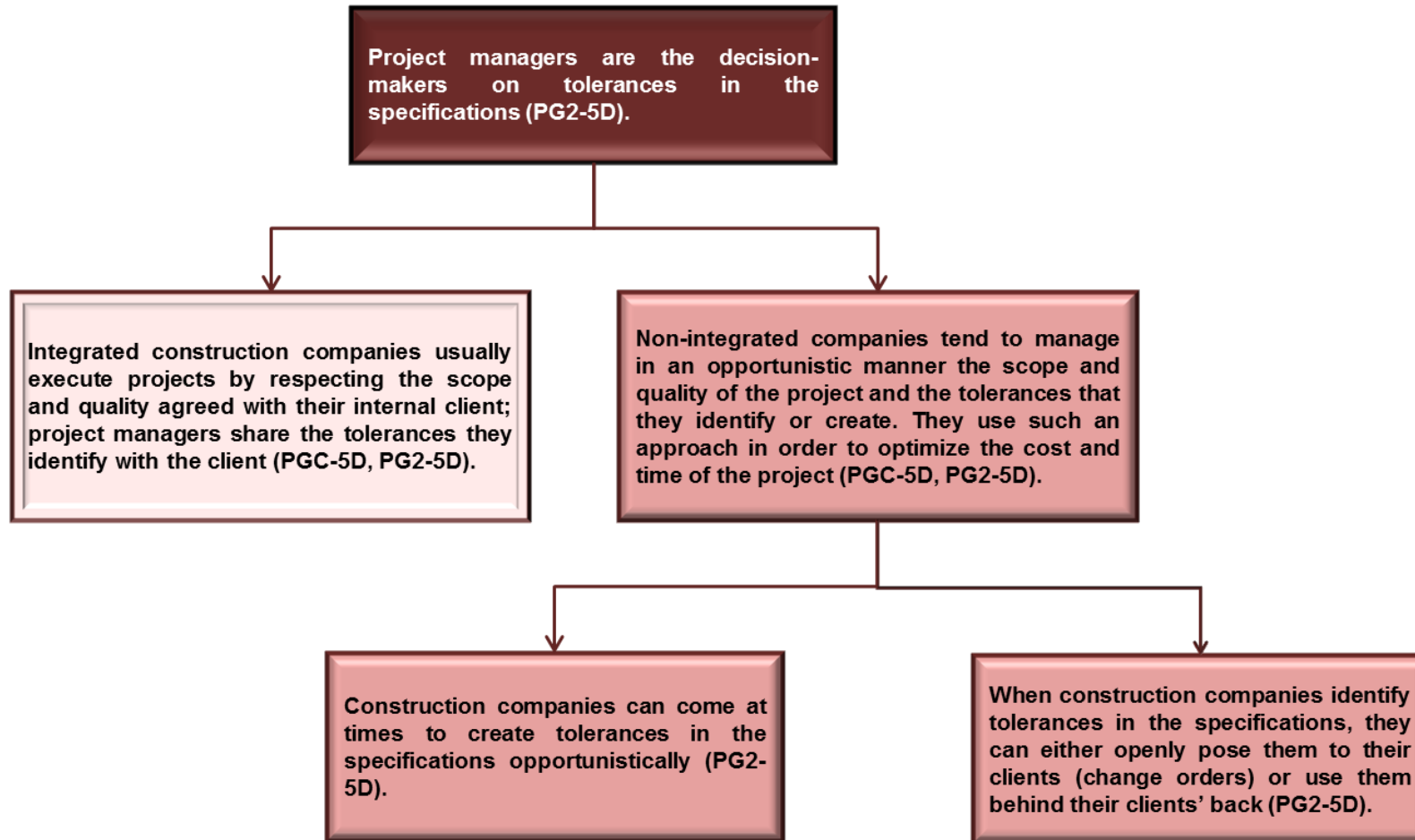
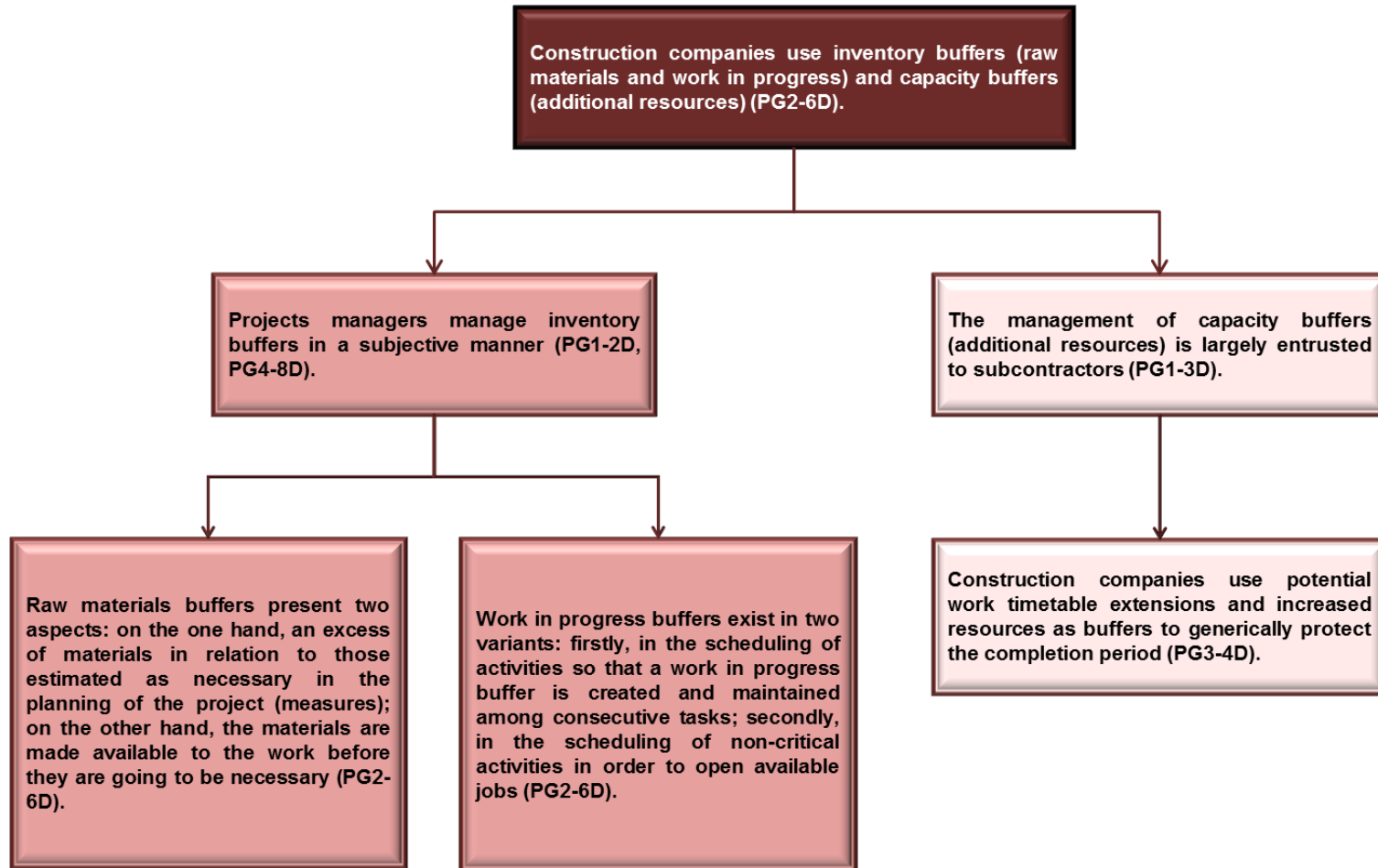


Chart 8.1-1.- Contingency management model on the part of construction companies during execution of projects: management of time and cost contingencies.



**Chart 8.1-2.- Contingency management model on the part of construction companies during execution of projects: management of tolerances in the specifications.**



**Chart 8.1-3.- Contingency management model on the part of construction companies during execution of projects: management of inventory and capacity buffers.**

Charts 8.1, 8.1-1, 8.1-2 and 8.1-3 model contingency management as a dynamic system configured around three blocks. These blocks are affinity groupings of the 29 research results that are briefly described below.

- (i) **INPUTS BLOCK.** The core input of the system is constructed from two research results (PGC-1D and PGC-2D). These two results stem from the fact that project managers and their hierarchical superiors define the cost, time and scope-quality objectives at the start of each project: some objectives whose achievement is compromised by existing uncertainty.
- (ii) **PROCESS BLOCK.** Construction companies manage the uncertainty, variability and risks that compromise the achievement of their on-site objectives by means of the definition and dynamic management of four basic contingency types:
  - a. **Time and cost contingencies (positive).** These are amounts of time and money that are added (hence the plus sign) to deterministic estimates (without risk assessment). They are the contingency type most extensively discussed in literature. As discussed in detail in chapter three, there are numerous studies focusing on the concept of time and cost contingencies from the perspective of the owner, with a few focusing on the construction company, but only in the bidding process. Many articles propose formal contingency management methods without an empirical basis. One study (Ford 2002) intended to comprehensively characterize how construction companies manage cost contingencies. However, as described in chapter three, Ford's study is supported in interviews with both professionals from construction companies and from other fields (owners). The basic concepts that make up the model shown in Chart 3.8.1 with regard to this contingency type have, therefore, already been proposed by different authors, though not in the context in which this research is developed (construction phase from the perspective of the construction company). Chart 3.8.1 focuses on cost contingencies, though the idea can be extrapolated to time contingencies.
  - b. **Minus sign time and cost contingencies.** These contingencies represent less cost and/or shorter completion period and, therefore, the potential optimization of the economic and time objectives of the project (Charts 3.6, 3.9 and 7.2). They are a contingency type not discussed by literature, though in section 3.4.1 they were characterized theoretically from the double profile of the risk concept (threat and opportunity). Indeed, if the positive contingencies described in the above section involve the assessment (in cost and/or time) of any threats that could compromise the achievement of the project objectives, symmetrically and in accordance with the double profile of the risk, the practical existence of another contingency type—in this case negative—that assessed the opportunities that could increase the likelihood of achieving or even exceeding the project objectives, would make sense. The identification and characterization of this contingency type constitutes one of the main contributions of this research, thus confirming the hypothesis set out in section 3.4.1 from the results of which (specifically from result PG2-4D) it is deduced that construction companies use them. The discussion on the reference findings of result PG2-4D describes the management procedure thereof used by companies "A" and "B".
  - c. **Tolerances in specifications (scope-quality contingencies).** These are a contingency type barely discussed by literature. In fact, only one reference has been identified that calls them contingencies (Godfrey 2004), who only

mentions its existence and proposes a name: *tolerances in specifications*. However, the already mentioned effort of Milberg and Tommelein (2003) is also notable; these authors go deeper into the concept of dimensional tolerance in construction and its relation to process variability and uncertainty within a project. The characterization of how this contingency type is managed by construction companies is another of the main contributions of this research (results PGC-5D and PG2-5D). It is noteworthy that construction companies in general use this contingency type to protect the time and/or the cost of the project and not so much the actual scope-quality objective. Integrated companies share scope-quality contingencies with the client, while non-integrated companies manage these in an opportunistic manner, taking advantage of them for their own interests upon detecting them or even creating them.

- d. Inventory buffers (work in progress and raw materials) and capacity buffers (additional resources). These are some of the definitions of “contingencies” set out in section 3.3.1 used to name the concept of “contingency,” while others call it “buffer.” The expression “contingency” (used in this study in a general sense) arose from referring to a specific type: that pertaining to those contingencies whose basic resource is cost, while the term “buffer” was used basically when discussing any contingencies made up of other resources and in essence focused on absorbing the intrinsic variability of construction processes. But, ultimately, the underlying idea is the same: resource reserves (that is, money) set up to cover risks, absorb uncertainty or variability and ultimately to protect the objectives of the project.
- (iii) **OUTPUTS BLOCK.** With the definition and management of these four contingency types, construction companies pursue a final objective, which is in turn the core result of the contingencies management system: to achieve the project objectives by reducing the likelihood of deviations occurring between the results of the project and the defined objectives. This final objective is reached by means of the achievement of different instrumental objectives: to cover threats and absorb uncertainty (purpose of type “a” and “c” contingencies from the above point), to take advantage of opportunities (the purpose of type “c” contingencies) and to absorb variability (which is the goal of type “d” contingencies).

The model—represented in Charts 8.1, 8.1-1, 8.1-2 and 8.1-3, and briefly described in the above paragraphs— is in and of itself the main contribution of this research; in the first instance because it is the first comprehensive model proposed to describe how contingency is managed from construction company perspective during the execution phase of projects. Authors such as Laryea and Hughes (2011), Thal et al. (2010) and Howell (2012) state the absence of previous research along these lines. Additionally, this research contributes a comprehensive vision of construction company contingencies management systems in this specific context, and this model could be used as part of the theoretical framework for future research.

If we go deeper into the characteristics of the management system represented by the proposed model, it is noteworthy that one of the main contingency types used by companies (identified by the letter “a” in the above description) are positive time and cost buffers (they increase the basic cost and/or duration in order to protect the objectives of the project). During the discussion of results PG4-4, PG4-5, PG4-6 and PG4-7 (at that point provisional, though they were later confirmed) the vision contributed by those and other provisional results related to this type of contingencies were looked at in depth. Therefore, the discussion began by highlighting that in construction companies there are two fundamental decision-makers for the

initial size of time and cost buffers: the project managers and their hierarchical superiors. However, both parties make this decision in an independent, uncoordinated and consecutive manner; the hierarchical superiors of the project managers constraining the size of the buffers by deciding on the objectives of the project and the project managers defining the size of the buffers in a subjective manner within the range defined by the objectives of the project and the base estimate of the cost and completion period thereof (see Chart 7.2). This work scheme is based on mistrust, but in turn increases mistrust among project managers and their hierarchical superiors (department and programme managers). Therefore, the hierarchical superiors of the project managers try to determine, in the manner described, the size of buffers because they think that the project managers are going to try to define the buffers as widely as they can. This is why the hierarchical superiors of the project managers reduce the extent of the range admissible for buffers. Also, depending on the restrictive intensity of the objectives, the project managers could have projects in which, regardless of the level of risk of the project in question and of the degree of aversion to risk of the company, there is no margin to define sufficient buffers, therefore, the likelihood of deviations occurring in the results of the project and, therefore, its good practice being questioned increase. In accordance with the described dynamic, time and cost buffers are defined in general by the project managers in a hidden and, therefore, specific manner for each work unit or item, their size being determined subjectively. But these characteristics are not a consequence of a decision made after a process of analysis, in which it has been dismissed that the buffers were explicit, generic and defined by methods that are not based solely on the expert opinion of project managers and their hierarchical superiors, but rather they might be the only characteristics coherent with the management scheme described.

In view of the foregoing, it seems clear that a management system such as the one set out, whose characteristics are not a result of conscious decisions, but rather a forced consequence of the prevailing mistrust among the fundamental players in the project (the project managers and their hierarchical superiors) may present certain deficiencies (and, therefore, possibilities for improvement). Below are the most important ones:

*Non-achievement of the potential of generic time and cost buffers*

Section 3.6.2 set out the arguments in favor of and against the definition of generic or specific time and cost buffers. This point is not about repeating them or choosing one or another. The sole intention is to confirm that time and cost buffers can also be defined generically, an option that poses advantages (and also disadvantages), but that construction companies, given the management scheme they use, cannot apply, since generic buffers are necessarily explicit and, therefore, their management is transparent, something that would require non-existent levels of trust. The single generic cost buffer that has been identified is hidden within the indirect costs items (result PG3-5D).

*The subjective estimate as a sole method applicable in this context to define the size of time and cost buffers*

The argument in this case is similar to the one used in the above point. Regardless of any advantages or disadvantages presented by the estimate of the size of buffers based on the expert but subjective opinion of project managers and their hierarchical superiors (see section 3.6.2), this method is the one that is more in line with the context of real contingency management that is being discussed. Indeed, the adoption of formal methods or those based on predetermined guidelines is viable if their implementation is decided at a corporate level and not just an individual one. A set of predetermined guidelines should be based on a history of data that may only be processed if a decision is made in that regard at a corporate level. Along the same lines, the adoption of a formal method for the determination of the size of time and cost buffers requires an



effort with regard to tool development, personnel training and implementation of the method that can only be produced if the company directors so decide.

*Double subjectivity level in the definition of the initial size of time and cost contingencies*

Overall, there is always uncertainty with regard to the adjustment of the size of time and cost buffers at the levels of risk and uncertainty that are present in each project. This uncertainty is greater due to the current management scheme in force at construction companies to define the initial size of time and cost buffers since, as set out above, the hierarchical superiors of the project managers subjectively constrain the upper limit of the size of time and cost buffers by deciding the economic and time objectives of the projects. From there, the project managers also subjectively define the size of the buffer so that “its” cost and time objectives (resulting from the sum of the determinist base cost or time and the respective buffer) are at most the same or more ambitious than the “official” objectives of the project (determined by directors). Therefore, positive time and cost contingencies are defined at two levels of subjectivity that expert decision makers apply in an uncoordinated manner due to the lack of trust.

*Tacit discrepancies among project managers and their hierarchical superiors with regard to the optimal level of time and cost contingencies.*

As proposition PG4-5D sets out, there is a discrepancy between project managers and their hierarchical superiors with regard to the minimum admissible size of time and cost buffers (that is, the optimal level). Directors consider that this should be less than the one estimated by project managers. The root cause of this fact stems from the idea set out by result PG5-2D: the purpose of time and cost buffers is not only to cover uncertain events, but also potential errors on the part of project managers, which involves project managers having a very clear incentive (to cover their personal errors) in order to increase the size of buffers in relation to the size considered optimal by directors. From there, if time and cost buffers are excessively reduced, the likelihood of achieving the proposed objectives falls (and consequently, the likelihood of the project managers having to provide explanations increases), while if they are not sufficiently reduced, the potential for errors as an incentive to learn and improve may not be being taken full advantage of by construction companies. Two statements made respectively by B0 (general director of company “B”) and by A3 (project manager of company “A”) are paradigmatic in this sense. During the interview for the revision of the findings of the individual case, B0 stated: *“If that threshold is too high, a lot of errors do not emerge and, therefore, a great opportunity to learn and improve is lost”*; during the interview held within the framework of PHASE 2, A3 stated: *“If (the buffers) were reduced too much, it would be necessary to explain to many things because often we would not comply, though lowering them a little forces you to not miss anything, but not too much.”* This problem is fostered by the idea with which the above point concluded: the project managers and their hierarchical superiors do not define contingencies in a coordinated manner because the level of trust is not adequate.

*Construction companies do not manage time and cost contingencies to encourage improvement*

While construction companies think that the controlled reduction of time and cost buffers is a tool to improve processes (result PG4-6D), the definition scheme of the size of these buffers that has been set out reflects that this idea is not put into practice at construction companies in a rational, prudent, limited and conscious manner. When directors restrict the admissible size of buffers upon defining the objectives of the project, they tacitly intend to force the improvement of on-site processes. The same objective is pursued by project managers by defining buffers lower than admissible

ones, but both act in an uncoordinated manner, once more in accordance with the existing mistrust in their relationship.

A second contingency type used by construction companies is time and cost contingencies with minus symbol; a contingency type not previously described or mentioned explicitly by literature. No differences have been found in the management of plus sign time and cost contingencies depending on how integrated the companies are, however, these differences do exist in relation to the management of the same contingency type, but with a minus sign. Indeed, all the companies, regardless of how integrated they are, manage on site opportunities from the assessment thereof with negative contingencies, however, non-integrated companies have more defined management systems with more procedures that are less personal overall (PGC-3D and P2-4D). A contingency type that has different names at different companies: "non-included objectives" at company "B" or "strategies" at company "H". The operation of this contingency type was described beforehand.

The results of the research independently describe time and cost contingencies management, positive and negative. However, as set out during the discussion of provisional result GP2-4, both are managed simultaneously, aspects suggestive of a certain dysfunction in the joint management of both contingency types having been observed throughout the research, specifically with regard to the potential duplication of event assessments, either as a threat or as an opportunity.

*Duplicated assessment of the same event as a source of threats and opportunities*

The discussion of provisional result PG2-4 described that signs that the dysfunction set out in the above paragraph regarding the joint management of cost (and time) contingencies, positive and negative, existed at company "B" had been found, since on certain occasions the project managers would assess the same event as a threat and as an opportunity, introducing a duplication that could be considered unnecessary.

As set out in the discussion of provisional result PG2-4, during the internal assessment interview on the findings of each individual case that was held in the case of company "B" with B0 (general director of construction) and with B1 (department director) the abovementioned problem arose. With regard to threat management, B1 noted that systematising their management with the same tool that is used at company "B" to manage opportunities should be proposed, therefore, threats that can compromise the success of the project and are assessed by means of their respective time and cost plus sign buffer would be explicitly identified, making their management also explicit. According to B1, this approach would enable another additional very important improvement to be obtained: "Non-included Objectives" (minus sign time and cost contingencies) would be used to assess true opportunities and not to mitigate the prior assessment of threats, as happens now. In this respect, B0 notes that what the project managers from company "B" usually do when defining certain "Non-included Objectives" is compensate the hidden positive time and/or cost buffers that have been previously included in the budget and/or in the schedule justifying the theoretical objectives of the project. This way of proceeding states that at company "B" time and cost buffers (or the circumstances causing them) are duplicated: firstly, a positive hidden buffer is created to assess a threat and then an explicit negative buffer is created (an "Non-included Objective," according to the terminology of company "B") to assess the opportunity that the abovementioned threat has a lesser impact than that planned. B0 noted that to beat this dysfunction, project managers should make a really determinist basic budget with no buffers of any kind so that this budget would be representative of a "neutral" economic objective. If the positive contingencies were added to the abovementioned budget, there would be a "pessimistic" objective and if only the negative contingencies

were added to the “neutral“ budget (with their minus sign, that is, were subtracted), there would be an “optimistic“ objective, while if both contingency types were added to the determinist budget, the resulting budget should be consistent with the real economic objective of the project (see Chart 7.2). B0 named one of the larger Spanish construction companies and explained that that company uses that approach by defining three budgets (Current, Potential, Optimal - CPO) in each project. B0 also highlighted that in this way the contingencies as a whole would stop being hidden and would move onto being explicit. However, both B0 and B1 recognised that in order to successfully implement a procedure like the one described, trust should increase among the staff of company “B”: directors’ trust in project managers (they should believe that these determinist budgets are, that is, they do not have hidden contingencies) and project managers’ trust in directors (they should believe that they will not be made liable if things do not turn out as planned, that the objective is to learn and improve).

However, even though company “B” seems to think it interesting to consider the possibility of applying a threat (and cost and time contingencies in general) management system, during interviews on the revision of findings and on the validation of provisional results, some managers made more cautious statements. Therefore, A1 stated that *“it is always necessary that the balance between the cost of the control and the benefit that is obtained by the control is positive..., I’m not clear on whether in this case that balance is.”* F1 made a statement along the same lines

The underlying idea of this issue suits the vision of Chapman and Ward (2003) on the need to jointly manage threats and opportunities, and opens the door to future research focussing on in-depth study, not only on the joint management of time and cost buffers, positive and negative, but also of all general contingencies.

The third contingency type, whose use by construction companies during execution of works has been assessed, is related to the tolerances in the scope-quality specifications. A contingency type barely discussed in literature (Howard and Kenley 1998, Milberg and Tommelein 2003, Godfrey 2004). In this case there is also a clear difference in the management mode of the tolerances in the specifications of integrated companies and of non-integrated companies, since if the first share with their client (internal) this type of tolerances when they identify them, the second do not usually do this and moreover, can come at times to “create” contingencies opportunistically (PGC-5D and PG2-5D). The purpose of this work is not to assess the cause of such difference, but rather only to recognise it, but is it worth mentioning a fact noted in two of the provisional results validation interviews, specifically the ones held with company “J” (a large and partially integrated company) and with company “G” (a large and fully integrated company).

*The management system of tolerances in specifications of a construction company depends on the type of relationship with the client and not so much on the level of theoretical integration.*

Upon proposing to J0 whether company “J” carried out transparent management of the scope and quality when the client was a company or business unit of the corporate group itself (in line with that found at company “A”), this executive stated that in those circumstances, company “J” carries out a more opportunistic management than if the client is external. From this statement, J0 explained that at company “J” projects are awarded in competitive bids and that on plenty of occasions the construction company of the group is not the winning bidder; the only advantage that belonging to the same corporate group gave it was the right of first refusal. He also stated that the construction unit does not participate in carrying out execution of projects from their initial phases, but rather they are delivered already completed.

In the case of company “G” and along similar lines, the executive G0 stated that the management of the scope and quality tolerances by the construction company depends on the attitude of the client and not so much on whether it is internal or external. G0 stated thus: *“If the client gives you breathing space, you help it. If not, you don’t.”* G0 explained that company “G” also launches competitive bids on projects promoted thereby, even though a company that was not part of the group’s construction company has never been hired. He also stated that the construction company does not participate in writing execution projects, but rather they are delivered already sealed.

Beyond the scope of this work, these ideas enable the proposal to be made that perhaps the opportunism of construction companies in the management of projects does not result so much from the level of integration (that is, whether it does or does not belong to the same corporate group as the client) as from the type of relationship between the client and the construction company determined by the bidding system and the contract to be signed. In this respect, the ideas of Slauson (2005) and Smith and Rybkowski (2012) are revealing; opportunism is caused by mistrust generated between the parties by the traditional project delivery methods.

Finally, the fourth contingency type used by construction companies on site is noteworthy: inventory buffers (raw materials and work in progress) and capacity buffers (additional resources).

As described in the discussion of proposition PG2-6 and in that of the findings of each respective case, raw material buffers present two aspects:

- An excess of materials in relation to those estimated as necessary in the planning of the project (measures).
- The materials are made available to the work before they are going to be necessary, in accordance with the scheduling of related activities.

Work in progress buffers are defined by González et al. (2009) (p. 96) as *the difference between cumulative progress of two consecutive and dependent processes, which characterizes work units ahead of a crew that will perform work (e.g., work units that have not been processed yet, but that will be)*. Also, as described in the discussion of proposition PG2-6 and in that of its findings of each respective case, these buffers in turn exist in two variants:

- Firstly, in the scheduling of activities so that a work in progress buffer is created and maintained among consecutive tasks.
- Secondly, in the scheduling of non-critical activities in order to open available jobs.

This contingency type presents certain peculiarities in relation to the abovementioned types.

- The participation of directors in their management is low. The person responsible (almost the only one) for their management is the project manager.
- By their own nature they are explicit.

However, they share a management characteristic with the other contingency types: they are defined subjectively.

With regard to these buffers, throughout the interviews on the revision of the findings of each individual case and on the validation of results certain ideas were suggested that are worth highlighting.

*The time that purchases of materials are made and parts of the project are subcontracted should be restricted by the optimization of the project's cash flow, but without compromising the completion period of the project.*

While the interviews were carried out on the revision of the findings of the individual cases, both A1 and B1 agreed that one of the main reasons for deviation (time and cost) in the projects is the lengthening of the completion time as a consequence of not purchasing sufficiently in advance.

However, during the interviews on the validation of the provisional results, H0 described a procedure followed at its company that introduces an interesting nuance. Company "H" utilizes raw material buffers, but tries to minimize their size and lag time. The project managers from company "H" have explicit instructions to correctly manage their project's cash flow. In fact, the company acts in some way as the bank of the project, therefore, during the periods in which the project has a positive cash flow, the company pays it interest it calculates as revenue from the project, while if the cash flow is negative, it charges it interest (at double the rate of when it is positive), which it calculates as an expense of the project.

*Construction companies could be more involved in capacity buffer management*

Result PG1-3D evidences that construction companies largely entrust capacity buffer management to subcontractors. In this regard, the construction companies' common strategy is that project managers often warn the subcontractors that they have to count with a buffer of additional resources. As well, Purchasing Departments play a relevant role when verifying subcontractors' capacity, since they often inform to project managers about each subcontractor or vendor's capacity or load of work, etc. Another way used by both companies to ensure that subcontractors will count with additional resources if necessary is the contract. Nonetheless, within the framework of the interviews on the revision of the findings of the individual cases, B1 qualified that company "B" only has two controls in this regard: whatever knowledge the Purchasing Department may have of the work load of a subcontractor at any given time and the supplier assessment system. In regard to the latter tool, B1 recognised that it is not very reliable, since it is based on an ex post approach (they accept a priori "many" subcontractors), only serving to disqualify any subcontractors that have committed a serious fault. According to B1, the improvement in capacity buffer management can be based on implementing a more rigorous supplier assessment system, in which there is a more fluid dialogue between the Purchasing Department and the project managers with regard to the situation of the subcontractors at any time.

Finally, and to close the discussion of the model, in a overall perspective, the results of the research allow to pose that contingencies' value for construction companies is highlighted by three levels or lyers:

- I. OPERATING LEVEL. Contingencies are useful to absorb uncertainty and variability as well as covering risk, thereby contingencies protect project objectives.
- II. TACTIC LEVEL. Contingencies could be a continuous improvement tool, since their controlled and conscious reduction pushes process improvement.

- III. STRATEGIC LEVEL. Contingencies might become a powerful factor fuelling the transformation of the construction companies' production organizations. To make explicit contingencies management as a means of building trust between project managers and their managers could improve cooperation and therefore the competitiveness of the construction companies.

From a "Lean" perspective, the operating value of contingencies might not be their existence but their reduction, since contingencies could be seen as waste to be removed. However, the saving in resources that their reduction would imply would not be the basis for their tactic value, but it is rather based on process improvement boosted by a controlled reeducation of contingencies. A model of this type would not be so much a work tool, but more a "target condition" (Rother 2010) similar to the different methodologies of "Lean Manufacturing" and "Lean Construction", whose true value is derived from the transformative ability they possess and not so much from their specific usefulness. Therefore, "Just in Time" (JIT) postulates the elimination (or minimisation) of physical inventories as a starting axiom which, being a source of value, necessarily triggers the improvement of processes throughout the company. Indeed, after the elimination of inventories, activities that are performed inefficiently and overall waste come to light and the only way to produce effectively, given the nonexistence or reduced level of inventories, is to improve processes. It could be thought that contingencies can play a role in construction that is similar to the one played by inventories in manufacturing. However, as the results of this research also state, the current similarity between inventories and contingencies is reduced to its transformative character (potential in the case of contingencies) since, while inventory levels in manufacturing are a result of a decision made in a procedural, explicit, conscious and quantifiable manner, contingencies in construction are found throughout the value chain in very different formats, generally in a hidden manner and created or conditioned in an uncooperative manner by different decision makers.

Howell (2012) claims a balance between the operating and the tactic value of contingencies, while he warns that the capacity for improving through the reduction of contingencies is limited, and that organizations are less resilient and reliable without contingencies. The results of the research are consistent with these ideas, although the construction companies that belong to the domain of the research believe that a minimum amount of contingencies is essential, they also state that it is possible to reduce it and that this reduction would force the companies to improve.

Focussing on the strategic value of contingencies, it is necessary to remember that this same section showed that the root-causes of some of the shortcomings of the contingencies management model, that is the major result of this research, were related to the lack of trust between the main decision makers on contingencies management: project managers and their managers. Along the same lines, the discussion of proposition PG5-2 showed that the personal and hidden nature of contingencies management creates a vicious circle, since it is in turn cause and effect of that lack of trust. Thus, the essence of the strategic value of contingencies would, therefore, be to impose a scenario in which it could only be possible to work effectively in relation to risk management in an environment of trust and genuine collaboration between project managers and their hierarchical superiors. According to Rother (2010), such scenario would be a "target condition", and overcoming this challenge would lead a real transformation of the company: it would become an organization based on genuine cooperation.

### **8.3.- LIMITATIONS OF THE RESEARCH**

The limitations of the research result both from the actual extent of the phenomenon researched and the strategic character that risk management and contingencies have for construction companies.

This research was defined to comprehensively describe how construction companies manage risks using contingency during execution of projects. This definition includes both leading concepts of the research: the contingencies themselves and the construction companies, concepts that can be characterized according to very different criteria and with different results. This research has not focussed on any one aspect of contingency in particular, but rather provides important information that is characteristic of them all. However it is certainly possible to deal in greater depth with several particular fields. The importance that looking at the joint management of time and cost contingencies, positive and negative, in greater depth is particularly noteworthy in this respect, as well as exploring further the multi-objective nature of contingencies that Table 3.6 shows.

The second limitation is related to one of the main criticisms made of the case study research method itself: the difficulty in generalizing results. The basic idea was argued in chapter five, along with what actions were going to be implemented to increase the external validity of the research and, therefore, the credibility of the generalization of its results. In a case study, the generalization is never statistical, but rather analytical, which does not imply that it is not true that the more cases analyzed the greater the external validity of the research and, therefore, the more reliable the generalization of its results at a theoretical level (Yin 2009). As was set out in chapter six, only three of the ten companies that were initially contacted expressed an interest in collaborating with the research. Furthermore, one of those three companies was ruled out because its activity was too specific to the railway sector. The reasons given by the six companies that refused to participate in the project are related to the non-availability of the resources the companies would have to allocate to research (staff time) and to the strategic nature of risk management. In spite of the guarantee of confidentiality, none of these companies wanted such sensitive information to reach the outside world. Starting from this reality (only two companies came on board for the research), and despite, as argued in chapter five, it being possible to develop the research and extract generalizable results to the domain of the research with such a reduced number, the decision was made to implement PHASE 5 to increase the external validity of the research by contrasting the provisional results thereof with six companies other than those researched. PHASE 5 allows to generalize the results of the research to a wider domain than the one that was defined on the basis of the features of companies "A" and "B". The characteristics of the domain of the research (given above) are:

- Location: Spanish companies.
- Life-cycle stage: Construction.
- Field of specialization: Civil engineering and building (residential, industrial and comercial) general contractors.
- Size: Large and medium-sized companies (according to Commission Recommendation of 6 May 2003 concerning the definition of micro, small and medium-sized enterprises (2003/361/EC)).
- Level of integration: Low, medium and high level (according to the criteria stated in the section 7.5.1).

Nonetheless, there can be no assurance that the proposed model of contingencies management, which is the major result of this research, fits the actual practices of other fields (e.g. industrial construction), small companies or other cultural environments.

#### **8.4.- FUTURE LINES OF RESEARCH**

Chapter one justified the origin of this research, arguing—among other reasons—the importance of optimizing contingency management starting from the knowledge on the companies' real practices. Howell (2013) states that one of the objectives to be met with the knowledge of the companies' current practice with regard to contingency management is to develop a rational approach to size and locate the contingencies, whose goal is to maximise the performance of the project. Laryea and Hughes (2011) maintain that it is only from the exhaustive knowledge of the reality that models may be developed for such purpose, since the capacity to prescribe improvements depends on the ability to accurately describe the reality. For Francis and Hester (2004), understanding current practices is the starting point for becoming involved in what companies really do in order to, from there, be able to influence or suggest alternative models—in this case of contingency management. On the other hand, as was outlined in chapter three, most of the works on contingencies that have been studied describe formal or analytically derived management, or complex models with no empirical basis on how construction companies really manage contingencies.

The arguments in the above paragraph not only set out a first block of potential lines of work facilitated by the results of this research, but also express a very important aspect with regard to this last section, since opening future lines of research, particularly with regard to the proposal for optimized contingency management methods, was not but the last goal of this research.

This first block of lines of research related to the methodology to define the initial size of contingencies could be carried out in different aspects, some of which were noted in section 8.2.3 when discussing the lack of or potential improvements to the real management model that is the main result of this work:

- Characterization of the advantages and disadvantages of the definition of global time and cost contingencies—in line with the criterion of the scheduling method already described of the Critical Chain Method (Goldratt 1997)—and not specifically related to certain items or work units (as construction companies do, according to the results of this research).
- Quantitative analysis of the initial size of time and cost contingencies defined by construction companies on site.
- Proposal of a model for the simultaneous and coordinated management of on-site threats and opportunities by the construction company with time and cost contingencies (positive and negative).
- Proposal of a raw material buffer management model under the restriction of optimizing, in a balanced manner, the project's cash flow, cost and completion period.
- Analysis of capacity buffer management by subcontractors.

A second block of lines of research would be founded on the limitations of the research that were set out in the above section:



- Validation of the model presented by means of an extensive survey in the Spanish construction sector.
- Validation of the model proposed in other cultural environments.
- Validation of the model proposed in other sub-sectors.
- Validation of the model proposed in SMEs.

A third block of lines of research could be based on the limits of the context in which the analysis has been conducted: the execution phase of the project and the perspective of the construction company.

- Compared analysis of the impact of underfunding cost contingencies from the perspective of the owner and from the perspective of the construction company.
- Analysis of the relationship between the cost buffers defined in the bidding phase and those defined in the execution of the project by the construction company.

Finally, a fourth block of lines of research could be considered; this block would relate to the already mentioned different levels of contingencies' value for construction companies. As shown in section 8.2.3, construction companies in the researched domain consider that a minimum amount of contingencies is essential, but they also assume that the controlled reduction of contingencies would force companies to improve their production processes; however, no practices in this regard were identified in the analyzed companies. Thus, a possible line of research could consist of devising a contingencies management model to size and reduce contingencies in a controlled manner; the goal would be to research the capability of contingencies as drivers of process improvement.

In the section 8.2.3 it is also argued that the root-causes of some of the shortcomings of the contingencies management model, that is the major result of this research, were related to the lack of trust between the main decision makers on contingencies management: project managers and their hierarchical superiors. From this idea, another possible line of research arises: devise and define a contingencies management model focussing on the explicit and shared management of contingencies between project managers and their managers; the goal would be to research the capability of contingencies as trust drivers.

The challenge of turning contingency management into an instrument that enables the increase of trust and cooperation at construction companies, as the basis of a genuine continuous improvement and learning system is significant. Nevertheless, the result of tackling and overcoming it would also have a clear strategic impact. As Lofton and Monteith (2004) point out, an environment based on cooperation entails a competitive advantage of undoubtable value, since it enables organizations to respond in a more effective manner to market emergencies and changes.



**REFERENCIAS**

- ABDUH, M.; SHANTI, F.; PRATAMA, A. Simulation of Construction Operation: Search for a Practical and Effective Simulation System for Construction Practitioners. En Proceedings of the First Makassar International Conference on Civil Engineering. MICCE. 2010. p. 9-10.
- ABDUL-RAHMAN, Hamzah; LOO, Siaw Chuing; WANG, Chen. Risk identification and mitigation for architectural, engineering, and construction firms operating in the Gulf region. Canadian Journal of Civil Engineering, 2011, vol. 39, no 1, p. 55-71.
- ABOWITZ, Deborah A.; TOOLE, T. Michael. Mixed method research: Fundamental issues of design, validity, and reliability in construction research. Journal of Construction Engineering and Management, 2009, vol. 136, no 1, p. 108-116.
- ADAFIN, Johnson; WILKINSON, Suzanne; ROTIMO, James O.B.; ODEYINKA, Henry. Accuracy in Design Stage Cost Estimating through Risk-contingency Analysis: A Theoretical Exploration. En Construction Research Congress 2014@ Construction in a Global Network. ASCE. p. 1478-1487.
- AHMAD, I. Contingency allocation: A computer aided approach. AACE Transactions, 1992, p. 4.1-7.
- ALAMEDA COUNTY. Cost Estimating Guide. Alameda County Transportation Commission, 2011.
- AL-BAHAR, Jamal F.; CRANDALL, Keith C. Systematic risk management approach for construction projects. Journal of Construction Engineering and Management, 1990, vol. 116, no 3, p. 533-546.
- ALLAN, N. Risk putting it all together. Evolution (CIRIA) Winter 2012 p. 24-27.
- ALVES, T.; TOMMELEIN, Iris D. Simulation of buffering and batching practices in the interface detailing-fabrication-installation of HVAC ductwork. Proceedings of IGLC-12, August, Elsinore, Denmark, 2004.
- ANDERSON, G. Ryan; MUKHERJEE, Amlan; ONDER, Nilufer. Traversing and querying constraint driven temporal networks to estimate construction contingencies. Automation in Construction, 2009, vol. 18, no 6, p. 798-813.
- ANDI, Andi. APPROPRIATE ALLOCATION OF CONTINGENCY USING RISK ANALYSIS METHODOLOGY. Civil Engineering Dimension, 2004, vol. 6, no 1, p. pp. 40-48.
- BACCARINI, David. Accuracy in estimating project cost construction contingency—A statistical analysis. En The Int. Construction Research Conf. of the Royal Institution of Chartered Surveyors, Leeds Metropolitan Univ, Leeds, UK. 2004.
- BACCARINI, David. Estimating project cost contingency—beyond the 10% syndrome. En Proceeding of Australian Institute of Project Management National Conference. 2005.
- BACCARINI, David. Understanding Project Cost Contingency—A Survey. En Conference Proceedings of the Queensland University of Technology (QUT) Research Week International Conference. 2005. p. 4-8.
- BACCARINI, David. The Maturing Concept of Estimating Project Cost Contingency-A Review. En 31st Australasian University Building Educators Association Conference (AUBEA 2006): July. 2006.

- BACCARINI, David; LOVE, Peter ED. Statistical Characteristics of Cost Contingency in Water Infrastructure Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2013, vol. 140, no 3.
- BALBONTIN-BRAVO, E. Simulation in large-scale precast operations. En IAARC/IFAC/IEEE. International symposium. 1999. p. 131-136.
- BALLARD, Glenn. Work structuring. *Lean Construction Institute White Paper*, 1999, vol. 5.
- BALLARD, Herman Glenn. The last planner system of production control. 2000. Tesis Doctoral. The University of Birmingham.
- BALLARD, Glenn. Construction: one type of project production system. En 13th International Group for Lean Construction Conference: Proceedings. International Group on Lean Construction, 2005.p. 29.
- BALLARD, Glenn. Lean Thinking and Construction Project Management. En Proceedings of the November 5th US Green Building Council–Northern California Chapter, Monterey Bay Branch Monthly Meeting. 2008.
- BALLARD, Glenn. An update on Target Value Design. *Design Forum*, St. Louis, MO, 2009.
- BALLARD, Glenn. Target value design and Integrated Project Delivery. *Loughborough University*, 2010.
- BALLARD, Glenn; KOSKELA, Lauri; HOWELL, Greg; ZABELLE, Todd. Production system design: Work structuring revisited. *Lean Construction Institute White Paper*, 2001, vol. 11.
- BALLARD, Glenn; HOWELL, Gregory. Toward construction JIT. *Lean construction*, 1995, p. 291-300.
- BALLARD, Glenn; HOWELL, Gregory. Shielding production: essential step in production control. *Journal of Construction Engineering and management*, 1998, vol. 124, no 1, p. 11-17.
- BARRAZA, Gabriel A. Probabilistic estimation and allocation of project time contingency. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2010, vol. 137, no 4, p. 259-265.
- BJÖRNFOT, Anders; SARDÉN, Ylva. Prefabrication: a lean strategy for value generation in construction. En Proceedings of the 14th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Santiago de Chile. 2006.
- BOWLES, Samuel; GINTIS, Herbert. *A cooperative species: Human reciprocity and its evolution*. Princeton University Press, 2011.
- BROOK, Martin. *Estimating and tendering for construction work*. Routledge, 2004.
- BROUSSEAU, Éric; RALLET, Alain. Efficacité et inefficacité de l'organisation du bâtiment: une interprétation en termes de trajectoire organisationnelle. *Revue d'économie industrielle*, 1995, vol. 74, no 1, p. 9-30.
- BULOW, Jeremy. An economic theory of planned obsolescence. *The Quarterly Journal of Economics*, 1986, vol. 101, no 4, p. 729-749.
- BURGER, Riaan. Contingency, quantifying the uncertainty. *Cost engineering*, 2003, vol. 45, no 8, p. 12-17.

- BURGOS, Andre Perroni; COSTA, Dayana Bastos. En Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 20), 2012, San Diego, USA.
- BURROUGHS, S. E.; JUNTIMA, Gob. Exploring techniques for contingency setting. AACE International Transactions, 2004.
- CABANO, Stephen L. Do we truly understand project risk? Engineering Management Review, IEEE, 2005, vol. 33, no 1, p. 19-19.
- CARMICHAEL, David G. Contracts and international project management. Taylor & Francis, 2000.
- CASTEN, Mike; PLATTENBERGER, Jason; BARLEY, Jeffrey M.; GRIER, Charles. Construction Kata: Adapting Toyota Kata to a lean construction project production system. Proceedings of the 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 21), 2013, Fortaleza, Brazil.
- CASTRO-LACOUTURE, Daniel; SÜER, Gürsel A.; GONZÁLEZ-JOAQUI, Julian; YATES, J.K. Construction project scheduling with time, cost, and material restrictions using fuzzy mathematical models and critical path method. Journal of Construction Engineering and Management, 2009, vol. 135, no 10, p. 1096-1104.
- CASTRO FRESNO, Daniel; AJA SETIEN, José Luis. Organización y control de obras. pp. 1 - 396. 01/09/2005. ISBN 84-810-2962-9.
- CEA, D'Ancona. 'ANCONA, MA (2004): Métodos de encuesta. Teoría y práctica, errores y mejora. *Síntesis, Madrid*.
- CHAN, Edwin H.; AU, Maria C. Factors influencing building contractors' pricing for time-related risks in tenders. Journal of Construction Engineering and Management, 2009, vol. 135, no 3, p. 135-145.
- CHAPMAN, Chris; WARD, Stephen. Project risk management: processes, techniques and insights. John Wiley, 1996.
- CHEN, Dong; HARTMAN, Francis T.A neural network approach to risk assessment and contingency allocation. AACE International Transactions, 2000.
- CIB W104. Open and sustainable building.16th International Conference of the CIB W104, Bilbao (Spain), 2010.
- CORREA BECERRA, Christian Luis. 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. Universidad Politécnica de Valencia.
- COVEY, Stephen MR. The speed of trust: The one thing that changes everything. Simon and Schuster, 2006.
- CREEDY, Garry D. Risk factors leading to cost overrun in the delivery of highway construction projects.2006, Tesis doctoral. Queensland University of Technology.
- CUERVO GARCÍA, Álvaro. Introducción a la Administración de Empresas. Editorial Civitas, 6ª Edición, 2008.

DAI, Jiukun; GOODRUM, Paul M.; MALONEY, William F. Construction craft workers' perceptions of the factors affecting their productivity. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2009, vol. 135, no 3, p. 217-226.

DAKE, Karl. Myths of nature: Culture and the social construction of risk. *Journal of Social issues*, 1992, vol. 48, no 4, p. 21-37.

DEL CANO, Alfredo; DE LA CRUZ, M. Pilar. Integrated methodology for project risk management. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2002, vol. 128, no 6, p. 473-485.

DESAI, Ankur Paresh; ABDELHAMID, Tariq Sami. Exploring crew behaviour during uncertain jobsite conditions. En *Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 20)*, 2012, San Diego, USA.

DIETRICH, Michael. *Transaction cost economics and beyond: Toward a new economics of the firm*. Routledge, 2002.

DIKMEN, Irem; BIRGONUL, M. Talat; TAH, Joseph H. M.; OZER, Ahmet Hamdi. Web-Based Risk Assessment Tool Using Integrated Duration–Cost Influence Network Model. *Journal of Construction Engineering and Management* Sep 2012, Vol. 138, No. 9, pp. 1023-1034.

ERGIN, A. Arif. Determination of contingency for international construction projects during bidding stage. Tesis MS en Ingeniería Civil. Middle East Technical University, 2005.

ESPINO, Elias; ARANDA, Consuelo; WALSH, Kenneth; HUTCHINSON, Tara; RESTREPO, José; HOEHLER, Matthew; BACHMAN, Robert. Relationship of time lag buffer to material stockpile buffer levels. *Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 20)*, 2012, San Diego, USA.

FALK, Ian; GUENTHER, John. Generalizing from qualitative research: case studies from VET in contexts. En 15th NCVET conference. 2006.

FELLOWS, Richard F.; LIU, Anita. *Research methods for construction*. John Wiley & Sons, 2008.

FISHER, Richard B. Partnering construction contracts: a conflict avoidance process. *AACE International Transactions*; 2004; ABI/INFORM Complete pg. CD171.

FLYVBJERG, Bent; HOLM, Mette Skamris; BUHL, Soren. Underestimating costs in public works projects: Error or lie? *Journal of the American Planning Association*, 2002, vol. 68, no 3, p. 279-295.

FORD, Henry. *My life and work*. Cosimo, Inc., 2007.

FORD, David N. Achieving multiple project objectives through contingency management. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2002, vol. 128, no 1, p. 30-39.

FRANCIS, David; HESTER, Stephen. *An invitation to ethnomethodology: Language, society and interaction*. Sage, 2004.

GALGANO, Alberto. *Las tres revoluciones: caza del desperdicio. Doblar la productividad con LEAN production*. Editorial Ediciones Díaz de Santos, 2004.

GEHBAUER, Fritz; ZÜLCH, Gert; MICHAEL, Ott; BÖRKIRCHER, Mikko. Simulation-based analysis of disturbances in construction operations. En Proceedings of the International Group for Lean Construction fifteenth conference (IGLC-15), Michigan, USA. 2007.

GODFREY, Patrick S. Control of risk a guide to the systematic management of risk from construction. CIRIA, 2004.

GOLDRATT, Eliyahu M. Critical Chain: A business novel. Great Barrington, MA: North River Press, 1997.

GONZÁLEZ, Vicente; ALARCÓN, Luis Fernando; MATURANA, Sergio; BUSTAMANTE, José Antonio. Site Management of Work-in-Process Buffers to Enhance Project Performance Using the Reliable Commitment Model: Case Study. Journal of Construction Engineering and Management, 2011, vol. 137, no 9, p. 707-715.

GONZÁLEZ, V.; ALARCÓN, L. F.; MOLENAAR, K. Multiobjective design of Work-In-Process buffer for scheduling repetitive building projects. Automation in Construction, 2009, vol. 18, no 2, p. 95-108.

GRAU, David; BACK, W. Edward; PRINCE, J. Regan. Benefits of on-site design to project performance measures. Journal of Management in Engineering, 2011, vol. 28, no 3, p. 232-242.

GUEST, Greg; BUNCE, Arwen; JOHNSON, Laura. How many interviews are enough? An experiment with data saturation and variability. Field methods, 2006, vol. 18, no 1, p. 59-82.

GÜNHAN, Suat; ARDITI, David. Budgeting owner's construction contingency. Journal of construction engineering and management, 2007, vol. 133, no 7, p. 492-497.

GUPTA, Agrim; GONZÁLEZ, Vicente; MILLER, Garry. Understanding the relationship between productivity and buffers in construction: a simulation-based case. Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 20), 2012, San Diego, USA.

GURGUN, Asli Pelin; ZHANG, Ye; TOURAN, Ali. Schedule contingency analysis for transit projects using a simulation approach. Journal of civil engineering and management, 2013, vol. 9, no 4.

HACKNEY, J.W. Applied contingency analysis. Transactions, AACE 9th Annual Meeting, 1985, Denver, Colorado (USA).

HAN, Seung Heon; CHAE, Myung Jin; IM Keon Son; RYU, Ho Dong. Six sigma-based approach to improve performance in construction operations. Journal of Management in Engineering, 2008, vol. 24, no 1, p. 21-31.

HAN, Seung Heon; PARK, Hyung Keun; YEOM, Sang Min; CHAE, Myung Jin; KIM, Du Yon. Risk-integrated cash flow forecasting for overseas construction projects. KSCE Journal of Civil Engineering, 2014, vol. 18, no 4, p. 875-886.

HARBUCK, Robert H. Competitive bidding for highway construction projects. AACE International Transactions; 2004; ABI/INFORM Complete pg. ES91.

HARPER, Christofer M.; MOLENAAR, Keith R.; ANDERSON, Stuart; SCHEXNAYDER, Cliff. Synthesis of Performance Measures for Highway Cost Estimating. Journal of Management in Engineering, 2013, vol. 30, no 3.

HART, David H. Managing the contingency allowance. AIA Best Practice. 2007.



HARTMANN, Timo; VAN MEERVELD, Hendrick; VOSSEBELD, Niels; ADRIAANSE, Arjen. Aligning building information model tools and construction management methods. *Automation in construction*, 2012, vol. 22, p. 605-613.

HILLEBRANDT, Patricia; CANNON, Jacqueline. *The modern construction firm*. Macmillan, 1990.

HILLSON, David. Extending the risk process to manage opportunities. *International Journal of Project Management*, 2002, vol. 20, no 3, p. 235-240.

HOLLMANN, John K.; CEP, PECC. *Recommended Practices for Risk Analysis and Cost Contingency Estimating*. Association for the Advancement of Cost Engineering (AACE), Working Manual, 2009.

HOLLMANN, John K. *Alternate Methods for Integrated Cost and Schedule Contingency Estimating*. Cost Engineering-Morgantown, 2011, vol. 53, no 11, p. 23.

HOLT, Gary D.; OLOMOLAIYE, Paul O.; HARRIS, Frank C. Factors influencing UK construction clients' choice of contractor. *Building and Environment*, 1994, vol. 29, no 2, p. 241-248.

HOPP, Wallace J.; SPEARMAN, Mark L. *Factory physics*. Waveland Press, 2011.

HORMAN, Michael; KENLEY, Russell. Process dynamics: Identifying a strategy for the deployment of buffers in building projects. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 1998, vol. 1, no 3, p. 221-237.

HORMAN, Michael J.; THOMAS, H. Randolph. Role of inventory buffers in construction labor performance. *Journal of construction engineering and management*, 2005, vol. 131, no 7, p. 834-843.

HOUSEHOLDER, Jerry L.; RUTLAND, Hulan E. Who owns float? *Journal of construction engineering and management*, 1990, vol. 116, no 1, p. 130-133.

HOWELL, Gregory A. What is Lean Construction-1999. *Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 7)*, 1999, Berkeley, USA.

HOWELL, Gregory A. Uncertainty and contingency: implications for managing projects. *Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 20)*, 2012, San Diego, USA.

HOWELL, Gregory A. Uncertainty, organizational structure and collaboration: questions for research. *Proceedings of the 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 21)*, 2013, Fortaleza, Brazil.

HOWELL, G. A.; BALLARD, H. G. *Managing uncertainty in the piping process*. RR47-13. Construction Industry Institute, Austin, Texas (publication pending), 1996.

HOWELL, Gregory; LIU, Min. The OOPS Game: How much planning is enough? *Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 20)*, 2012, San Diego, USA.

HOWELL, Gregory; LAUFER, Alexander; BALLARD, Glenn. Interaction between subcycles: One key to improved methods. *Journal of construction engineering and management*, 1993, vol. 119, no 4, p. 714-728.

HOWELL, Gregory; LAUFER, Alexander; BALLARD, Glenn. Uncertainty and project objectives. *Project Appraisal*, 1993, vol. 8, no 1, p. 37-43.

IBORRA, María; DASI, Angels; DOLZ, Consuelo; FERRER, Carmen. *Fundamentos de dirección de empresas*. Ed.: Thomson, Madrid, 2007.

IDRUS, Arazi; FADHIL NURUDDIN, Muhd; ROHMAN, M. Arif. Development of project cost contingency estimation model using risk analysis and fuzzy expert system. *Expert Systems with Applications*, 2011, vol. 38, no 3, p. 1501-1508.

AEN/GET13. *UNE-ISO 31000-Gestión del riesgo. Principios y directrices*. AENOR, 2010.

JAAFARI, A.; SCHUB, A. Surviving failures: lessons from field study. *Journal of construction engineering and management*, 1990, vol. 116, no 1, p. 68-86.

JACKSON, R. L., KINSEY, J. W., COTTON, W. E., and MOORE, S. K. The why and how of contingency management. *Transactions, AACE 9th Annual Meeting*, 1985, Denver, Colorado (USA).

JØRGENSEN, Bo; EMMITT, Stephen. Lost in transition: the transfer of lean manufacturing to construction. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 2008, vol. 15, no 4, p. 383-398.

KHAMOOSHI, Homayoun; CIOFFI, Denis F. Uncertainty in Task Duration and Cost Estimates: Fusion of Probabilistic Forecasts and Deterministic Scheduling. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2012, vol. 139, no 5, p. 488-497.

KIM, Yong-Woo; BALLARD, Glenn. Management thinking in the earned value method system and the last planner system. *Journal of Management in Engineering*, 2010, vol. 26, no 4, p. 223-228.

KIM, Sangyong; KIM, Gwang-Hee; LEE, Dongoun. Bayesian Markov chain Monte Carlo model for determining optimum tender price in multifamily housing projects. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 2013, vol. 28, no 3.

KONCHAR, Mark; SANVIDO, Victor. Comparison of US project delivery systems. *Journal of construction engineering and management*, 1998, vol. 124, no 6, p. 435-444.

KOSKELA, Lauri. *Application of the new production philosophy to construction*. (Technical Report No. 72, Center for Integrated Facility Engineering, Department of Civil Engineering). Stanford, CA: Stanford University, 1992.

KOSKELA, Lauri. *An exploration towards a production theory and its application to construction*. VTT Technical Research Centre of Finland, 2000.

KOSKELA, Lauri; VRIJHOEF, Ruben. Is the current theory of construction a hindrance to innovation? *Building Research & Information*, 2001, vol. 29, no 3, p. 197-207.

KOSKELA, L. J.; STRATTON, Roy; KOSKENVESA, Anssi. Last planner and critical chain in construction management: comparative analysis. En *Proceedings of the 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. National Building Research Institute, Technion-Israel Institute of Technology, 2010. p. 538-547.

KPMG. *Expectations of risk management outpacing capabilities - it's time for action*. KPMG International, 2013.

KUPRENAS, John A. Influence of quality on construction cost. AACE International Transactions; 2008; ABI/INFORM Complete pg. CS51.

KUTSCH, Elmar; HALL, Mark. Deliberate ignorance in project risk management. International journal of project management, 2010, vol. 28, no 3, p. 245-255.

LANGFORD, D. A.; KENNEDY, P.; CONLIN, J.; McKENZIE, N. et al. Comparison of construction costs on motorway projects using measure and value and alternative tendering initiative contractual arrangements. Construction Management and Economics, 2003, vol. 21, no 8, p. 831-840.

LARYEA, Samuel; HUGHES, Will. Risk and price in the bidding process of contractors. Journal of Construction Engineering and Management, 2010, vol. 137, no 4, p. 248-258.

LARYEA, Samuel; LUBBOCK, Alex. Tender Pricing Environment of Subcontractors in the United Kingdom. Journal of Construction Engineering and Management Jan 2014, Vol. 140, No. 1.

LATHAM, Sir Michael. Constructing the team. HM Stationery Office, 1994.

LEACH, Larry. Schedule and cost buffer sizing: How to account for the bias between project performance and your model. Project management journal, 2003, vol. 34, no 2, p. 34-47.

LEACH, Lawrence P. Lean Project Management: Eight Principles for Success. Advanced Projects, Inc., 2005.

LECHLER, Thomas G.; EDINGTON, Barbara H.; GAO, Ting. Challenging classic project management: Turning project uncertainties into business opportunities. Project Management Journal, 2012, vol. 43, no 6, p. 59-69.

LEE, SangHyun; PEÑA-MORA, Feniosky; PARK, Moonseo. Reliability and stability buffering approach: Focusing on the issues of errors and changes in concurrent design and construction projects. Journal of construction engineering and management, 2006, vol. 132, no 5, p. 452-464.

LHEE, Sang C.; FLOOD, I.; ISSA, R. R. A. Development of a two-step neural network-based model to predict construction cost contingency. Journal of Information Technology in Construction, 2014, vol. 19, p. 399-411.

LHEE, Sang C.; ISSA, Raja RA; FLOOD, Ian. Prediction of Financial Contingency for Asphalt Resurfacing Projects using Artificial Neural Networks. Journal of Construction Engineering and Management, 2011, vol. 138, no 1, p. 22-30.

LICHTIG, William A. Sutter health: Developing a contracting model to support lean project delivery. Lean Construction Journal, 2005, vol. 2, no 1, p. 105-112.

LIPSEY, Richard G.; CRYSTAL, K. Alec. Introducción a la economía positiva. Vicens-Vives, 1974.

LOCHER, Drew. Lean Office and Service Simplified: The definitive how-to guide. Taylor & Francis Group, 2011.

LOFTON, Weymon D.; MONTEITH, Michael Douglas. Collaborative estimating. AACE International Transactions; 2004; ABI/INFORM Complete pg. ES11.

- LOVE, Peter ED.; WANG, Xiangyu; SING, Chun-Pong; TIONG, Robert L.K. Determining the probability of project cost overruns. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2012, vol. 139, no 3, p. 321-330.
- LOVE, Peter ED; SING, Chun-Pong; CAREY, Brad; KIM, Jeong Tai. Estimating Construction Contingency: Accommodating the Potential for Cost Overruns in Road Construction Projects. *Journal of Infrastructure Systems*, 2014.
- MA, Guofeng; WANG, Aimin; LI, Nan; GU, Lingyun; AI, Qi. Improved Critical Chain Project Management Framework for Scheduling Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2014.
- MACOMBER, Hal; HOWELL, Gregory. Linguistic Action: Contributing to the theory of lean construction. En *Proceedings of the 11th Annual Meeting of the International Group for Lean Construction*. 2003. p. 1-10.
- MACOMBER, Hal; HOWELL, Gregory; BARBERIO, John. Target-Value Design: Nine Foundational Practices for Delivering Surprising Client Value. *AIA Practice Management Digest*, 2007.
- MAK, Stephen; PICKEN, David. Using risk analysis to determine construction project contingencies. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2000, vol. 126, no 2, p. 130-136.
- MILBERG, Colin; TOMMELEIN, I. D. Role of tolerances and process capability data in product and process design integration. En *Proc., Construction Research Congress*. Honolulu, Hawaii: ASCE, 2003.
- MILES, Matthew B.; HUBERMAN, A. Michael; SALDAÑA, Johnny. *Qualitative data analysis: A methods sourcebook*. SAGE Publications, Incorporated, 2013.
- MOLENAAR, Keith Robert; ANDERSON, Stuart D.; SCHEXNAYDER, Cliff J. *Guidebook on risk analysis tools and management practices to control transportation project costs*. Transportation Research Board, 2010.
- MOSELHI, Osama. Risk assessment and contingency estimating. *AACE Transactions*, 1997, p. 06.1-6.
- MOSSMAN, Alan. Creating value: a sufficient way to eliminate waste in lean design and lean production. *Lean Construction Journal*, 2009, p. 13-23.
- MOSSMAN, Alan; BALLARD, Glenn; PASQUIRE, Christine. *Lean Project Delivery-Innovation in integrated design and delivery*. Draft. 2010.
- MURRAY, J. W., and RAMSAUR, W. F. "Project reserves: A key to managing cost risks." *Project Management Quarterly*, 14(3), 15-25. 1983.
- NASFA; COAA, APPA; AGC; AIA. *Integrated Project Delivery for public and private owners*, 2010.
- NG, S. Thomas; SMITH, Nigel J.; SKITMORE, Martin. A case based reasoning model for contractor prequalification. *International Journal of Construction Information Technology*, 1998, vol. 6, no 1, p. 47-61.
- NOHRIA, Nitin; STEWART, Thomas A. Risk, uncertainty, and doubt. *Harvard Business Review*, 2006, vol. 84, no 2, p. 39-40.

NOOR, Iqbal; TICHACEK, Robert L. Contingency misuse and other risk management pitfalls. *Cost engineering*, 2009, vol. 51, no 5, p. 28-33.

OBERLENDER, Garold D. *Project management for engineering and construction*. New York: McGraw-Hill, 1993.

OHNO, Taiichi. *El sistema de producción Toyota: más allá de la producción a gran escala*. Gestión 2000, 1991.

OLUMIDE, Adeniyi O. *Sliding Scale Contingencies for the Highway Construction Project Development Process*. 2013. Tesis Doctoral.

OSTERWALDER, Alexander; PIGNEUR, Yves. *Business Model Generation: A Handbook For Visionaries, Game Changers, And Challengers* Author: Alexander Osterwalder, Yves. 2010.

OVIDO-HAITO, Ricardo J.; JIMÉNEZ, Jaime; CARDOSO, Francisco F.; PELLICER, Eugenio. *Survival Factors for Subcontractors in Economic Downturns*. *Journal of Construction Engineering and Management*, published online on December 3, 2013.

PAKKALA, Pekka. *Innovative project delivery methods for infrastructure*. *Finish Road Enterprise*, 2002.

PATRASCU, Anghel. *Construction cost engineering handbook*. CRC Press, 1988.

PELLICER, E., CORREA, C. L., YEPES, V., & ALARCÓN, L. F. (2012). *Organizational Improvement Through Standardization of the Innovation Process in Construction Firms*. *Engineering Management Journal*, 24(2).

PEÑA, Daniel. *Estadística, modelos y métodos*. Alianza Editorial, 1986.

PMI. *A guide to the project management body of knowledge: PMBOK® Guide*. Project Management Institute, Newton Square, Pennsylvania, 2013.

POLAT, Gul; BINGOL, Befrin Neval. *A comparison of fuzzy logic and multiple regression analysis models in determining contingency in international construction projects*. *Construction Innovation*, 2013, vol. 13, no4, p. 445-462.

POPESCU, Anamaria I.; JERZ, John. *Total float management: renovating a dismissed and abused approach*. *AACE International Transactions*; 2008; ABI/INFORM Complete pg. CS31.

PORTER, Michael E. *The five competitive forces that shape strategy*. *Harvard Business Review*, 2008, vol. 86, no 1, p. 78.

POSHDAR, M.; GONZÁLEZ, V.A.; RAFTERY, G.M.; OROZCO, F. *Characterization of Process Variability in Construction*. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2014.

PRASAD, Ms. Rashmi. *Cost contingency – Analysis and evaluation*. *AACE International Transactions*; 2008; ABI/INFORM Complete pg. ESS21.

QUERNS, W. R. *What is Contingency Anyway*. *Association for the Advancement of Cost Engineering (AACE) Transactions*, 1989.

REGINATO, Justin; ALVES, Thais da C.L. *Management of preconstruction using Lean: an exploratory study of the bidding process*. *Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 20)*, 2012, San Diego, USA.

- 
- RIPLEY, Peter W. Contingency! Who owns and manage it? AACE International Transactions; 2004; ABI/INFORM Complete pg.CS81.
- RISNER, Ron. Auditing construction contingency. Association of Healthcare Internal Auditors. 2010. p. 37-38.
- ROOKE, John; SEYMOUR, David; FELLOWS, Richard. Planning for claims: an ethnography of industry culture. Construction Management and Economics, 2004, 22(6), 655-662.
- ROTHER, Mike. Toyota Kata: managing people for improvement, adaptiveness, and superior results. New York: McGraw Hill, 2010.
- ROWE, John F. A construction cost contingency tracking system (CTS). Cost engineering, 2006, vol. 48, no 2, p. 31-37.
- RUSKIN, A. M. "Monitoring and contingency allowances: Complimentary aspects of project control." Project Management Quarterly, 12(4), 49-50. 1981.
- RUSSELL, Marion M.; HSIANG, Simon M.; LIU, Min; WAMBEKE, Brad. Causes of time buffer in construction project task durations. Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 20), 2012, San Diego, USA.
- RUTGERS, John A.; HALEY, H. Dean. Project risks and risk allocation. Cost Engineering, 1996, vol. 38, no 9, p. 27-30
- SALAPATAS, J. N.; SWALE, W. S. Measuring success or utility projects past, present and future. En Measuring Success, Proceeding of the 18th Annual Seminar/Symposium of the Project Management Institute, Montreal, Canada. 1986. p. 67-76.
- SALEM, O.; GENAIDY, A.; LUEGRING, M.; PAEZ, O.; SOLOMON, J. The path from Lean Manufacturing to Lean Construction: implementation and evaluation of Lean Assembly. En Proceedings of the 12th Annual Meeting of the International Group for Lean Construction. 2004. Vol. 12.
- SENIOR, Bolivar A. An analysis of the decision-making theories applied to Lean Construction. Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 20), 2012, San Diego, US.
- SERPELL, A.F.; FERRADA, X.; HOWARD, R.; RUBIO, L. Risk Management in Construction Projects: A Knowledge-based Approach. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2014, vol. 119, p. 653-662.
- SEUNG, Heon; HYUNG, Keun. Categorical Relationship Approach as an Alternative Risk Analysis for Predicting Cost Contingency. KSCE Journal of Civil Engineering. Vol. 8, nº 2, March 2004. pp 173-180.
- SHENG, Chow; TUNG, Yang; KIONG, Chong. Probabilistic simulation for developing likelihood distribution of engineering project cost. Automation in Construction 18, 2009, pp. 570-577.
- SLAUSON, Nathan P. The effectiveness of the construction contract. AACE International Transactions; 2005; ABI/INFORM Complete pg. PM121.
- SMITH, Martin. Contingency: "use and misuse". The Project Control Company-CMS. White Papers Series. 2009.

SMITH, Gary R.; BOHN, Caryn M. Small to medium contractor contingency and assumption of risk. *Journal of Construction Engineering and Management*, 1999, vol. 125, no 2, p. 101-108.

SMITH, James P.; RIBKOWSKI, Zofia. Literature review on trust and current construction industry trends. *Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 20)*, 2012, San Diego, USA.

SNOWDEN, David J.; BOONE, Mary E. A leader's framework for decision-making. *Harvard Business Review*, 2007, vol. 85, no 11, p. 68.

SOLOMON, Robert C.; FLORES, Fernando. *Building trust: In business, politics, relationships, and life*. Oxford University Press, 2001.

SP AusNet. Major Project Contingency – Risk Allowance. 2007/8-2013/14 Capital Works Revised Proposal. SP AusNet. 2007.

TAH, J. H. M.; THORPE, A.; MCCAFFER, R. Contractor project risks contingency allocation using linguistic approximation. *Computing systems in engineering*, 1993, vol. 4, no 2, p. 281-293.

TANG, Pei; MUKHERJEE, Amlan; ONDER, Nilufer. Studying dynamic decision-making in construction management using adaptative interactive simulations. *Construction Research Congress* (pp. 379-38). 2010.

TAYLOR, John E.; DOSSICK, Carrie Sturts; GARVIN, Michael. Meeting the burden of proof with case-study research. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2010, vol. 137, no 4, p. 303-311.

THAL, Alfred E.; COOK, Jason J.; WHITE, Edward D. Estimation of Cost Contingency for Air Force Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 136, No. 11, November 1, 2010. pp. 1181-1188.

THOMAS, H. Randolph; RILEY, David R.; MESSNER, John I. Fundamental principles of site material management. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2005, vol. 131, no 7, p. 808-815.

THOMPSON, Peter; PERRY, John G. (ed.). *Engineering construction risks: A guide to project risk analysis and assessment implications for project clients and project managers*. Thomas Telford, 1992.

THOMSEN, C.; DARRINGTON, J.; DUNNE, D.; LICHTIG, W. *Managing integrated project delivery*. White paper of the Construction Management Association of America, 2010.

TOMMELEIN, Iris D.; LI, A. Just-in-time concrete delivery: mapping alternatives for vertical supply chain integration. *En Proceedings IGLC*. 1999. p. 97.

TOMMELEIN, Iris D.; WEISSENBERGER, Markus. More Just-In-Time: location of buffers in structural steel supply and construction processes. *Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 7)*, 1999, Berkeley, USA.

TOMMELEIN, Iris D.; RILEY, David R.; HOWELL, Greg A. Parade game: Impact of work flow variability on trade performance. *Journal of Construction Engineering and Management*, 1999, vol. 125, no 5, p. 304-310.

TROCHIM, William MK. Outcome pattern matching and program theory. *Evaluation and program planning*, 1989, vol. 12, no 4, p. 355-366.

- TSAO, Cynthia CY, et al. Work structuring to achieve integrated product-process design. *Journal of construction engineering and management*, 2004, vol. 130, no 6, p. 780-789.
- VAN DONK, Dirk P.; MOLLOY, Eamonn. From organising as projects to projects as organizations. *International Journal of Project Management*, 26(2), 2008, 129-137.
- VAN NIEKERK, Mariëtte. Developing a tool for project contingency estimation in Eskom Distribution Western Cape Operating Unit. Tesis MSc. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Stellenbosch (República Surafricana). 2012.
- VIEIRA, A.; CACHADINHA, N. "Lean Construction – How reducing waste can contribute to sustainability". *World in Progress Ed.2*. Soares da Costa. Sep. 2011.
- WAMBEKE, Brad W.; HSIANG, Simon, M.; LIU, Min. Causes of Variation in Construction Project Task Starting Times and Duration. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2011, vol. 137, no 9, p. 663-677.
- WANG, Ming-Teh; CHOU, Hui-Yu. Risk allocation and risk handling of highway projects in Taiwan. *Journal of Management in Engineering*, 2003, vol. 19, no 2, p. 60-68.
- WARD, Stephen; CHAPMAN, Chris. Transforming project risk management into project uncertainty management. *International Journal of Project Management*, 2003, vol. 21, no 2, p. 97-105.
- WEN, Y; KANG, Y. Minimun building lyfe-cycle cost design criteria. I: Methodology. *Journal of Structural Engineering*. 127(3), 2001, p. 330-337.
- WINTER, Ron; CALVEY, Timothy T. Who should own the float? *AACE International Transactions*; 2008; ABI/INFORM Complete pg. PS31.
- WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. *La máquina que cambió el mundo*. McGraw-Hill, 1992.
- WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. *Lean Thinking: Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa*. Gestión 2000, 2004.
- WOODSIDE, Arch G. *Case study research: Theory, methods, practice*. Emerald Group Publishing, 2010.
- XIE, Hua; ABOURIZK, Simaan; ZOU, Junhao. Quantitative Method for Updating Cost Contingency throughout Project Execution. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2011, vol. 138, no 6, p. 759-766.
- YEO, K. T. Risks, classification of estimates, and contingency management. *Journal of Management in Engineering*, 1990, vol. 6, no 4, p. 458-470.
- YIN, Robert K. *Case study research: Design and methods*. Sage, 2009.
- YONG-WOO, Kim; BALLARD, Glenn. Is the earned-value method an enemy of work flow? *En Proceedings Eighth Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC*. 2000.
- YOUNG, Trevor. *The Handbook of Project Management: A Practical Guide to Effective Policies and Procead*. London, Kogan Page, 2007.
- ZAGHLOUL, Ramy; HARTMAN, Francis. Construction contracts: the cost of mistrust. *International Journal of Project Management*, 2003, vol. 21, no 6, p. 419-424.



ZHAO, J. Significance of WBS in Contingency Modelling. Association for the Advancement of Cost Engineering International Transactions (AACE 2006), Morgantown, USA, 2006.

ZIKA-VIKTORSSON, Annika; HOVMARK, Svante; NORDQVIST, Stefan. Psychosocial aspects of project work: a comparison between product development and construction projects. International Journal of Project Management, 2003, vol. 21, no 8, p. 563-569.



## ÍNDICE DETALLADO

*RESUMEN EJECUTIVO*

*EXECUTIVE SUMMARY*

### PARTE I. INTRODUCCIÓN.

#### 1.- INTRODUCCIÓN.

1.1.- ANTECEDENTES.

1.2.- ENUNCIADO DEL PROBLEMA: JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

1.3.- PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.

1.3.1.- Objeto.

1.3.2.- Objetivos.

1.3.3.- Preguntas de la investigación.

1.3.4.- Alcance.

1.4.- ESQUEMA DE LA TESIS.

1.5.- MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

1.6.- DELIMITACIÓN DEL ALCANCE Y ASUNCIONES CLAVE.

1.7.- FUENTES BIBLIOGRÁFICAS.

### PARTE II: MARCO TEÓRICO.

#### 2.- CONCEPTOS BÁSICOS.

2.1.- ¿QUÉ ES LA CONSTRUCCIÓN?

2.2.- EL PRODUCTO DE LA CONSTRUCCIÓN.

2.3.- EL PROCESO CONSTRUCTIVO.

2.4.- LA OBRA COMO UN TIPO DE ORGANIZACIÓN PRODUCTIVA.

2.4.1.- La estructura organizativa de la obra.

2.4.2.- El aspecto socio-político de la obra.

2.5.- LA TOMA DE DECISIONES EN LA OBRA.

2.5.1.- Importancia de los procesos de toma de decisiones en la gestión de la obra.

2.5.2.- Contextualización de la toma de decisiones.

2.5.3.- Paradigmas y modelos sobre toma de decisiones.

2.6.- RIESGO E INCERTIDUMBRE.

2.6.1.- El concepto de riesgo.

2.6.2.- Incertidumbre. Relación entre riesgo e incertidumbre.

2.6.3.- Variabilidad, variación y dependencia.

2.6.4.- Introducción al concepto de reserva para contingencias.

2.6.5.- Categorías de riesgo: la naturaleza del riesgo.

2.6.6.- Factores, causas y fuentes de riesgo.

2.6.7.- Aspectos económicos del riesgo.

2.6.8.- Conclusión: la gestión de riesgos.

2.7.- MODELOS DE DESARROLLO DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN. TIPOS DE CONTRATO.

2.8.- LA EMPRESA CONSTRUCTORA Y SU GESTIÓN DE LA OBRA EN UN ENTORNO TRADICIONAL.

2.8.1.- La economía de las empresas constructoras.

2.8.2.- Contratación de la obra: el proceso de licitación.

2.8.3.- Objetivos de la empresa constructora en la obra.

2.8.4.- Diseño del sistema de producción de la obra.

2.8.5.- Estructura organizativa de la obra. Sub-contratación.

2.8.6.- Gestión de las especificaciones (alcance y calidad).

2.8.7.- Planificación y control de la producción.

2.8.8.- Gestión de riesgos.

2.9.- MEJORA CONTINUA EN CONSTRUCCIÓN: CONSTRUCCIÓN "LEAN".

2.9.1.- Introducción: las carencias de los modelos tradicionales.

2.9.2.- "Lean thinking": antecedentes históricos. Origen y desarrollo.

2.9.3.- "Lean thinking": principios fundamentales y conceptos básicos.

2.9.4.- La empresa "Lean": enfoques, herramientas y metodologías.

2.9.5.- "Lean thinking" en otros sectores de actividad.

2.9.6.- Construcción "Lean".

3.- *CARACTERIZACIÓN DE LAS RESERVAS PARA CONTINGENCIAS EN LA LITERATURA.*

3.1.- INTRODUCCIÓN.

3.2.- REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE.

3.2.1.- Búsqueda y recopilación de información.

3.2.2.- Registro y almacenamiento de la información.

3.2.3.- Análisis de la documentación.

3.2.4.- Obtención, clasificación y estructuración de información relevante.

### 3.3.- RESERVAS PARA CONTINGENCIAS. NATURALEZA, ATRIBUTOS Y TERMINOLOGÍA.

3.3.1.- Definiciones y terminología.

3.3.2.- Naturaleza y atributos.

### 3.4.- CATEGORIZACIÓN DE LAS RESERVAS PARA CONTINGENCIAS.

3.4.1.- Criterio de clasificación 1: perfil del riesgo.

3.4.2.- Criterio de clasificación 2: quién soporta el riesgo.

3.4.3.- Criterio de clasificación 3: fase del proyecto.

3.4.4.- Criterio de clasificación 4: tipo de recurso base utilizado como reserva para contingencias y objetivo de la misma.

### 3.5.- DETERMINANTES INTRÍNSECOS DE LA GESTIÓN DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS.

3.5.1.- Factores o fuentes de riesgo e incertidumbre. Causas de variación. Causas de desviación.

3.5.2.- Los objetivos de la obra como restricciones en la toma de decisiones.

3.5.3.- Carácter dinámico de la gestión de reservas para contingencias.

3.5.4.- Utilización consistente de las reservas para contingencias.

3.5.5.- El coste de las reservas para contingencias.

### 3.6.- MODELOS DE GESTIÓN DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS.

3.6.1.- Aspectos generales.

3.6.2.- Modelos de gestión de reservas para contingencias de tiempo y coste.

3.6.3.- Modelos de gestión de colchones de inventarios (materias primas).

3.6.4.- Modelos de gestión de colchones de inventarios (WIP).

3.6.5.- Modelos de gestión de colchones de capacidad.

### 3.7.- CARENCIAS DETECTADAS EN EL ESTADO DEL CONOCIMIENTO.

## 4.- IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES DE GESTIÓN DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS.

### 4.1.- DECISORES ACERCA DE LAS RESERVAS.

4.2.- TIPOS DE RESERVAS A DEFINIR.

4.3.- FORMATO DE LAS RESERVAS (OCULTO O EXPLÍCITO, GLOBAL O DETALLADO).

4.4.- TAMAÑO INICIAL DE LAS RESERVAS. MÉTODO DE ESTIMACIÓN.

4.5.- ACTUALIZACIÓN Y APLICACIÓN DE LAS RESERVAS A LO LARGO DE LA VIDA DE LA OBRA.

### PARTE III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

#### 5.- *MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.*

5.1.- INTRODUCCIÓN. EL ESTUDIO DE CASO.

5.2.- EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN.

5.2.1.- Proceso de Investigación: FASE 1.

5.2.2.- Proceso de Investigación: FASE 2.

5.2.3.- Proceso de Investigación: FASE 3.

5.2.4.- Proceso de Investigación: FASE 4.

5.2.5.- Proceso de Investigación: FASE 5.

5.3.- CALIDAD METODOLÓGICA Y CIENTÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN.

### PARTE IV: ANÁLISIS, DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

#### 6.- *UNIDAD DE ANÁLISIS.*

6.1.- JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LAS EMPRESAS.

6.2.- LA EMPRESA "A".

6.2.1.- Historia y antecedentes.

6.2.2.- Objetivos y estrategia.

6.2.3.- Ámbito geográfico.

6.2.4.- Unidades de negocio.

6.2.5.- Estructura organizativa.

6.2.6.- Modelo de negocio.

6.2.7.- Principales magnitudes.

6.2.8.- Procedimiento operativo de planificación inicial de las obras.

6.3.- LA EMPRESA "B".

6.3.1.- Historia y antecedentes.

6.3.2.- Objetivos y estrategia.

6.3.3.- Ámbito geográfico.

6.3.4.- Unidades de negocio.

6.3.5.- Estructura organizativa.

6.3.6.- Modelo de negocio.

6.3.7.- Principales magnitudes.

6.3.8.- Procedimiento operativo de planificación inicial de las obras.

## 7.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

7.1.- FASE 1 DE LA INVESTIGACIÓN: FUENTES DE DATOS.

7.2.- FASE 2 DE LA INVESTIGACIÓN: ESTUDIO PREVIO.

7.2.1.- Entrevistas con la alta dirección.

7.2.3.- Resultados de la encuesta piloto.

7.2.4.- Encuesta.

7.3.- FASE 3 DE LA INVESTIGACIÓN: ESTUDIOS DE CASO.

7.3.1.- Preguntas a formular en las entrevistas de la FASE 3.

7.3.2.- Justificación de la elección de los entrevistados.

7.3.3.- Justificación del número de entrevistados: nivel de saturación.

7.3.4.- Análisis de datos.

7.3.5.- Revisión de los hallazgos de cada caso individual con informadores clave.

7.4.- FASE 4 DE LA INVESTIGACIÓN: ANÁLISIS COMPARADO DE CASOS.

7.5.- FASE 5 DE LA INVESTIGACIÓN: VALIDACIÓN EXTERNA DE LOS RESULTADOS.

7.5.1.- Criterios de selección de las empresas de referencia.

7.5.2.- Justificación de la selección de los entrevistados.

7.5.3.- Protocolo de las entrevistas de la FASE 5. Preguntas a formular a los entrevistados.

7.5.4.- Desarrollo y resultados de la FASE 5. Resultados finales de la investigación.

APÉNDICE 7.1. JUSTIFICACIÓN DE LAS PREGUNTAS DEL GUIÓN DE LAS ENTREVISTAS – FASE 3.

APÉNDICE 7.2. MATRICES DE DATOS CONDENSADOS.

APÉNDICE 7.3. MATRICES DE HALLAZGOS DE CASO.

APÉNDICE 7.4. MATRICES DE PROPOSICIONES GENERALES (RESULTADOS PROVISIONALES).

8.- CONCLUSIONES.

8.1.- RESULTADOS DEFINITIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

8.2.- CONTRIBUCIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

8.2.1.- Estructuración del conocimiento existente.

8.2.2.- Justificación de la utilización del método del Estudio de Caso.

8.2.3.- Modelo de gestión de reservas para contingencias.

8.3.- LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

8.4.- FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.

8.- CONCLUSIONS.

8.1.- FINAL RESULTS OF THE RESEARCH.

8.2.- CONTRIBUTIONS OF THE RESEARCH.

8.2.1.- Structuring of existing knowledge.

8.2.2.- Justification of the use of the case study method.

8.2.3.- Contingency management model.

8.3.- LIMITATIONS OF THE RESEARCH.

8.4.- FUTURE LINES OF RESEARCH.

REFERENCIAS

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1.1. Metodología de investigación – Fases.
- Tabla 2.1. Aspectos definitorios del concepto de reservas para contingencias.
- Tabla 2.2. Los siete derroches o “muda” de Ohno (Galvano 2004).
- Tabla 3.1. Referencias bibliográficas. Tipología.
- Tabla 3.2. Clasificación de artículos por revista y quinquenio.
- Tabla 3.3. Ejemplo de tabla de “Conceptos y referencias”.
- Tabla 3.4. Estructura del conocimiento existente: categorías, sub-categorías y grupos de ideas.



- Tabla 3.5. Tipos de reservas para contingencias según la fase del proyecto y el propietario del riesgo.
- Tabla 3.6. Tipos de reservas para contingencias según el recurso que las conforma y el objetivo a proteger.
- Tabla 3.7. Factores de riesgo – referencias bibliográficas consideradas.
- Tabla 3.8. Principales factores de riesgo (a partir de Chan y Au 2009).
- Tabla 3.9. Factores de colchones de tiempo (a partir de Russell et al. 2012).
- Tabla 3.10. Causas de perturbaciones (a partir de Gehbauer et al. 2007).
- Tabla 3.11. Causas de infra-estimación de coste y plazo (a partir de Leach 2003).
- Tabla 3.12. Tipos de métodos de estimación de reservas para contingencias de tiempo y coste (a partir de Hollmann 2009).
- Tabla 4.1.- Grupos de variables de gestión de reservas para contingencias.
- Tabla 5.1.- Criterios para la determinación de las preguntas de la encuesta.
- Tabla 5.2.- Criterios para la determinación de las preguntas de las entrevistas (FASE 3).
- Tabla 5.3. Modelo de registro de entrevista – Tabla de CONTROL DE ENTREVISTAS - Base de datos del estudio de casos.
- Tabla 5.4. Modelo de registro de entrevistado – Tabla de DATOS DEMOGRÁFICOS - Base de datos del estudio de casos.
- Tabla 5.5. Modelo de registro de información por OBSERVACIÓN DIRECTA – Tabla de INFO OBSERVADA - Base de datos del estudio de casos.
- Tabla 5.6. Modelo de registro de RESPUESTAS A LAS ENTREVISTAS – Tabla de CUESTIONARIO - Base de datos del estudio de casos.
- Tabla 5.7. Modelo de registro de RESPUESTAS A LAS ENTREVISTAS (preguntas multi-opción) – Tabla de RESPUESTAS A PREGUNTAS MULTI-OP - Base de datos del estudio de casos.
- Tabla 5.8. Fuentes de datos.
- Tabla 5.9. Formato MATRIZ de DATOS (#AC-2 – Gestión de riesgos).
- Tabla 5.10. Formato MATRIZ de HALLAZGOS DE CASO.
- Tabla 5.11. Formato MATRIZ de PROPOSICIONES GENERALES.
- Tabla 5.12. Acciones para garantizar la calidad metodológica y científica de la investigación.
- Tabla 6.1. Criterios de preselección de empresas.
- Tabla 6.2. Justificación de la elección de las empresas “A” y “B”.

- Tabla 6.3. Modelo de negocio - Empresa "A" (Ref. 1A, Ref. 2A, Ref. Inf-Ent-A0).
- Tabla 6.4. Principales magnitudes - Empresa "A" (Ref. 1A).
- Tabla 6.5. Modelo de negocio - Empresa "B" (Ref. 1B, Ref. 2B, Ref. Inf-Ent-B0).
- Tabla 6.6. Principales magnitudes – Área de Construcción empresa "B" (Ref. 1B, 2B, 3B, 4B).
- Tabla 7.1. Evidencias obtenidas con las entrevistas con la alta dirección (FASE 2).
- Tabla 7.2. Justificación de las preguntas formuladas en la encuesta al personal de las empresas "A" y "B".
- Tabla 7.3. Cálculo de los errores de la encuesta.
- Tabla 7.4. Encuesta: tasas de respuesta.
- Tabla 7.5. Evidencias obtenidas con la encuesta al personal de las empresas "A" y "B".
- Tabla 7.6. Características de los jefes de obra entrevistados.
- Tabla 7.7. Índice de elementos formales a considerar en la argumentación de cada resultado provisional.
- Tabla 7.8. Formato de análisis y evaluación de oportunidades de la empresa "B".
- Tabla 7.9. Justificación de las empresas de referencia (FASE 5).
- Tabla 7.10. Criterios de selección de directivos a entrevistar. Justificación. (FASE 5).
- Tabla 7.11. Justificación de las preguntas formuladas en las entrevistas de la FASE 5.
- Tabla 8.1. Resultados definitivos de la investigación.

#### LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico R.0.- Esquema del modelo de gestión de reservas para contingencias por parte de las empresas constructoras durante la ejecución de las obras.
- Gráfico 2.1. Comparación de costes de ciclo de vida (Ballard 2010).
- Gráfico 2.2. El coste del riesgo (a partir de Godfrey 2004).
- Gráfico 2.3. Procesos de gestión de riesgos en PMBoK (Van Niekerk 2012).
- Gráfico 2.4. Procesos de gestión de riesgos en ISO 31000 (2010).
- Gráfico 2.5. Procesos de gestión de riesgos en el SP125 de CIRIA (Godfrey 2004).
- Gráfico 2.6. Enfoques en la empresa "Lean". Fuente: Profesor Tomás Velasco. Organización de la Producción. MIOLog. UC3M.
- Gráfico 2.7. El ciclo del desperdicio (Mossman 2009).
- Gráfico 2.8. Planificación detallada. Last Planner (Ballard 2000).

- Gráfico 3.1. Proceso de análisis bibliográfico.
- Gráfico 3.2. Artículos por quinquenio.
- Gráfico 3.3. Artículos por revista.
- Gráfico 3.4. Ejemplo de notas (Mendeley).
- Gráfico 3.5. Ejemplo de resumen del proceso de estructuración.
- Gráfico 3.6. Reservas para contingencias negativas de coste y plazo de ejecución.
- Gráfico 3.7. Determinantes de las reservas para contingencias relacionados con variación, incertidumbre y riesgo.
- Gráfico 3.8. Restricciones de las reservas para contingencias de costes.
- Gráfico 3.9. Restricciones de las reservas para contingencias de costes (negativas).
- Gráfico 3.10. Reducción de las reservas para contingencias a lo largo de la vida del proyecto (Rowe 2005).
- Gráfico 3.11. Costes de gestión de riesgos aceptados: costes de monitorización-control y costes de reservas para contingencias (Ruskin 1981).
- Gráfico 5.1. Proceso de investigación.
- Gráfico 5.2. Esquema-resumen del marco teórico.
- Gráfico 5.3.- Coherencia preguntas de la investigación – preguntas a formular.
- Gráfico 5.4. Procedimiento de análisis de datos.
- Gráfico 5.5. Componentes del análisis de datos: modelo interactivo (basado en Miles et al. 2013).
- Gráfico 5.6. Modelo básico de “pattern-matching” (basado en Trochim 1989).
- Gráfico 6.1. Organigrama empresa “A” (Ref. 2A).
- Gráfico 6.2. Proceso de planificación inicial de las obras empresa “A” (Ref. Inf-Ent-A1).
- Gráfico 6.3. Evolución histórica empresa “B” (Ref. 1B).
- Gráfico 6.4. Organigrama del área de construcción de la empresa “B” (Ref. Inf-Ent-B0).
- Gráfico 6.5. Proceso de planificación inicial de las obras empresa “B” (Ref. Inf-Ent-B0 / Inf-Ent-B1).
- Gráfico 7.1. Proceso de investigación y fuentes de datos.
- Gráfico 7.2. Reservas para contingencias de tiempo y coste según el perfil del riesgo (negativas-oportunidades y positivas-amenazas).
- Gráfico 8.1. Modelo de gestión de reservas para contingencias por parte de las empresas constructoras durante la ejecución de las obras: gráfico general.

- Gráfico 8.1-1. Modelo de gestión de reservas para contingencias por parte de las empresas constructoras durante la ejecución de las obras: gestión de reservas para contingencias de tiempo y coste.
- Gráfico 8.1-2. Modelo de gestión de reservas para contingencias por parte de las empresas constructoras durante la ejecución de las obras: gestión de reservas para contingencias de alcance-calidad.
- Gráfico 8.1-3. Modelo de gestión de reservas para contingencias por parte de las empresas constructoras durante la ejecución de las obras: gestión de colchones de inventarios y de capacidad.

**ANEXOS**

## ANEXOS

- Anexo 1. Resumen de las fichas de registro.
- Anexo 2 (I). Herramientas de apoyo al proceso de estructuración de la información (en el apartado específico se aporta URL del enlace para poder descargar los ficheros correspondientes).
  - 2.1. Fichas de registro.
  - 2.2. Conceptos y referencias.
- Anexo 2 (II). Herramientas de apoyo al proceso de estructuración de la información:
  - 2.3. Características de las referencias bibliográficas analizadas en relación con métodos de gestión de reservas para contingencias.
  - 2.4. Factores de riesgo-referencias bibliográficas consideradas.
- Anexo 3. Resumen del proceso de estructuración.
- Anexo 4. Referencias de fuentes de información específica de las empresas investigadas.
- Anexo 5. Base de datos de la investigación (en el apartado específico se aporta URL del enlace para poder descargar los ficheros correspondientes).
  - 5.1. Informes de las entrevistas (FASES 2, 3 y 5).
  - 5.2. Registros de las entrevistas (FASE 3 y 5).
  - 5.3. Evidencias documentales (FASE 3).
  - 5.4. Tablas de control de entrevistas (FASES 2, 3 y 5).
  - 5.5. Información obtenida por observación directa (FASES 2 y 3).
  - 5.6. Respuestas a la encuesta de la Empresa "A" (FASE 2).
  - 5.7. Respuestas a la encuesta de la Empresa "B" (FASE 2).
- Anexo 6. Cuestionario de la encuesta al personal de las empresas "A" y "B".
- Anexo 7. Encuesta: tabla de frecuencias.
- Anexo 8. Protocolo del estudio de caso.
- Anexo 9. Análisis estadístico de los resultados de las entrevistas (FASE 3).
- Anexo 10. Guion de entrevistas de revisión de hallazgos con informadores clave.
- Anexo 11. Protocolo de las entrevistas de la FASE 5.
- Anexo 12. Análisis estadístico de los resultados de las entrevistas (FASE 5).

**Anexo 1. Resumen de las Fichas de Registro.**

COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
1	Simulation of Construction Operation: Search for a Practical and Effective Simulation System for Construction Practitioners.	<b>Abduh, Shanti y Pratama (2010)</b>	2010	Proceedings of the First Makassar International Conference on Civil Engineering. MICCE. 2010. p. 9-10.	NA	PDF	2	3	C
2	Risk identification and mitigation for architectural, engineering and construction firms operating in the gulf region.	<b>Abdul-Rahman, Loo y Wang (2008)</b>	2008	Canadian Journal of Civil Engineering, 2011, vol. 39, no 1, p. 55-71.	0315-1468	PDF	1	3	A
3	Mixed Method Research: Fundamental Issues of Design, Validity, and Reliability in construction research.	<b>Abowitz y Toole (2009)</b>	2009	Journal of Construction Engineering and Management, 2009, Vol. 136, No. 1, p. 108-116	0733-9364	PDF	50	3	A
4	Accuracy in Design Stage Cost Estimating through Risk-contingency Analysis: A Theoretical Exploration.	<b>Adafin et al (2014)</b>	2014	En Construction Research Congress 2014@ sConstruction in a Global Network. ASCE. p. 1478-1487.	NA	PDF	0	4	C
5	Contingency allocation: a computer-aided approach.	<b>Ahmad (1992)</b>	1992	American Association of Cost Engineers. Transactions of the American Association of Cost Engineers; 1992; 1, ABI/INFORM Complete pg. F.5.1	NA	PDF	6	3	C
6	Cost Estimating Guide.	<b>Alameda County (2011)</b>	2011	Alameda County Transportation Commission, 2011.	NA	PDF	0	3	I
7	Systematic risk management approach for construction projects.	<b>Al-Bahar y Crandall (1990)</b>	1990	Journal of Construction Engineering and Management, 1990, vol. 116, no 3, p. 533-546.	0733-9364	PDF	231	4	A
8	Risk putting it all together.	<b>Allan (2012)</b>	2012	Evolution (CIRIA) Winter 2012 p. 24-27	0140-2817	PDF	0	4	I
9	Simulation of buffering and batching practices in the interface detailing-fabrication-installation of HVAC ductwork.	<b>Alves y Tommelein (2004)</b>	2004	Proceedings of IGLC-12, August, Elsinore, Denmark, 2004.	NA	PDF	19	3	C
10	Traversing and querying constraint driven temporal networks to estimate construction contingencies.	<b>Anderson, Muhkerjee y Onder (2009)</b>	2009	Automation in Construction 18 (2009) p. 798-813	0926-5805	PDF	12	3	A

COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
11	APPROPRIATE ALLOCATION OF CONTINGENCY USING RISK ANALYSIS METHODOLOGY	Andi (2004)	2004	Civil Engineering Dimension, Vol. 6, No. 1, 40–48, March 2004	1410-9530	PDF	0	3	A
12	Accuracy in estimating project cost construction contingency - a statistical analysis.	Baccarini (2004)	2004	The Int. Construction Research Conf. of the Royal Institution of Chartered Surveyors, Leeds Metropolitan Univ, Leeds, UK. 2004.	NA	PDF	9	3	C
13	Estimating project cost contingency - Beyond the 10% syndrome.	Baccarini (2005a)	2005	Proceeding of Australian Institute of Project Management National Conference. 2005.	NA	PDF	4	3	C
14	Understanding project cost contingency: a survey.	Baccarini (2005b)	2005	Conference Proceedings of the Queensland University of Technology (QUT) Research Week International Conference. 2005. p. 4-8.	NA	PDF	10	3	C
15	The maturing concept of estimating project cost contingency - A review.	Baccarini (2006)	2006	31st Australasian University Building Educators Association Conference (AUBEA 2006): July. 2006.	NA	PDF	3	3	C
16	Statistical Characteristics of Cost Contingency in Water Infrastructure Projects.	Baccarini y Love (2013)	2013	Journal of Construction Engineering and Management, 2013, vol. 140, no 3.	0733-9364	PDF	2	3	A
17	Simulation in large-scale precast operations.	Balbontín-Bravo (1999)	1999	En IAARC/IFAC/IEEE. International symposium. 1999. p. 131-136.	NA	PDF	0	3	C
18	Work structuring.	Ballard (1999)	1999	Lean Construction Institute White Paper, 1999, vol. 5.	NA	PDF	26	3	I
19	The last planner system of production control.	Ballard (2000)	2000	Tesis Doctoral. The University of Birmingham.	NA	PDF	563	5	T
20	Construction: one type of project production system.	Ballard (2005)	2005	Proceedings of the 13th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 13), 2005, Sidney (Australia).	NA	PDF	18	5	C



COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
21	Lean Thinking and Construction Project Management.	<b>Ballard (2008)</b>	2008	Proceedings of the November 5th US Green Building Council–Northern California Chapter, Monterey Bay Branch Monthly Meeting.	NA	PDF	1	2	C
22	An update on Target Value Design.	<b>Ballard (2009)</b>	2009	Design Forum, St. Louis, MO, 2009.	NA	PDF	0	3	C
23	Target value design and Integrated Project Delivery	<b>Ballard (2010)</b>	2010	Loughborough University	NA	PDF	NA	2	C
24	Production system design: Work structuring revisited.	<b>Ballard et al. (2001)</b>	2001	Lean Construction Institute White Paper, 2001, vol. 11.	NA	PDF	24	3	I
25	Toward construction JIT	<b>Ballard y Howell (1995)</b>	1995	Lean construction, 1995, p. 291-300.	NA	PDF	80	4	I
26	Shielding production: essential step in production control.	<b>Ballard y Howell (1998)</b>	1998	Journal of Construction Engineering and management, 1998, vol. 124, no 1, p. 11-17.	0733-9364	PDF	387	4	A
27	Probabilistic Estimation and Allocation of Project Time Contingency.	<b>Barraza (2011)</b>	2011	Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 137, No. 4, April 1, 2011, p. 259-265	0733-9364	PDF	1	4	A
28	Prefabrication: a Lean strategy for value generation in construction.	<b>Bjiörfot y Sardén (2006)</b>	2006	Proceedings of the 14th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 14), 2006, Santiago de Chile (Chile).	NA	PDF	13	2	C
29	A cooperative species: human reciprocity and its evolution.	<b>Bowles y Gintis (2011)</b>	2011	Princeton University Press	978-0-691-15125-0	LIBRO IMPRESO	261	3	M
30	Estimating and tendering for construction work.	<b>Brook (2004)</b>	2004	Routledge.	750686162	NO	69	2	M
31	Efficacité et inefficacité de l'organisation du bâtiment: une interprétation en termes de trajectoire organisationnelle.	<b>Brousseau y Rallet (1995)</b>	1995	Revue d'Economie Industrielle, vol. 74, no 1, p. 9-30.	0154-3229	PDF	25	2	A

COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
32	An economic theory of planned obsolescence.	<b>Bulow (1986)</b>	1986	The Quarterly Journal of Economics (1986) 101 (4). P. 729-749.	0033-5533	PDF	323	2	A
33	Contingency, quantifying the uncertainty.	<b>Burger (2003)</b>	2003	Cost Engineering; 2003; vol. 45, nº 8; p. 12-17.	0274-9696	PDF	6	3	C
34	ASSESEMENT OF KANBAN USE ON CONSTRUCTION SITES	<b>Burgos y Costa (2012)</b>	2012	Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 20), 2012, San Diego, USA.	NA	PDF	0	2	C
35	Exploring techniques for contingency setting.	<b>Burroughs y Juntima (2004)</b>	2004	AACE International Transactions, 2004.	NA	PDF	13	3	C
36	Do we truly understand project risk?	<b>Cabano (2005)</b>	2005	Engineering Management Review, IEEE, 2005, vol. 33, no 1, p. 19-19.	2326-5876	PDF	3	3	A
37	Contracts and international project management.	<b>Carmichael (2000)</b>	2000	Taylor & Francis.	9058093247	NO	22	2	M
38	Construction Kata: Adapting Toyota Kata to a lean construction project production system.	<b>Casten et al (2013)</b>	2013	Proceedings of the 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 21), 2013, Fortaleza, Brasil.	NA	PDF	0	3	C
39	Construction Project Scheduling with Time, Cost, and Material Restrictions Using Fuzzy Mathematical Models and Critical Path Method.	<b>Castro-Lacouture et al (2009)</b>	2009	Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 135, No. 10, October 1, 2009, p. 1096-1104.	0733-9364	PDF	12	3	A
40	Organización y control de obras.	<b>Castro y Aja (2005)</b>	2005	Organización y control de obras. pp. 1-396. 01/09/2005. ISBN 84-810-2962-9.	84-810-2962-9	NO	1	4	M
41	Métodos de encuesta. Teoría y práctica, errores y mejora.	<b>Cea (2004)</b>	2004	Editorial Síntesis, Madrid.	84-9756-250-X	NO	32	2	M
42	Factors influencing building contractors pricing for time-related risk in tenders.	<b>Chan y Au (2009)</b>	2009	Journal of Construction Engineering and Management, 2009, vol. 135, no 3, p. 135-145.	0733-9364	PDF	10	4	A

COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
43	Project risk management: processes, techniques and insights.	<b>Chapman y Ward (1996)</b>	1996	John Wiley.	978-0-470-85355-9	NO	823	2	M
44	Transforming project risk management into project uncertainty management.	<b>Chapman y Ward (2003)</b>	2003	International Journal of Project Management, 2003, vol. 21, no 2, p. 97-105.	0263-7863	PDF	270	5	A
45	A neural network approach to risk assessment and contingency allocation.	<b>Chen y Hartman (2000)</b>	2000	AACE International Transactions; 2000; ABI/INFORM Complete pg. R17A	NA	PDF	11	3	C
46	Open and Sustainable Building.	<b>CIB W104 (2010)</b>	2010	16th International Conference of the CIB W104, Bilbao (Spain), 2010.	NA	PDF	0	4	C
47	Desarrollo e implementación de un modelo de gestión de la I+D+i para las empresas constructoras basado en la norma UNE 166002.	<b>Correa (2009)</b>	2009	Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.	NA	PDF	0	4	T
48	The speed of trust: the one thing that changes everything.	<b>Covey y Merrill (2006)</b>	2006	Simon and Schuster.	978-0-7432-9730-1	LIBRO IMPRESO	465	2	M
49	Risk factors leading to cost overruns in the delivery of highway construction projects.	<b>Creedy (2006)</b>	2006	Tesis doctoral. Queensland University of Technology.	NA	PDF	4	4	T
50	Introducción a la administración de empresas.	<b>Cuervo (2008)</b>	2008	Editorial Civitas, 6ª Ed.	6583256587	PDF	205	2	M
51	Construction craft workers' perceptions of the factors affecting their productivity.	<b>Dai, Goodrum y Maloney (2009)</b>	2009	Journal of Construction Engineering and Management, 2009, vol. 135, no 3, p. 217-226.	0733-9364	PDF	42	2	A
52	Myths of nature: Culture and the social construction of risk.	<b>Dake (1992)</b>	1992	Journal of Social issues, 1992, vol. 48, no 4, p. 21-37.	1540-4560	NO	392	2	A

COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
53	Integrated methodology for project risk management.	<b>Del Cano y de la Cruz (2002)</b>	2002	Journal of Construction Engineering and Management, 2002, vol. 128, no 6, p. 473-485.	0733-9364	NO	121	2	A
54	Exploring crew behaviour during uncertain jobsite conditions.	<b>Desai y Abdelhamid (2012)</b>	2012	Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 20), 2012, San Diego, USA.	NA	PDF	0	2	C
55	Transaction cost economics and beyond: Toward a new economics of the firm.	<b>Dietrich (2002)</b>	2002	Routledge.	415071569	NO	327	2	M
56	Web-Based Risk Assessment Tool Using Integrated Duration–Cost Influence Network Model.	<b>Dikmen et al. (2012)</b>	2012	Journal of Construction Engineering and Management Sep 2012, Vol. 138, No. 9, pp. 1023-1034.	0733-9364	PDF	0	4	A
57	Determination of contingency for international construction projects during bidding stage.	<b>Ergin (2005)</b>	2005	TESIS MS en Ingeniería Civil. Middle East Technical University, 2005.	NA	PDF	2	2	T
58	Relationship of time lag buffer to material stockpile buffer levels.	<b>Espino et al (2012)</b>	2012	Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 20), 2012, San Diego, USA.	NA	PDF	0	4	C
59	Generalising from qualitative research: case studies from VET in contexts.	<b>Falk y Guenther (2006)</b>	2006	En 15th NCVET conference. 2006.	NA	PDF / Word	18	2	A
60	Research methods for construction.	<b>Fellows y Liu (2008)</b>	2008	Wiley-Blackwell.	978-1-4051-7790-0	PDF / Hardcopy	657	4	M
61	Partnering construction contracts: a conflict avoidance process.	<b>Fisher (2004)</b>	2004	AACE International Transactions; 2004; ABI/INFORM Complete pg. CD171	NA	PDF	0	4	C

COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
62	Underestimating costs in public works projects: Error or lie?.	<b>Flyvbjerg, Holm y Buhl (2002)</b>	2002	Journal of the American Planning Association, 2002, vol. 68, no 3, p. 279-295.	0194-4363	PDF	672	2	A
63	My life and work.	<b>Ford (1923)</b>	1923	Cosimo, Inc., 2007.	1-59540-084-2	PDF	665	2	M
64	Achieving Multiple Project Objectives through Contingency Management.	<b>Ford (2002)</b>	2002	Journal of Construction Engineering and Management, 2002, vol. 128, no 1, p. 30-39.	0733-9364	PDF	42	4	A
65	An invitation to ethnomethodology: language, society and interaction.	<b>Francis y Hester (2004)</b>	2004	SAGE Publications	978-0-7619-6642-5	LIBRO IMPRESO	146	5	M
66	Las tres revoluciones: caza del desperdicio. Doblar la productividad con LEAN production.	<b>Galgano (2004)</b>	2004	Ediciones Díaz de santos.	84-7978-604-3	LIBRO IMPRESO	5	4	M
67	Simulation-based analysis of disturbances in construction operations.	<b>Gehbauer et al (2007)</b>	2007	Proceedings of the International Group for Lean Construction fifteenth conference (IGLC-15), Michigan, USA. 2007.	NA	PDF	7	3	C
68	Control of Risk: a guide to the systematic management of risk from construction.	<b>Godfrey (2004)</b>	2004	CIRIA (Construction Industry Research and Information Association). Special Publication SP125.	860174417	PDF	83	5	I
69	Critical Chain: A business novel.	<b>Goldratt (1997)</b>	1997	Great Barrington, MA: North River Press.	884271536	NO	1092	2	M
70	Site management of Work In Process buffers to enhance project performance using the Reliable Commitment Model: case study.	<b>González et al (2011)</b>	2011	Journal of Construction Engineering and Management, 2011, vol. 137, no 9, p. 707-715	0733-9364	PDF	3	4	A

COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
71	Multiobjective design of Work In Process buffers for scheduling repetitive building projects.	<b>González, Alarcón y Molenaar (2009)</b>	2008	Automation in Construction, 2009, vol. 18, no 2, p. 95-108.	0926-5805	PDF	31	3	A
72	Benefits of on-site design to project performance measures.	<b>Grau et al. (2012)</b>	2012	Journal of Management in Engineering, 2011, vol. 28, no 3, p. 232-242.	0742-597X	NO	4	4	A
73	How many interviews are enough? An experiment with data saturation and variability.	<b>Guest, Bunce y Johnson (2006)</b>	2006	Field methods, 2006, vol. 18, no 1, p. 59-82.	1525-822X	PDF	1794	3	A
74	Budgeting owner's construction contingency.	<b>Günhan y Arditi (2007)</b>	2007	Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 133, No. 7, July 1, 2007, p. 492-497.	0733-9364	PDF	13	4	A
75	Understanding the relationship between productivity and buffers in construction: a simulation-based case.	<b>Gupta, González y Miller (2012)</b>	2012	Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 20), 2012, San Diego, USA.	NA	PDF	0	3	C
76	Schedule contingency analysis for transit projects using a simulation approach.	<b>Gurgun, Zhang y Touran (2013)</b>	2013	Journal of civil engineering and management, 2013, vol. 9, no 4.	1392-3730	PDF	0	2	A
77	Applied contingency analysis.	<b>Hackney (1985)</b>	1985	Transactions, AACE 9th Annual Meeting, 1985, Denver, Colorado (USA).	NA	TEXTO.	13	4	C
78	Six sigma-based approach to improve performance in construction operations.	<b>Han et al. (2008)</b>	2008	Journal of Management in Engineering, 2008, vol. 24, no 1, p. 21-31.	0742-597X	PDF	21	3	A
79	Risk-integrated cash flow forecasting for overseas construction projects.	<b>Han et al. (2014)</b>	2014	KSCE Journal of Civil Engineering, 2014, vol. 18, no 4, p. 875-886.	1226-7988	PDF	0	2	A
80	Competitive bidding for highway construction projects.	<b>Harbuck (2004)</b>	2004	AACE International Transactions; 2004; ABI/INFORM Complete pg. ES91.	NA	PDF	0	5	C

COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
81	Synthesis of Performance Measures for Highway Cost Estimating.	Harper et al (2014)	2014	Journal of Management in Engineering, 2013, vol. 30, no 3.	0742-597X	PDF	0	3	A
82	Managing the contingency allowance.	Hart AIA (2007)	2007	AIA Best Practice. 2007.	NA	PDF	3	3	I
83	Aligning building information model tools and construction management methods.	Hartmann et al (2012)	2012	Automation in Construction, 2012, vol. 22, p. 605–613.	0926-5805	PDF	21	2	A
84	The modern construction firm.	Hillebrandt y Cannon (1990)	1990	Macmillan.	333467256	NO	121	2	M
85	Extending the risk process to manage opportunities.	Hillson (2002)	2002	International Journal of Project Management, 2002, vol. 20, no 3, p. 235-240.	0263-7863	PDF	211	4	A
86	Recommended Practices for Risk Analysis and Cost Contingency Estimating.	Hollmann (2009)	2009	Association for the Advancement of Cost Engineering (AACE), Working Manual, 2009.	NA	PDF	2	5	C
87	Alternate methods for integrated cost & schedule contingency estimating.	Hollmann (2011)	2011	Cost Engineering-Morgantown, 2011, vol. 53, no 11, p. 23.	0274-9696	PDF	1	3	C
88	Factors influencing UK construction clients' choice of contractor.	Holt, Olomolaiye y Harris (1994)	1994	Building and Environment, 1994, vol. 29, no 2, p. 241-248.	0360-1323	NO	114	2	A
89	Factory physics.	Hopp y Spearman (2011)	2011	Waveland Press, 2011.	1577667395	PDF	2774	2	M
90	Process dynamics: identifying a strategy for the deployment of buffers in building projects.	Horman y Kenley (1998)	1998	International Journal of Logistics Research and Applications, 1998, vol. 1, no 3, p. 221-237.	1367-5567	PDF	18	5	A
91	Role of inventory buffers in construction labor performance.	Horman y Thomas (2005)	2005	Journal of construction engineering and management, 2005, vol. 131, no 7, p. 834-843.	0733-9364	PDF	46	4	A

COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
92	Who owns float?	<b>Householder y Rutland (1990)</b>	1990	Journal of Construction Engineering and Management, 1990, vol. 116, no 1, p. 130-133.	0733-9364	PDF	30	4	A
93	What is Lean Construction - 1999.	<b>Howell (1999)</b>	1999	Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 7), 1999, Berkeley, USA.	NA	PDF	307	4	C
94	Uncertainty and contingency: implications for managing projects.	<b>Howell (2012)</b>	2012	Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 20), 2012, San Diego, USA.	NA	PDF	1	5	C
95	Uncertainty, organizational structure and collaboration: questions for research.	<b>Howell (2013)</b>	2013	Proceedings of the 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 21), 2013, Fortaleza, Brasil.	NA	PDF	0	3	C
96	Managing uncertainty in the piping process.	<b>Howell y Ballard (1996)</b>	1996	RR47-13. Construction Industry Institute, Austin, Texas (publication pending), 1996.	NA	PDF	23	4	I
97	The OOPS Game: How much planning is enough?	<b>Howell y Liu (2012)</b>	2012	Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 20), 2012, San Diego, USA.	NA	PDF	0	4	C
98	Interaction between subcycles - one key to improve methods.	<b>Howell, Laufer y Ballard (1993a)</b>	1993	Journal of construction engineering and management, 1993, vol. 119, no 4, p. 714-728.	0733-9364	PDF	105	4	A
99	Uncertainty and project objectives.	<b>Howell, Laufer y Ballard (1993b)</b>	1993	Project Appraisal, 1993, vol. 8, no 1, p. 37-43.	0268-8867	PDF	42	4	A
100	Fundamentos de dirección de empresas. Conceptos y habilidades directivas.	<b>Iborra et al (2007)</b>	2007	Editorial Thomson	8497323718	PDF	27	3	M



COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
101	Development of project cost contingency estimation model using risk analysis and fuzzy expert system.	<b>Idrus, Fadhil y Rohman (2010)</b>	2010	Expert Systems with Applications 38 (2011). P. 1501–1508	0957-4174	PDF	13	4	A
102	UNE-ISO 31000-Gestión del riesgo. Principios y directrices.	<b>ISO 31000 (2010)</b>	2010	AENOR.	M34496-2010	PDF	NA	4	I
103	Surviving failures: lessons from field study.	<b>Jaafari y Schub (1990)</b>	1990	Journal of construction engineering and management, 1990, vol. 116, no 1, p. 68-86.	0733-9364	NO	14	2	A
104	The why and how of contingency management.	<b>Jackson et al. (1985)</b>	1985	Transactions, AACE 9th Annual Meeting, 1985, Denver, Colorado (USA).	NA	TEXTO.	0	4	C
105	Lost in transition: the transfer of lean manufacturing to construction.	<b>Jorgensen y Hemmitt (2008)</b>	2008	Engineering, Construction and Architectural Management, 2008, vol. 15, no 4, p. 383-398.	0969-9988	PDF	40	3	A
106	Integrated Project Delivery for public and private owners.	<b>NASFA et al. (2010)</b>	2010	NASFA, COAA, APPA, AGC y AIA, 2010.	NA	PDF	0	3	I
107	Uncertainty in Task Duration and Cost Estimates: Fusion of Probabilistic Forecasts and Deterministic Scheduling.	<b>Khamooshi y Cioffi (2012)</b>	2012	Journal of Construction Engineering and Management, 2012, vol. 139, no 5, p. 488-497.	0733-9364	PDF	1	3	A
108	Bayesian markov chain monte carlo model for determining optimum tender price in multifamily housing projects.	<b>Kim, Kim y Lee (2013)</b>	2013	Journal of Computing in Civil Engineering, 2013, vol. 28, no 3.	0887-3801	PDF	1	3	A
109	Comparison of US project delivery systems.	<b>Konchar y Sanvido (1998)</b>	1998	Journal of Construction Engineering and Management, 1998, vol. 124, no 6, p. 435-444.	0733-9364	NO	271	2	A
110	Application of the new production philosophy to construction.	<b>Koskela (1992)</b>	1992	(Technical Report No. 72, Center for Integrated Facility Engineering, Department of Civil Engineering). Stanford, CA: Stanford university, 1992.	NA	PDF	876	5	I

COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
111	An exploration towards a production theory and its application to construction.	<b>Koskela (2000)</b>	2000	VTT Technical Research Centre of Finland.	951-38-5565-1	PDF	659	5	A
112	Is the current theory of construction a hindrance to innovation?	<b>Koskela y Vrijhoef (2000)</b>	2000	Building Research & Information, 2001, vol. 29, no 3, p. 197-207.	0961-3218	PDF	125	4	A
113	Last planner and critical chain in construction management: comparative analysis.	<b>Koskela, Stratton y Koskenvesa (2010)</b>	2010	Proceedings of the 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. National Building Research Institute, Technion-Israel Institute of Technology, 2010. p. 538-547.	NA	PDF	7	3	C
114	Expectations of risk management outpacing capabilities - it's time for action.	<b>KPMG (2013)</b>	2013	KPMG International.	NA	PDF	0	2	I
115	Influence of quality on construction cost	<b>Kuprenas (2008)</b>	2008	AACE International Transactions; 2008; ABI/INFORM Complete pg. CS51	NA	PDF	0	2	C
116	Deliberate ignorance in project risk management.	<b>Kutsch y Hall (2010)</b>	2010	International journal of project management, 2010, vol. 28, no 3, p. 245-255.	0263-7863	PDF	55	2	A
117	Comparison of construction costs on motorway projects using measure and value and alternative tendering initiative contractual arrangements.	<b>Langford et al. (2003)</b>	2003	Construction Management and Economics, 2003, vol. 21, no 8, p. 831-840.	0144-6193	NO	3	2	A
118	Risk and price in the bidding process of contractors.	<b>Laryea y Hughes (2011)</b>	2011	Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 137, No. 4, April 1, 2011. P. 248-258.	0733-9364	PDF	16	5	A
119	Tender Pricing Environment of Subcontractors in the United Kingdom.	<b>Laryea y Lubbock (2014)</b>	2014	Journal of Construction Engineering and Management Jan 2014, Vol. 140, No. 1.	0733-9364	PDF	0	4	A

COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
120	Constructing the team.	Latham (1994)	1994	HM Stationery Office.	NA	NO	1446	2	M
121	Schedule and cost buffer sizing: how to account for the bias between project performance and your model.	Leach (2003)	2003	The Project Management Journal, Volume 34, Number 2, June 2003. P. 34-47.	8756-9728	PDF	44	5	A
122	Lean Project Management: Eight Principles for Success.	Leach (2005)	2005	Advanced Projects Incorporated.	978-1-41964-406-1	LIBRO IMPRESO	23	2	M
123	Challenging classic project management: Turning project uncertainties into business opportunities.	Lechler, Edington y Gao (2012)	2012	Project Management Journal, 2012, vol. 43, no 6, p. 59-69.	8756-9728	PDF	4	4	A
124	Reliability and Stability Buffering Approach: Focusing on the Issues of Errors and Changes in Concurrent Design and Construction Projects	Lee, Peña-Mora y Park (2006)	2006	Journal of Construction Engineering and Management, 2006, vol. 132, no 5, p. 452-464.	0733-9364	PDF	18	3	A
125	Development of a two-step neural network-based model to predict construction cost contingency.	Lhee, Flood e Issa (2014)	2014	Journal of Information Technology in Construction, 2014, vol. 19, p. 399-411.	1874-4753	PDF	0	2	A
126	Prediction of Financial Contingency for Asphalt Resurfacing Projects using Artificial Neural Networks.	Lhee, Issa y Flood (2012)	2012	Journal of Construction Engineering and Management, 2011, vol. 138, no 1, p. 22-30.	0733-9364	PDF	2	4	A
127	Developing a contracting model to support lean project delivery.	Lichtig (2005)	2005	Lean Construction Journal, 2005, vol. 2, no 1, p. 105-112.	1555-1369	PDF	36	3	A
128	Introducción a la economía positiva.	Lipsey et al. (1974)	1974	Vicens-Vives.	8431611006	PDF	142	2	M
129	Lean Office and Service Simplified: The definitive how to guide.	Locher (2011)	2011	Taylor & Francis Group.	978-1-4398-2031-5	LIBRO IMPRESO	5	2	M
130	Collaborative estimating.	Lofton y Monteith (2004)	2004	AACE International Transactions; 2004; ABI/INFORM Complete pg. ES11	NA	PDF	0	2	C

COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
131	Determining the probability of project cost overruns.	Love et al (2012)	2012	Journal of Construction Engineering and Management, 2012, vol. 139, no 3, p. 321-330.	0733-9364	PDF	9	3	A
132	Estimating Construction Contingency: Accommodating the Potential for Cost Overruns in Road Construction Projects.	Love et al (2014)	2014	Journal of Infrastructure Systems, 2014.	1076-0342	PDF	0	3	A
133	Improved Critical Chain Project Management Framework for Scheduling Construction Projects.	Ma et al (2014)	2014	Journal of Construction Engineering and Management, 2014.	0733-9364	PDF	0	4	A
134	Linguistic Action: Contributing to the theory of lean construction.	Macomber y Howell (2003)	2003	Proceedings of the 11th Annual Meeting of the International Group for Lean Construction. 2003. p. 1-10.	NA	PDF	53	4	C
135	Target-Value Design: Nine Foundational Practices for Delivering Surprising Client Value.	Macomber, Howell y Barberio (2009)	2007	AIA Practice Management Digest.	NA	PDF	10	3	C
136	Using Risk Analysis to determine construction project contingencies.	Mak y Picken (2000)	2000	Journal of Construction Engineering and Management, 2000, vol. 126, no 2, p. 130-136.	0733-9364	PDF	77	5	A
137	Role of tolerances and process capability data in product and process design integration.	Milberg y Tommelein (2003)	2003	En Proc., Construction Research Congress. Honolulu, Hawaii: ASCE, 2003.	978-0-7844-0671-7	PDF	19	4	C
138	Qualitative data analysis: A methods sourcebook.	Miles, Huberman y Saldaña (2013)	2013	SAGE Publications, Incorporated, 2013.	9781452257877	LIBRO IMPRESO	45332	4	M
139	Guidebook on risk analysis tools and management practices to control transportation project costs.	Molenaar, Anderson y Schexnayder (2010)	2010	Transportation Research Board, 2010.	0077-5614	PDF	4	4	I
140	Risk assessment and contingency estimating.	Moselhi (1997)	1997	AACE Transactions, 1997, p. 06.1-6.	NA	PDF	22	4	C

COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
141	Creating value: a sufficient way to eliminate waste in lean design and lean production.	<b>Mossman (2009)</b>	2009	Lean Construction Journal, 2009, p. 13-23.	1555-1369	PDF	21	3	A
142	Lean Project Delivery-Innovation in integrated design and delivery.	<b>Mossman, Ballard y Pasquire (2010)</b>	2010	Draft.	NA	PDF	0	3	I
143	Project reserves: A key to managing cost risks.	<b>Murray y Ramsaur (1983)</b>	1983	Project Management Quarterly, 14(3), 15-25. 1983.	0147-5363	PDF	4	4	A
144	A case based reasoning model for contractor prequalification.	<b>Ng, Smith y Skitmore (1998)</b>	1998	International Journal of Construction Information Technology, 1998, vol. 6, no 1, p. 47-61.	NA	PDF	18	2	A
145	Risk, uncertainty, and doubt.	<b>Nohria y Stewart (2006)</b>	2006	Harvard Business Review, 2006, vol. 84, no 2, p. 39-40.	0017-8012	NO	17	2	A
146	Contingency Misuse and other Risk Management Pitfalls.	<b>Noor y Tichacek (2009)</b>	2009	Cost Engineering; 2009, vol. 51, nº5, pp. 28-33.	0274-9696	PDF	10	3	A
147	Project management for engineering and construction.	<b>Oberlender (2000)</b>	2000	McGraw-Hill	0-07-039360-5	PDF	188	4	M
148	El sistema de producción Toyota: más allá de la producción a gran escala.	<b>Ohno (1991)</b>	1991	Gestión 2000.	84-86703-52-2	NO	71	5	M
149	Sliding scale contingencies for the highway construction project development process.	<b>Olumide (2009)</b>	2009	Tesis Doctoral.	NA	PDF	1	3	T
150	Business Model Generation: A Handbook For Visionaries.	<b>Osterwalder y Pigneur (2010)</b>	2010	Game Changers, And Challengers Author: Alexander Osterwalder, Yves. 2010.	470876417	PDF	208	3	M
151	Survival Factors for Subcontractors in Economic Downturns.	<b>Oviedo-Haito et al (2013)</b>	2013	Journal of Construction Engineering and Management, published online on December 3, 2013.	0733-9364	PDF	0	3	A

COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
152	Innovative project delivery methods for infrastructure.	<b>Pakkala (2002)</b>	2002	Finish Road Enterprise.	952-5408-05-1	PDF	51	4	I
153	Construction cost engineering handbook.	<b>Patrascu (1988)</b>	1988	CRC Press	824778278	NO	27	3	M
154	Organizational Improvement Through Standardization of the Innovation Process in Construction Firms.	<b>Pellicer et al (2012)</b>	2012	Engineering Management Journal.	1042-9247	ARTÍCULO IMPRESO	4	5	A
155	Estadística, modelos y métodos.	<b>Peña (1986)</b>	1986	Alianza Editorial.	84-206-8110-5	LIBRO IMPRESO	349	2	M
156	Guía de los fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PM-BOK)	<b>PMI (2013)</b>	2008	PMBOK® Guide, 2008.	193069945X	PDF / Hardcopy	193	5	M
157	A comparison of fuzzy logic and multiple regression analysis models in determining contingency in international construction projects.	<b>Polat y Bingol (2013)</b>	2013	Construction Innovation, 2013, vol 13, no4, p. 445-462	1471-4175	PDF	0	2	A
158	Total float management: renovating a dismissed and abused approach.	<b>Popescu y Jerz (2008)</b>	2008	AACE International Transactions; 2008; ABI/INFORM Complete pg. CS31.	NA	PDF	0	4	C
159	The five competitive forces that shape strategy.	<b>Porter (2008)</b>	2008	Harvard Business Review, 2008, vol. 86, no 1, p. 78.	0017-8012	PDF	96	2	M
160	Characterization of Process Variability in Construction.	<b>Poshdar et al (2014)</b>	2014	POSHDAR, M., et al. Characterization of Process Variability in Construction. Journal of Construction Engineering and Management, 2014.	0733-9364	PDF	0	3	A
161	Cost contingency – Analysis and evaluation.	<b>Prasad (2008)</b>	2008	AACE International Transactions; 2008; ABI/INFORM Complete pg. ESS21.	NA	PDF	0	4	C
162	What is contingency anyway?	<b>Querns (1989)</b>	1989	Association for the Advancement of Cost Engineering (AACE) Transactions, 1989.	NA	PDF	5	4	C

COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
163	Management of preconstruction using Lean: an exploratory study of the bidding process.	<b>Reginato y Alves (2012)</b>	2012	Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 20), 2012, San Diego, USA.	NA	PDF	0	3	C
164	Contingency ! Who owns and manage it ?	<b>Ripley (2004)</b>	2004	AACE International Transactions; 2004; ABI/INFORM Complete pg. CS81.	NA	PDF	0	3	C
165	Auditing construction contingency.	<b>Risner (2010)</b>	2010	Association of Healthcare Internal Auditors. 2010. p. 37-38.	2155-1138	PDF	4	5	A
166	Planning for claims: an ethnography of industry culture.	<b>Rooke, Seymour and Fellows (2004)</b>	2004	Construction Management and Economics, 22(6), 655-662.	0144-6193	PDF	58	5	A
167	Toyota Kata: managing people for improvement, adaptiveness, and superior results.	<b>Rother (2010)</b>	2010	New York: McGraw Hill	978-0-07-163523-3	LIBRO IMPRESO	81	5	M
168	A construction cost contingency tracking system (CTS).	<b>Rowe (2005)</b>	2006	Cost Engineering, 2006, vol. 48, no 2, p. 31-37.	0274-9696	PDF	4	4	C
169	Monitoring and contingency allowances: Complimentary aspects of project control.	<b>Ruskin (1981)</b>	1981	Project Management Quarterly, 12(4), 49-50. 1981.	0147-5363	PDF	2	4	A
170	Causes of time buffer in construction project task durations.	<b>Russell et al (2012)</b>	2012	Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 20), 2012, San Diego, USA.	NA	PDF	0	5	C
171	Project risks and risk allocation.	<b>Rutgers y Haley (1996)</b>	1996	Cost Engineering, 1996, vol. 38, no 9, p. 27-30.	0274-9696	NO	7	2	A
172	Measuring success or utility projects past, present and future.	<b>Salapatas y Swale (1986)</b>	1986	Measuring Success, Proceeding of the 18th Annual Seminar/Symposium of the Project Management Institute, Montreal, Canada. 1986. p. 67-76.	NA	NO	4	2	C

COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
173	The path from Lean Manufacturing to Lean Construction: implementation and evaluation of Lean Assembly.	Salem et al. (2004)	2004	Proceedings of the 12th Annual Meeting of the International Group for Lean Construction. 2004. Vol. 12.	NA	PDF	3	3	C
174	An analysis of the decision-making theories applied to Lean Construction.	Senior (2012)	2012	Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 20), 2012, San Diego, USA.	NA	PDF	0	4	C
175	Risk Management in Construction Projects: A Knowledge-based Approach.	Serpell et al. (2014)	2014	Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2014, vol. 119, p. 653-662.	1877-0428	NA	0	3	A
176	Categorical Relationship Approach as an Alternative Risk Analysis for Predicting Cost Contingency.	Seung y Hiung (2004)	2004	KSCE Journal of Civil Engineering. Vol. 8, nº 2, March 2004. pp 173-180.	1226-7988	PDF	1	4	A
177	Probabilistic simulation for developing likelihood distribution of engineering project cost.	Sheng, Tung y Kiong (2009)	2009	Automation in Construction 18, 2009, pp. 570-577	0926-5805	PDF	20	2	A
178	The effectiveness of the construction contract.	Slauson (2005)	2005	AACE International Transactions; 2005; ABI/INFORM Complete pg. PM121.	NA	PDF	0	5	C
179	Contingency: "use and misuse".	Smith (2009)	2009	The Project Control Company-CMS. White Papers Series. 2009,	NA	PDF	0	4	I
180	Small to medium contractor contingency and assumption of risk.	Smith y Bohn (1999)	1999	Journal of Construction Engineering and Management, 1999, vol. 125, no 2, p. 101-108.	0733-9634	PDF	71	4	A
181	Literature review on trust and current construction industry trends.	Smith y Ribkowski (2012)	2012	Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 20), 2012, San Diego, USA.	NA	PDF	1	5	C



COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
182	A leader's framework for decision-making.	<b>Snowden y Boone (2007)</b>	2007	Harvard Business Review, 2007, vol. 85, no 11, p. 68.	0017-8012	PDF	400	3	A
183	Building trust: In business, politics, relationships, and life.	<b>Solomon y Flores (2001)</b>	2001	Oxford University Press.	978-0-19-516111-3	LIBRO IMPRESO	251	3	M
184	Major Project Contingency – Risk Allowance. 2007/8-2013/14 Capital Works Revised Proposal.	<b>SP AusNet (2007)</b>	2007	SP Ausnet. 2007.	NA	PDF	0	3	I
185	Contractor project risk contingency allocation using linguistic approximation.	<b>Tah, Thorpe y McCaffer (1994)</b>	1994	Computing Systems in Engineering, 1993, vol. 4, no 2, p. 281-293.	0956-052	PDF	75	4	A
186	Studying dynamic decision-making in construction management using adaptative interactive simulations.	<b>Tang, Mukherjee y Onder (2010)</b>	2010	Construction Research Congress (pp. 379-38). 2010.	NA	PDF	2	3	A
187	Meeting the burden of proof with case-study research.	<b>Taylor, Dossick y Garvin (2010)</b>	2010	Journal of Construction Engineering and Management, 2010, vol. 137, no 4, p. 303-311.	0733-9364	PDF	35	4	A
188	Estimation of Cost Contingency for Air Force Construction Projects.	<b>Thal, Cook y White (2010)</b>	2010	Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 136, No. 11, November 1, 2010. pp. 1181-1188.	0733-9364	PDF	5	4	A
189	Fundamental principles of site material management.	<b>Thomas, Riley y Messner (2005)</b>	2005	Journal of Construction Engineering and Management, 2005, vol. 131, no 7, p. 808-815.	0733-9364	PDF	53	3	A
190	Engineering construction risks: A guide to project risk analysis and assessment implications for project clients and project managers.	<b>Thompson y Perry (1992)</b>	1992	Thomas Telford, 1992.	727716654	NO	137	2	M
191	Managing integrated project delivery.	<b>Thomsen et al. (2010)</b>	2010	White paper of the Construction Management Association of America.	NA	PDF	21	3	I

COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
192	Just-in-time concrete delivery: mapping alternatives for vertical supply chain integration.	<b>Tommelein y Li (1999)</b>	1999	En Proceedings IGLC. 1999. p. 97.	NA	PDF	113	3	C
193	More Just-In-Time: location of buffers in structural steel supply and construction processes.	<b>Tommelein y Weissenberger (1999)</b>	1999	Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 7), 1999, Berkeley, USA.	NA	PDF	56	3	C
194	Parade game: Impact of work flow variability on trade performance.	<b>Tommelein, Riley y Howell (1999)</b>	1999	Journal of Construction Engineering and Management, 1999, vol. 125, no 5, p. 304-310.	0733-9364	PDF	201	4	A
195	Outcome pattern matching and program theory.	<b>Trochim (1989)</b>	1989	Evaluation and program planning, 1989, vol. 12, no 4, p. 355-366.	0149-7189	PDF	337	3	A
196	Work structuring to achieve integrated product-process design.	<b>Tsao et al. (2004)</b>	2004	Journal of Construction Engineering and Management, 2004, vol. 130, no 6, p. 780-789.	0733-9364	PDF	34	3	A
197	From organising as projects to projects as organizations.	<b>Van Donk y Molloy (2008)</b>	2008	International Journal of Project Management, 26(2), 2008, 129-137.	0263-7863	PDF	54	3	A
198	Developing a tool for project contingency estimation in Eskom Distribution Western Cape Operating Unit.	<b>Van Niekerk (2012)</b>	2012	Tesis MSc. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Stellenbosch (República Surafricana).	NA	PDF	0	4	T
199	"Lean Construction – How reducing waste can contribute to sustainability".	<b>Viera y Cachadinha (2011)</b>	2011	World in Progress Ed.2. Soares da Costa. Sep. 2011.	NA	PDF	0	4	A
200	Causes of Variation in Construction Project Task Starting Times and Duration.	<b>Wambeke, Hsiang y Liu (2011)</b>	2011	Journal of Construction Engineering and Management, 2011, vol. 137, no 9, p. 663-677.	0733-9364	PDF	12	4	A
201	Risk allocation and risk handling of highway projects in Taiwan.	<b>Wang y Chou (2003)</b>	2003	Journal of Management in Engineering, 2003, vol. 19, no 2, p. 60-68.	0742-597X	NO	51	2	A

COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
202	Minimun building lyfe-cycle cost design criteria. I: Methodology.	Wen y Kang (2001)	2001	Journal of Structural Engineering. 127(3), 2001, p. 330-337.	0733-9445	PDF	112	2	A
203	Who should own the float?	Winter y Calvey (2008)	2008	AACE International Transactions; 2008; ABI/INFORM Complete pg. PS31.	NA	PDF	0	3	C
204	La máquina que cambió el mundo.	Womack et al. (1992)	1992	McGraw-Hill.	8476159218	NO	127	5	M
205	Lean Thinking: Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa.	Womack y Jones (2004)	2004	Ediciones Gestión 2000	84-8088-689-7	LIBRO IMPRESO	21	5	M
206	Case Study Research: Theory, Methods, Practice.	Woodside (2010)	2010	Emerald Group Publishing.	978-1-84950-922-0	PDF	114	4	M
207	Quantitative method for updating cost contingency throughout project execution.	Xie, AbouRizk y Zou (2012)	2012	Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 138, No. 6, June 1, 2012.	0733-9364	PDF	2	4	A
208	Risk, classification of estimates and, contingency management.	Yeo (1990)	1990	Journal of Management in Engineering, Vol. 6, No. 4, October, 1990. p. 458-470.	0742-597X	PDF	83	4	A
209	Case study research: Design and methods.	Yin (2009)	2009	SAGE Publications.	1452242569	LIBRO IMPRESO	23701	5	M
210	Is the earned-value method an enemy of work flow?.	Yong-Woo y Ballard (2000)	2000	Proceedings Eighth Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC. 2000.	NA	PDF	31	2	C
211	Management thinking in the earned value method system and the last planner system.	Yong-Woo y Ballard (2010)	2010	Journal of Management in Engineering, 2010, vol. 26, no 4, p. 223-228.	NA	PDF	12	3	A
212	The Handbook of Project Management: A Practical Guide to Effective Policies and Procedures.	Young (2007)	2007	London. Kogan Page.	978-0749449841	PDF	91	2	M

COD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	FUENTE	ISSN / ISBN	SOPORTE	NÚMERO DE CITAS	VALORACIÓN	CRITERIO 1
213	Construction contracts: the cost of mistrust.	Zaghloul y Hartman (2003)	2003	International Journal of Project Management, 2003, vol. 21, no 6, p. 419-424.	0263-7863	NO	121	2	A
214	Significance of WBS on contingency modeling.	Zhao (2006)	2006	AACE International Transactions; 2006; ABI/INFORM Complete pg. RI51.	NA	PDF	3	4	C
215	Psychosocial aspects of project work: a comparison between product development and construction projects.	Zika-Viktorsson, Hovmark y Nordquist (2003)	2003	International Journal of Project Management, 2003, vol. 21, no 8, p. 563-569.	0263-7863	PDF	23	4	A

**Anexo 2 (I). Herramientas de apoyo al proceso de estructuración de la información.**

**2.1. Fichas de Registro.**

<https://drive.google.com/file/d/0BzcBkLzRnVeoNHBUN1N1cVVxMig/view?usp=sharing>

**2.2. Conceptos y referencias.**

<https://drive.google.com/file/d/0BzcBkLzRnVeodzhEWmUxdGQ2U1U/view?usp=sharing>

## Anexo 2 (II). Herramientas de apoyo al proceso de estructuración de la información:

### 2.3. Características de las referencias bibliográficas analizadas en relación con métodos de gestión de reservas para contingencias.

COD.	PAPER	TIEMPO + COSTE	TIEMPO	COSTE	INVENTARIO MP	WIP	CAPACIDAD	REVISIÓN ESTADO DEL ARTE	PROPONE MÉTODO	SUBJETIVIDAD - ARBITRARIEDAD	DEFINICIÓN INICIAL	GESTIÓN DINÁMICA	EXPLICITAS / IMPLICITAS	PROPIEDAD / CONTRATISTA	ASUNCIÓNES SOBRE LA REALIDAD	DECISOR
1	Adafin et al (2014)			X					No	La critica	X			No distingue	X	
2	Ahmad (1992)			X					Simulación basada en la dist. Triangular para definir RC por unidad de coste.	Para evitar Arbitrariedad de un % único.	X		E	No distingue		
3	Al Bahar y Crandall (1990)			X					Gestión de Riesgos (CRMS)	N2-N4				C	X	
4	Anderson, Mukherjee y Onder (2009)			X				Breve	Simulación de escenarios para reducir arbitrariedad, pero no es un método de definición de RCs propiamente dicho.	N6-N7				No distingue	X	
5	Andi (2004)			X					Se basa en identificar y cualificar los factores de riesgo con "fuzzy logic". A partir de ahí define 2 RCs, por unidad decoste y general (con PERT - MonteCarlo).	N7	X		E	C (Licitación)	X	
6	Baccarini (2004)			X				Breve	No propone ningún método, sólo constata lo inadecuado del método del % y que no encuentra correlación entre variables del proyecto y nivel de éxito del %.	N3	X			P	X	
7	Baccarini (2005a)			X				Muy buena	Es una revisión de los métodos existentes. Bien REDES NEURONALES.	X	X			P	X	
8	Baccarini (2005b)			X				Breve	No proponen ningún método. Hace una encuesta sobre propiedades para entender cómo gestionan las RCs.	N5	X		X	P		

COD.	PAPER	TIEMPO + COSTE	TIEMPO	COSTE	INVENTARIO MP	WIP	CAPACIDAD	REVISIÓN ESTADO DEL ARTE	PROPONE MÉTODO	SUBJETIVIDAD - ARBITRARIEDAD	DEFINICIÓN INICIAL	GESTIÓN DINÁMICA	EXPLICITAS / IMPLICITAS	PROPIEDAD / CONTRATISTA	ASUNCIONES SOBRE LA REALIDAD	DECISOR
9	Baccarini (2006)			X				Buena	No propone ningún método. Revisión del Estado del Arte sobre REGRESIÓN.	N3	X			P	X	
10	Baccarini y Love (2014)			X				Repetición de las de otros artículos del autor	Sí, basado en la distribución de Wakeby		X		E	P		
11	Barraza (2011)		X					Buena	Propone su método (SAPA), basado en MonteCarlo. INTERESANTE: pros y cons de la subjetividad.	X	X		E	No distingue	X	
12	Burger (2003)			X					Propone su método (estadístico) y argumenta por qué es necesario un método y qué características debe tener. INTERESANTE: cuando subjt tiene sentido y lo INTEGRA EN SU MÉTODO.	N3-N7	X			P	X	
13	Burroughs y Juntima (2004)			X				Muy buena	No proponen método, sino que hace una comparación de la eficacia de los más habituales.	X	X			P	X	
14	Chen y Hartman (2000)			X				De Redes Neuronales	Se centran en redes neuronales. Buena y breve exposición del % y crítica a los métodos estadísticos.	X	X			P	X	
15	Dikmen et al (2012)	X							Propone un método basado en simulación de escenarios (MonteCarlo). Defiende el juicio subjetivo.	N4,5	X		E/I (N7)	No distingue		
16	Ford (2002)			X					Una breve frase sobre lo que debería tener un método (N19).	N14	X	N15,16,17	I	C	X	EI JO

COD.	PAPER	TIEMPO + COSTE	TIEMPO	COSTE	INVENTARIO MP	WIP	CAPACIDAD	REVISIÓN ESTADO DEL ARTE	PROPONE MÉTODO	SUBJETIVIDAD - ARBITRARIEDAD	DEFINICIÓN INICIAL	GESTIÓN DINÁMICA	EXPLICITAS / IMPLICITAS	PROPIEDAD / CONTRATISTA	ASUNCIONES SOBRE LA REALIDAD	DECISOR
17	González et al (2011)					X		N2	Plantean un método para WIP diferente al de 2009.	N2		X	E	C	X	
18	González, Alarcón y Molenaar (2009)					X		N4	Proponen un método para definir colchones de WIP.	N3		X	E	C	X	
19	Günham y Arditi (2007)			X				N8 - Bueno	Proponen un modelo de definición de RCs de coste para las propiedades.	N5	X		E	P	N5	
20	Gurgun, Zhang y Touran (2013)		X						Sí, probabilístico para determinar RC global en diferentes fases.		X	X	E	P		
21	Harper et al (2014)			X				Breve	Implícitamente	X	X		E	P	X	
22	Hollmann et al (2008a)			X				X	Esquema general	X				P		
23	Hollmann (2010)	X						N4 - Muy bueno	Hace una muy buena descripción de los métodos mixtos probabilísticos.					P		
24	Horman y Kenley (1998)						X		Más que un método lo que propone es un marco para dimensionar los colchones de capacidad.			X		No distingue		
25	Horman y Thomas (2005)				X				Sí, propone un método.	N1		X		No distingue	X	
26	Idrus, Fahdil y Rohman (2010)			X				X	Sí, basado en lógica difusa.	N1	X			C	X	
27	Khamooshi y Cioffi (2012)	X						Críticas a PERT y Monte Carlo	En esencia es Monte Carlo pero con distribuciones de probabilidad diferentes.		X			C		



COD.	PAPER	TIEMPO + COSTE	TIEMPO	COSTE	INVENTARIO MP	WIP	CAPACIDAD	REVISIÓN ESTADO DEL ARTE	PROPONE MÉTODO	SUBJETIVIDAD - ARBITRARIEDAD	DEFINICIÓN INICIAL	GESTIÓN DINÁMICA	EXPLÍCITAS / IMPLÍCITAS	PROPIEDAD / CONTRATISTA	ASUNCIONES SOBRE LA REALIDAD	DECISOR
28	Kim, Kim y Lee (2013)			X				Buena.	Sí, genérico para determinar el precio de oferta, pero incluye la estimación de RCs.	X	X			C	X	
29	Laryea y Hughes (2011)			X					Más que un método propone unas breves ideas inspiradoras de un método adecuado.		X			C		3 NIVELES
30	Leach (2003)	X							Sí, basado en sus causas de estimaciones incorrectas.		X			C		
31	Lhee, Peñamora y Park (2006)		X					X	Sí		X	X		C		
32	Lhee, Issa y Flood (2012)			X				X	Sí, redes neuronales.	N3,6	X			P	X	
33	Love et al (2014)			X				No de RCs	Sí, basado en la distribución Log-Logística	X	X			P	X	
34	Mak y Picken (2000)			X					Sí, el ERA e Hong Kong.	N1	X			P	X	
35	Molenaar, Anderson y Schexnayder (2010)			X						X	X	X		P		
36	Moselhi (1997)			X				Muy muy bueno	Sí, pero lo mejor es la revisión que hace de los existentes.	N1	X			P	X	
37	Murray y Ramsaur (1983)			X					Más bien es una guía. Interesante por antiguo.		X	X		P		
38	Oberlender (1993)			X				X	No, pero expresa bien los tradicionales.	X	X			No distingue	X	
39	PMI (2013)		X	X					Monte Carlo		X			No distingue		
40	Prasad (2008)			X				X	Revisión	X	X			P		

COD.	PAPER	TIEMPO + COSTE	TIEMPO	COSTE	INVENTARIO MP	WIP	CAPACIDAD	REVISIÓN ESTADO DEL ARTE	PROPONE MÉTODO	SUBJETIVIDAD - ARBITRARIEDAD	DEFINICIÓN INICIAL	GESTIÓN DINÁMICA	EXPLÍCITAS / IMPLÍCITAS	PROPIEDAD / CONTRATISTA	ASUNCIONES SOBRE LA REALIDAD	DECISOR
41	Querns (1989)			X				X	No propone nada, sólo revisa bien el arte y MUY BIEN lo del %.	X	X	Implícitamente	E	No distingue		
42	Rowe (2005)			X				Tabla de %	Sí, de seguimiento de las RC			X	E	P		
43	Seung y Hiung (2004)			X				X	Sí, tratando de aprovechar el juicio subjetivo.	X	X			C	X	
44	Smith y Bohn (1999)			X				X Tb Fuzzy N7	No, pero describe lo que hacen los contratistas en realidad en la fase de estudios.	X	X		I	C		
45	Tah, Thorpe y McCaffer (1993)			X				Tabla de %	Sí, iniciático en LÓGICA DIFUSA.	X	X			C	X	
46	Thal, Cook y White (2010)			X				MUY BUENA	Sí, regresión lineal múltiple	X	X			P		
47	Thomas, Riley y Messner (2005)				X				No, se centra en métodos de acopio de MP.					C		
48	Tommelein y Li (1999)		X		X				Analiza los "time lag buffers"					C		
49	Van Niekerk (2012)			X				MUY BUENA	El mejor resumen		X			P		
50	Xie, AbouRizk y Zou (2011)			X				X	Sí, basado en VAR	X	X	X		No distingue	X	
51	Yeo (1990)			X				X	Sí y pero repasa bien el del %	X	X			No distingue	X	
52	Zhao (2006)			X				X	Sí, pero en esencia es MonteCarlo dando mucha importancia al WBS.	X	X	X		No distingue	X	

## 2.4. Factores de riesgo-referencias bibliográficas consideradas.

COD.	PAPER	FACTORES DE RIESGO	FUENTES DE INCERTIDUMBRE	CAUSAS DE DESVIACIÓN	CAUSAS DE VARIACIÓN	CAUSAS DE LAS RCs	OBJETIVO RELACIONADO	FASE DE LA OBRA - DUEÑO RIESGO	COMENTARIOS
1	Andi (2004)	N9					General	Estudios - Contratista	Los llama "riesgos" en realidad. No prioritario, para una idea.
2	Chan y Au (2009)	X					Tiempo	Estudios - Contratista	Factores de riesgo que las Prop pueden mitigar para que los Cont no los incluyan en sus ofertas (factores de RIESGO y OPORTUNIDAD). BUENAS LISTA DE FACTORES PROCEDENTES DE LA LITERATURA Y DE SU ESTUDIO.
3	Chapman y Ward (2003)		X				General	General	Factores de incertidumbre.
4	Creedy (2012)	N14		N20			Costes	Estudios-Propiedad	Lista de factores de riesgo y de causas de sobrecostos (ambas de la literatura). PARA CONFORMAR LA TABLA.
5	Gehbauer et al (2007)			X			General	Construcción - Contratista	Lo llama "perturbaciones". Es bueno para contra resumidamente su planteamiento.
6	Godfrey (2004)	N2					Costes	Propiedad	Lista de Fuentes de Riesgo. PARA CONFORMAR LA TABLA.
7	Harbuck (2004)			N4			Costes	Propiedad	Describe tres grupos de desviaciones. Para CITA de APOYO.
8	Idrus, Fahdil y Rohman (2010)	N9					Costes	Estudios - Contratista	Describe qué factores considera. Para CITA de APOYO.
9	Leach (2003)			X			Costes - Tiempo	Estudios - Contratista	Su tesis es que una razón por la que los resultados se desvían de lo previsto es que se planifica mal, plazo y coste se suelen infraestimar. Aporta causas de infraestimación durante la estimación. BÁSICO.
10	Lechler, Edington y Gao (2012)		X				Varios	Varios	Se centra en la gestión de oportunidades
11	Lhee, Issa y Flood (2012)		X				Costes	Estudios-Propiedad	Como apoyo.
12	Moselhi (1997)	N6					Costes	General	Como apoyo importante (fuentes de riesgo).
13	Murray y Ramsaur (1983)	N1					Costes	Estudios-Propiedad	Como apoyo. Es muy antiguo, de ahí en parte su interés.
14	Noor y Tichacek (2009)			N6			Costes	Estudios-Propiedad	En la línea de Leach. Describe como inductores de riesgo ciertas asunciones efectuadas durante la planificación de la obra. Extender la idea de "lo que ocurrirá" como oportunidades.
15	Quems (1989)					N4	Costes	Estudios-Propiedad	Para apoyo. Factores que afectan "al importe de las RCs".
16	Russell et al (2012)					N18-20, 26	Tiempo	Construcción - Contratista	BÁSICO.
17	Smith y Bohn (1999)	X					Coste	General	BÁSICO. Lo llama "riesgos".
18	Tah, Thorpe y McCaffer (1993)	N7					Costes	Estudios - Contratista	Como apoyo.
19	Thal, Cook y White (2010)			X		X	Costes	Estudios-Propiedad	Interesante.
20	Yeo (1990)	X		X			Costes	General	Lo llama fuentes de riesgos ofactores de riesgos. Complementario.
21	Wambeke y Liu (2011)				X		Tiempo	Construcción - Contratista	BÁSICO.

## Anexo 3. Resumen del proceso de estructuración.

CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN	Adafin et al (2014)	Ahmad (1992)	Al-Bahar y Crandall (1990)	Alves y Tommelein (2004)	Anderson, Mukherjee y Onder (2009)	Andi (2004)	Baccarini (2004)	Baccarini (2005a)	Baccarini (2005b)	Baccarini (2006)	Baccarini y Love (2013)	Ballard (2005)	Ballard y Howell (1995)	Ballard y Howell (1998)	Barraza (2011)
1. DEFINICIONES	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X				
2. TERMINOLOGÍA															
2.1. Reserva para contingencias	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X				X
2.2. Colchón				X								X	X	X	X
2.3. Holgura															
3. ATRIBUTOS															
3.1. Reserva	X	X			X	X	X			X	X				
3.2. Indicador de riesgo, incertidumbre y variación	X	X		X	X	X	X			X	X				
3.3. Indicador de los objetivos de la obra							X			X	X				
3.4. Indicador de los resultados de la obra		X					X			X					
3.5. Indicador de mejora continua				X								X		X	
3.6. Indicador de confianza organizacional															
4. TIPOS DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS															
4.1. Según el perfil del riesgo															
4.1.1. Reservas para cubrir amenazas	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
4.1.2. Reservas para valorar oportunidades															
4.2. Según quién soporta el riesgo															
4.2.1. Propiedad	X	X					X	X	X	X	X				
4.2.2. Diseñadores		X													
4.2.3. Empresa constructora	X		X			X							X	X	

CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN		Burger (2003)	Burroughs y Juntima (2004)	Castro-Lacouture et al (2009)	Chan y Au (2009)	Chapman y Ward (1996)	Chapman y Ward (2003)	Chen y Hartman (2000)	Covey y Merrill (2006)	Creedy (2006)	Dikmen et al. (2012)	Ergin (2005)	Espino et al (2012)	Ford (2002)	Gehbauer et al (2007)	Godfrey (2004)
1.	DEFINICIONES	X						X		X		X				X
2.	TERMINOLOGÍA															
2.1.	Reserva para contingencias	X	X		X			X		X	X	X		X		X
2.2.	Colchón				X			X					X			
2.3.	Holgura			X												
3.	ATRIBUTOS															
3.1.	Reserva	X						X		X		X				X
3.2.	Indicador de riesgo, incertidumbre y variación	X						X		X		X				X
3.3.	Indicador de los objetivos de la obra															
3.4.	Indicador de los resultados de la obra															
3.5.	Indicador de mejora continua															
3.6.	Indicador de confianza organizacional								X					X		
4.	TIPOS DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS															
4.1.	Según el perfil del riesgo															
4.1.1.	Reservas para cubrir amenazas	X	X	X	X			X		X	X	X	X	X		X
4.1.2.	Reservas para valorar oportunidades				X		X									
4.2.	Según quién soporta el riesgo															
4.2.1.	Propiedad	X	X					X		X						X
4.2.2.	Diseñadores															
4.2.3.	Empresa constructora			X	X							X	X	X		

CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN	González, Alarcón y Molenaar (2009)	González et al (2011)	Gupta, González y Miller (2012)	Günhan y Arditi (2007)	Gurgun, Zhang y Touran (2013)	Hackney (1985)	Han et al. (2014)	Harbuck (2004)	Hartmann et al (2012)	Harper et al (2014)	Hart AIA (2007)	Hollmann (2011)	Hollmann (2009)	Hopp y Spearman (2011)	Horman y Kenley (1998)
1. DEFINICIONES	X			X		X					X	X			
2. TERMINOLOGÍA															
2.1. Reserva para contingencias				X	X		X		X	X	X	X	X		
2.2. Colchón	X	X	X											X	X
2.3. Holgura															
3. ATRIBUTOS															
3.1. Reserva				X	X						X	X			
3.2. Indicador de riesgo, incertidumbre y variación	X	X	X	X	X						X	X			
3.3. Indicador de los objetivos de la obra															
3.4. Indicador de los resultados de la obra				X											X
3.5. Indicador de mejora continua															X
3.6. Indicador de confianza organizacional															
4. TIPOS DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS															
4.1. Según el perfil del riesgo															
4.1.1. Reservas para cubrir amenazas	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X
4.1.2. Reservas para valorar oportunidades															
4.2. Según quién soporta el riesgo															
4.2.1. Propiedad				X	X					X	X	X	X		
4.2.2. Diseñadores											X				
4.2.3. Empresa constructora	X	X	X				X				X				X

CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN	Horman y Thomas (2005)	Householder y Rutland (1990)	Howell (2012)	Howell (2013)	Howell y Ballard (1996)	Howell, Laufer y Ballard (1993a)	Howell, Laufer y Ballard (1993b)	Idrus, Fadhil y Rohman (2010)	Jackson et al. (1985)	Khamooshi y Cioffi (2013)	Kim, Kim y Lee (2013)	Koskela (1992)	Laryea y Hughes (2011)	Laryea y Lubbock (2014)	Leach (2003)
1. DEFINICIONES			X					X		X			X		
2. TERMINOLOGÍA															
2.1. Reserva para contingencias			X	X				X	X	X	X		X	X	
2.2. Colchón	X		X		X	X				X		X			X
2.3. Holgura		X													
3. ATRIBUTOS															
3.1. Reserva			X					X		X			X	X	X
3.2. Indicador de riesgo, incertidumbre y variación			X		X			X		X			X	X	X
3.3. Indicador de los objetivos de la obra							X						X		
3.4. Indicador de los resultados de la obra			X												
3.5. Indicador de mejora continua			X		X	X									
3.6. Indicador de confianza organizacional															X
4. TIPOS DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS															
4.1. Según el perfil del riesgo															
4.1.1. Reservas para cubrir amenazas	X	X	X	X				X	X	X	X		X	X	X
4.1.2. Reservas para valorar oportunidades													X		X
4.2. Según quién soporta el riesgo															
4.2.1. Propiedad															
4.2.2. Diseñadores															
4.2.3. Empresa constructora	X		X	X		X		X		X	X		X	X	X

CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN	Lechler, Edington y Gao (2012)	Lee, Peña-Mora y Park (2006)	Lhee, Issa y Flood (2012)	Lhee, Flood e Issa (2014)	Love et al (2012)	Love et al (2014)	Ma et al (2014)	Mak y Picken (2000)	Molenaar, Anderson y Schexnayder (2010)	Moselhi (1997)	Murray y Ramsaur (1983)	Noor y Tichacek (2009)	Oberlender (2000)	Olumide (2009)	Patrascu (1988)
1. DEFINICIONES								X	X	X	X	X	X	X	
2. TERMINOLOGÍA															
2.1. Reserva para contingencias			X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
2.2. Colchón		X					X								
2.3. Holgura							X								
3. ATRIBUTOS															
3.1. Reserva		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
3.2. Indicador de riesgo, incertidumbre y variación		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
3.3. Indicador de los objetivos de la obra															
3.4. Indicador de los resultados de la obra			X				X								
3.5. Indicador de mejora continua															
3.6. Indicador de confianza organizacional															
4. TIPOS DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS															
4.1. Según el perfil del riesgo															
4.1.1. Reservas para cubrir amenazas		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
4.1.2. Reservas para valorar oportunidades								X							
4.2. Según quién soporta el riesgo															
4.2.1. Propiedad			X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	
4.2.2. Diseñadores														X	
4.2.3. Empresa constructora		X												X	



CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN		PMI (2013)	Polat y Bingol (2013)	Popescu y Jerz (2008)	Poshdar et al (2014)	Prasad (2008)	Querns (1989)	Ripley (2004)	Risner (2010)	Rooke, Seymour and Fellows (2004)	Rother (2010)	Rowe (2005)	Ruskin (1981)	Russell et al (2012)	Seung y Hiung (2004)	Smith y Bohn (1999)
1.	DEFINICIONES	X				X	X	X	X			X		X		X
2.	TERMINOLOGÍA															
2.1.	Reserva para contingencias	X	X			X	X	X	X			X	X	X	X	X
2.2.	Colchón	X			X								X			
2.3.	Holgura			X												
3.	ATRIBUTOS															
3.1.	Reserva	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X
3.2.	Indicador de riesgo, incertidumbre y variación	X			X	X		X	X			X	X	X	X	X
3.3.	Indicador de los objetivos de la obra															X
3.4.	Indicador de los resultados de la obra															
3.5.	Indicador de mejora continua										X		X			
3.6.	Indicador de confianza organizacional												X			
4.	TIPOS DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS															
4.1.	Según el perfil del riesgo															
4.1.1.	Reservas para cubrir amenazas	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X
4.1.2.	Reservas para valorar oportunidades									X						
4.2.	Según quién soporta el riesgo															
4.2.1.	Propiedad					X		X				X				
4.2.2.	Diseñadores															
4.2.3.	Empresa constructora		X		X								X	X	X	X

CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN		Tah, Thorpe y McCaffer (1994)	Thal, Cook y White (2010)	Thomas, Riley y Messner (2005)	Thompson y Perry (1992)	Tommelein y Li (1999)	Tommelein, Riley y Howell (1999)	Tommelein y Weissenberger (1999)	Van Niekerk (2012)	Xie, AbouRizk y Zou (2012)	Yeo (1990)	Wambeke, Hsiang y Liu (2011)	Wang y Chou (2003)	Winter y Calvey (2008)	Zhao (2006)
1.	DEFINICIONES								X		X				
2.	TERMINOLOGÍA														
2.1.	Reserva para contingencias	X	X		X				X	X	X		X		X
2.2.	Colchón			X		X	X	X							
2.3.	Holgura													X	
3.	ATRIBUTOS														
3.1.	Reserva	X	X						X	X	X		X		X
3.2.	Indicador de riesgo, incertidumbre y variación	X	X			X	X		X	X	X		X		X
3.3.	Indicador de los objetivos de la obra														
3.4.	Indicador de los resultados de la obra														
3.5.	Indicador de mejora continua							X							
3.6.	Indicador de confianza organizacional														
4.	TIPOS DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS														
4.1.	Según el perfil del riesgo														
4.1.1.	Reservas para cubrir amenazas	X	X			X	X	X	X	X	X		X		X
4.1.2.	Reservas para valorar oportunidades														
4.2.	Según quién soporta el riesgo														
4.2.1.	Propiedad		X						X				X		
4.2.2.	Diseñadores												X		
4.2.3.	Empresa constructora	X		X		X	X	X					X		

CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN	Adafin et al (2014)	Ahmad (1992)	Al-Bahar y Crandall (1990)	Alves y Tommelein (2004)	Anderson, Mukherjee y Onder (2009)	Andi (2004)	Baccarini (2004)	Baccarini (2005a)	Baccarini (2005b)	Baccarini (2006)	Baccarini y Love (2013)	Ballard (2005)	Ballard y Howell (1995)	Ballard y Howell (1998)	Barraza (2011)
--	---------------------	--------------	----------------------------	--------------------------	------------------------------------	-------------	------------------	-------------------	-------------------	------------------	-------------------------	----------------	-------------------------	-------------------------	----------------

4.	TIPOS DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS														
4.3.	<b>Según la fase de la obra</b>														
4.3.1.	Estudios	X	X			X	X	X	X	X	X				X
4.3.2.	Construcción												X	X	
4.4.	<b>Según el recurso base de la reserva y el objetivo a proteger</b>														
4.4.1.	Alcance-Calidad														
4.4.2.	Tiempo				X										X
4.4.3.	Dinero	X	X	X		X	X	X	X	X	X				
4.4.4.	Inventarios (materias primas)				X										
4.4.5.	Inventarios (obra en curso)												X	X	
4.4.6.	Capacidad				X								X		
4.4.7.	"Plan buffers"												X		

5.	DETERMINANTES INTRÍNSECOS DE GESTIÓN														
5.1.	<b>Inductores</b>														
5.1.1.	Factores de riesgo					X					X				
5.1.2.	Factores de incertidumbre														
5.1.3.	Causas de variación														
5.1.4.	Causas de desviación														
5.1.5.	Causas de las reservas														
5.2.	<b>Objetivos de la obra</b>														
5.3.	<b>Gestión dinámica</b>			X											

CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN		Burger (2003)	Burroughs y Juntima (2004)	Castro-Lacouture et al (2009)	Chan y Au (2009)	Chapman y Ward (1996)	Chapman y Ward (2003)	Chen y Hartman (2000)	Covey y Merrill (2006)	Creedy (2006)	Dikmen et al. (2012)	Ergin (2005)	Espino et al (2012)	Ford (2002)	Gehbauer et al (2007)	Godfrey (2004)
4.	TIPOS DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS															
4.3.	<b>Según la fase de la obra</b>															
4.3.1.	Estudios	X	X		X			X		X	X	X				X
4.3.2.	Construcción			X									X	X		
4.4.	<b>Según el recurso base de la reserva y el objetivo a proteger</b>															
4.4.1.	Alcance-Calidad													X		X
4.4.2.	Tiempo			X	X						X		X	X		X
4.4.3.	Dinero	X	X	X	X			X		X	X	X		X		X
4.4.4.	Inventarios (materias primas)												X			
4.4.5.	Inventarios (obra en curso)															
4.4.6.	Capacidad															
4.4.7.	"Plan buffers"															
5.	DETERMINANTES INTRÍNSECOS DE GESTIÓN															
5.1.	<b>Inductores</b>															
5.1.1.	Factores de riesgo				X					X		X				X
5.1.2.	Factores de incertidumbre						X									
5.1.3.	Causas de variación															
5.1.4.	Causas de desviación									X					X	
5.1.5.	Causas de las reservas															
5.2.	<b>Objetivos de la obra</b>						X									
5.3.	<b>Gestión dinámica</b>									X				X		X

CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN	González, Alarcón y Molenaar (2009)	González et al (2011)	Gupta, González y Miller (2012)	Günhan y Arditi (2007)	Gurgun, Zhang y Touran (2013)	Hackney (1985)	Han et al. (2014)	Harbuck (2004)	Hartmann et al (2012)	Harper et al (2014)	Hart AIA (2007)	Hollmann (2011)	Hollmann (2009)	Hopp y Spearman (2011)	Horman y Kenley (1998)
--	-------------------------------------	-----------------------	---------------------------------	------------------------	-------------------------------	----------------	-------------------	----------------	-----------------------	---------------------	-----------------	-----------------	-----------------	------------------------	------------------------

4.	TIPOS DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS														
4.3.	<b>Según la fase de la obra</b>														
4.3.1.	Estudios			X	X					X	X	X	X		
4.3.2.	Construcción	X	X	X	X		X								X
4.4.	<b>Según el recurso base de la reserva y el objetivo a proteger</b>														
4.4.1.	Alcance-Calidad														X
4.4.2.	Tiempo	X	X	X	X							X	X	X	
4.4.3.	Dinero			X			X		X	X	X	X	X		
4.4.4.	Inventarios (materias primas)	X	X	X										X	X
4.4.5.	Inventarios (obra en curso)	X	X	X										X	
4.4.6.	Capacidad	X												X	X
4.4.7.	"Plan buffers"														

5.	DETERMINANTES INTRÍNSECOS DE GESTIÓN														
5.1.	<b>Inductores</b>														
5.1.1.	Factores de riesgo						X								
5.1.2.	Factores de incertidumbre														
5.1.3.	Causas de variación	X	X	X											
5.1.4.	Causas de desviación							X							
5.1.5.	Causas de las reservas														
5.2.	<b>Objetivos de la obra</b>														
5.3.	<b>Gestión dinámica</b>					X									X

CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN		Horman y Thomas (2005)	Householder y Rutland (1990)	Howell (2012)	Howell (2013)	Howell y Ballard (1996)	Howell, Laufer y Ballard (1993a)	Howell, Laufer y Ballard (1993b)	Idrus, Fadhil y Rohman (2010)	Jackson et al. (1985)	Khamooshi y Cioffi (2013)	Kim, Kim y Lee (2013)	Koskela (1992)	Laryea y Hughes (2011)	Laryea y Lubbock (2014)	Leach (2003)
4.	TIPOS DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS															
4.3.	<b>Según la fase de la obra</b>															
4.3.1.	Estudios								X			X		X	X	X
4.3.2.	Construcción	X		X	X		X					X				
4.4.	<b>Según el recurso base de la reserva y el objetivo a proteger</b>															
4.4.1.	Alcance-Calidad			X												
4.4.2.	Tiempo		X	X			X				X					X
4.4.3.	Dinero			X					X	X	X	X		X	X	X
4.4.4.	Inventarios (materias primas)	X		X		X	X									
4.4.5.	Inventarios (obra en curso)			X			X									
4.4.6.	Capacidad	X		X			X									
4.4.7.	"Plan buffers"			X												
5.	DETERMINANTES INTRÍNSECOS DE GESTIÓN															
5.1.	<b>Inductores</b>															
5.1.1.	Factores de riesgo								X							
5.1.2.	Factores de incertidumbre															
5.1.3.	Causas de variación															
5.1.4.	Causas de desviación															X
5.1.5.	Causas de las reservas															
5.2.	<b>Objetivos de la obra</b>							X								
5.3.	<b>Gestión dinámica</b>	X		X							X					

CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN		Lechler, Edington y Gao (2012)	Lee, Peña-Mora y Park (2006)	Lhee, Issa y Flood (2012)	Lhee, Flood e Issa (2014)	Love et al (2012)	Love et al (2014)	Ma et al (2014)	Mak y Picken (2000)	Molenaar, Anderson y Schexnayder (2010)	Moselhi (1997)	Murray y Ramsaur (1983)	Noor y Tichacek (2009)	Oberlender (2000)	Olumide (2009)	Patrascu (1988)
4.	TIPOS DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS															
4.3.	<b>Según la fase de la obra</b>															
4.3.1.	Estudios			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
4.3.2.	Construcción		X													
4.4.	<b>Según el recurso base de la reserva y el objetivo a proteger</b>															
4.4.1.	Alcance-Calidad													X		
4.4.2.	Tiempo		X					X						X		
4.4.3.	Dinero			X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
4.4.4.	Inventarios (materias primas)		X													
4.4.5.	Inventarios (obra en curso)															
4.4.6.	Capacidad															
4.4.7.	"Plan buffers"															
5.	DETERMINANTES INTRÍNSECOS DE GESTIÓN															
5.1.	<b>Inductores</b>															
5.1.1.	Factores de riesgo									X	X	X		X	X	
5.1.2.	Factores de incertidumbre	X		X												
5.1.3.	Causas de variación															
5.1.4.	Causas de desviación												X			
5.1.5.	Causas de las reservas															
5.2.	<b>Objetivos de la obra</b>															
5.3.	<b>Gestión dinámica</b>		X							X		X	X			

CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN		PMI (2013)	Polat y Bingol (2013)	Popescu y Jerz (2008)	Poshdar et al (2014)	Prasad (2008)	Querns (1989)	Ripley (2004)	Risner (2010)	Rooke, Seymour and Fellows (2004)	Rother (2010)	Rowe (2005)	Ruskin (1981)	Russell et al (2012)	Seung y Hiung (2004)	Smith y Bohn (1999)
4.	TIPOS DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS															
4.3.	<b>Según la fase de la obra</b>															
4.3.1.	Estudios		X			X	X	X				X		X	X	X
4.3.2.	Construcción				X									X		
4.4.	<b>Según el recurso base de la reserva y el objetivo a proteger</b>															
4.4.1.	Alcance-Calidad															
4.4.2.	Tiempo	X		X	X	X							X	X		
4.4.3.	Dinero	X	X			X	X	X	X			X	X		X	X
4.4.4.	Inventarios (materias primas)															
4.4.5.	Inventarios (obra en curso)															
4.4.6.	Capacidad															
4.4.7.	"Plan buffers"															
5.	DETERMINANTES INTRÍNSECOS DE GESTIÓN															
5.1.	<b>Inductores</b>															
5.1.1.	Factores de riesgo	X						X								X
5.1.2.	Factores de incertidumbre															
5.1.3.	Causas de variación															
5.1.4.	Causas de desviación															
5.1.5.	Causas de las reservas						X							X		
5.2.	<b>Objetivos de la obra</b>	X														
5.3.	<b>Gestión dinámica</b>	X		X			X					X				



CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN		Tah, Thorpe y McCaffer (1994)	Thal, Cook y White (2010)	Thomas, Riley y Messner (2005)	Thompson y Perry (1992)	Tommelein y Li (1999)	Tommelein, Riley y Howell (1999)	Tommelein y Weissenberger (1999)	Van Niekerk (2012)	Xie, AbouRizk y Zou (2012)	Yeo (1990)	Wambeke, Hsiang y Liu (2011)	Wang y Chou (2003)	Winter y Calvey (2008)	Zhao (2006)
4.	TIPOS DE RESERVAS PARA CONTINGENCIAS														
4.3.	<b>Según la fase de la obra</b>														
4.3.1.	Estudios	X	X						X	X	X				X
4.3.2.	Construcción			X		X	X	X		X					
4.4.	<b>Según el recurso base de la reserva y el objetivo a proteger</b>														
4.4.1.	Alcance-Calidad														
4.4.2.	Tiempo					X	X	X						X	
4.4.3.	Dinero	X	X						X	X	X				X
4.4.4.	Inventarios (materias primas)			X		X		X							
4.4.5.	Inventarios (obra en curso)						X								
4.4.6.	Capacidad														
4.4.7.	"Plan buffers"														
5.	DETERMINANTES INTRÍNSECOS DE GESTIÓN														
5.1.	<b>Inductores</b>														
5.1.1.	Factores de riesgo	X									X				
5.1.2.	Factores de incertidumbre														
5.1.3.	Causas de variación											X			
5.1.4.	Causas de desviación		X								X				
5.1.5.	Causas de las reservas		X												
5.2.	<b>Objetivos de la obra</b>														
5.3.	<b>Gestión dinámica</b>									X					X

CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN	Adafin et al (2014)	Ahmad (1992)	Al-Bahar y Crandall (1990)	Alves y Tommelein (2004)	Anderson, Mukherjee y Onder (2009)	Andi (2004)	Baccarini (2004)	Baccarini (2005a)	Baccarini (2005b)	Baccarini (2006)	Baccarini y Love (2013)	Ballard (2005)	Ballard y Howell (1995)	Ballard y Howell (1998)	Barraza (2011)
--	---------------------	--------------	----------------------------	--------------------------	------------------------------------	-------------	------------------	-------------------	-------------------	------------------	-------------------------	----------------	-------------------------	-------------------------	----------------

5.	DETERMINANTES INTRÍNECOS DE GESTIÓN														
5.4.	Uso consistente														
5.5.	Coste														

6.	MODELOS DE GESTIÓN (COSTE Y TIEMPO)														
6.1.	Juicio de Expertos	X		X		X	X	X	X	X	X				X
6.2.	Pautas predeterminadas							X	X	X	X				
6.3.	Análisis por simulación		X			X	X	X		X	X				X
6.4.	Modelización paramétrica							X		X	X				
6.5.	Otros					X		X		X	X				

7.	MODELOS DE GESTIÓN (INVENTARIOS Y CAPACIDAD)														
7.1.	Inventarios de materias primas y capacidad												X		
7.2.	Inventarios de obra en curso												X		

GRUPOS DE IDEAS COMUNES A LAS CATEGORÍAS 6 Y 7															
6-7*-1.	Decisores														
6-7*-2.	Tipos de reservas		X				X		X		X	X			X
6-7*-3.	Formato		X				X		X		X	X			X
6-7*-4.	Tamaño inicial		X				X		X		X	X			X
6-7*-5.	Actualización y aplicación.														

CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN	Burger (2003)	Burroughs y Juntima (2004)	Castro-Lacouture et al (2009)	Chan y Au (2009)	Chapman y Ward (1996)	Chapman y Ward (2003)	Chen y Hartman (2000)	Covey y Merrill (2006)	Creedy (2006)	Dikmen et al. (2012)	Ergin (2005)	Espino et al (2012)	Ford (2002)	Gehbauer et al (2007)	Godfrey (2004)
--	---------------	----------------------------	-------------------------------	------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	------------------------	---------------	----------------------	--------------	---------------------	-------------	-----------------------	----------------

5. DETERMINANTES INTRÍNECOS DE GESTIÓN

5.4. <b>Uso consistente</b>							X								
5.5. <b>Coste</b>												X			

6. MODELOS DE GESTIÓN (COSTE Y TIEMPO)

6.1. <b>Juicio de Expertos</b>	X	X					X		X	X	X		X		
6.2. <b>Pautas predeterminadas</b>									X						
6.3. <b>Análisis por simulación</b>	X	X					X		X	X	X				X
6.4. <b>Modelización paramétrica</b>		X					X		X						
6.5. <b>Otros</b>													X		

7. MODELOS DE GESTIÓN (INVENTARIOS Y CAPACIDAD)

7.1. <b>Inventarios de materias primas y capacidad</b>															
7.2. <b>Inventarios de obra en curso</b>															

GRUPOS DE IDEAS COMUNES A LAS CATEGORÍAS 6 Y 7

6-7*-1. <b>Decisores</b>													X		X
6-7*-2. <b>Tipos de reservas</b>	X	X					X		X	X	X		X		X
6-7*-3. <b>Formato</b>				X					X	X	X		X		X
6-7*-4. <b>Tamaño inicial</b>	X	X					X		X	X	X		X		X
6-7*-5. <b>Actualización y aplicación.</b>									X				X		X

CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN		González, Alarcón y Molenaar (2009)	González et al (2011)	Gupta, González y Miller (2012)	Günhan y Arditi (2007)	Gurgun, Zhang y Touran (2013)	Hackney (1985)	Han et al. (2014)	Harbuck (2004)	Hartmann et al (2012)	Harper et al (2014)	Hart AIA (2007)	Hollmann (2011)	Hollmann (2009)	Hopp y Spearman (2011)	Horman y Kenley (1998)
5.	DETERMINANTES INTRÍNSECOS DE GESTIÓN															
5.4.	Uso consistente															
5.5.	Coste	X	X													X
6.	MODELOS DE GESTIÓN (COSTE Y TIEMPO)															
6.1.	Juicio de Expertos	X	X		X						X		X	X		
6.2.	Pautas predeterminadas				X						X		X	X		
6.3.	Análisis por simulación				X	X					X		X	X		
6.4.	Modelización paramétrica				X						X		X	X		
6.5.	Otros				X			X								
7.	MODELOS DE GESTIÓN (INVENTARIOS Y CAPACIDAD)															
7.1.	Inventarios de materias primas y capacidad															X
7.2.	Inventarios de obra en curso	X	X													
GRUPOS DE IDEAS COMUNES A LAS CATEGORÍAS 6 Y 7																
6-7*-1.	Decisores															
6-7*-2.	Tipos de reservas	X	X		X	X		X			X		X	X		X
6-7*-3.	Formato	X	X		X	X					X		X	X		X
6-7*-4.	Tamaño inicial	X	X		X	X		X			X		X	X		X
6-7*-5.	Actualización y aplicación.	X	X			X										

CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN	Horman y Thomas (2005)	Householder y Rutland (1990)	Howell (2012)	Howell (2013)	Howell y Ballard (1996)	Howell, Laufer y Ballard (1993a)	Howell, Laufer y Ballard (1993b)	Idrus, Fadhil y Rohman (2010)	Jackson et al. (1985)	Khamooshi y Cioffi (2013)	Kim, Kim y Lee (2013)	Koskela (1992)	Laryea y Hughes (2011)	Laryea y Lubbock (2014)	Leach (2003)
--	------------------------	------------------------------	---------------	---------------	-------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------	----------------	------------------------	-------------------------	--------------

5.	DETERMINANTES INTRÍNECOS DE GESTIÓN														
5.4.	Uso consistente														
5.5.	Coste	X										X			

6.	MODELOS DE GESTIÓN (COSTE Y TIEMPO)														
6.1.	Juicio de Expertos	X		X				X					X	X	X
6.2.	Pautas predeterminadas							X							
6.3.	Análisis por simulación							X		X	X				X
6.4.	Modelización paramétrica							X		X					
6.5.	Otros							X					X		X

7.	MODELOS DE GESTIÓN (INVENTARIOS Y CAPACIDAD)														
7.1.	Inventarios de materias primas y capacidad	X													
7.2.	Inventarios de obra en curso														

GRUPOS DE IDEAS COMUNES A LAS CATEGORÍAS 6 Y 7															
6-7*-1.	Decisores												X		
6-7*-2.	Tipos de reservas	X						X		X	X		X		X
6-7*-3.	Formato	X		X						X			X		X
6-7*-4.	Tamaño inicial	X						X		X	X		X		X
6-7*-5.	Actualización y aplicación.														

CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN		Lechler, Edington y Gao (2012)	Lee, Peña-Mora y Park (2006)	Lhee, Issa y Flood (2012)	Lhee, Flood e Issa (2014)	Love et al (2012)	Love et al (2014)	Ma et al (2014)	Mak y Picken (2000)	Molenaar, Anderson y Schexnayder (2010)	Moselhi (1997)	Murray y Ramsaur (1983)	Noor y Tichacek (2009)	Oberlender (2000)	Olumide (2009)	Patrascu (1988)
5.	DETERMINANTES INTRÍNSECOS DE GESTIÓN															
5.4.	Uso consistente									X	X	X	X			
5.5.	Coste															
6.	MODELOS DE GESTIÓN (COSTE Y TIEMPO)															
6.1.	Juicio de Expertos		X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	
6.2.	Pautas predeterminadas												X	X	X	
6.3.	Análisis por simulación					X	X		X	X	X		X	X	X	
6.4.	Modelización paramétrica			X	X											
6.5.	Otros		X					X								
7.	MODELOS DE GESTIÓN (INVENTARIOS Y CAPACIDAD)															
7.1.	Inventarios de materias primas y capacidad															
7.2.	Inventarios de obra en curso															
	GRUPOS DE IDEAS COMUNES A LAS CATEGORÍAS 6 Y 7															
6-7*-1.	Decisores															
6-7*-2.	Tipos de reservas		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
6-7*-3.	Formato		X							X		X	X	X		
6-7*-4.	Tamaño inicial		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
6-7*-5.	Actualización y aplicación.		X							X		X	X			

CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN		PMI (2013)	Polat y Bingol (2013)	Popescu y Jerz (2008)	Poshdar et al (2014)	Prasad (2008)	Querns (1989)	Ripley (2004)	Risner (2010)	Rooke, Seymour and Fellows (2004)	Rother (2010)	Rowe (2005)	Ruskin (1981)	Russell et al (2012)	Seung y Hiung (2004)	Smith y Bohn (1999)
5.	DETERMINANTES INTRÍNECOS DE GESTIÓN															
5.4.	Uso consistente						X		X							
5.5.	Coste												X			
6.	MODELOS DE GESTIÓN (COSTE Y TIEMPO)															
6.1.	Juicio de Expertos	X				X	X					X			X	X
6.2.	Pautas predeterminadas					X	X					X				
6.3.	Análisis por simulación	X			X	X	X								X	
6.4.	Modelización paramétrica					X										
6.5.	Otros		X	X		X									X	
7.	MODELOS DE GESTIÓN (INVENTARIOS Y CAPACIDAD)															
7.1.	Inventarios de materias primas y capacidad															
7.2.	Inventarios de obra en curso															
GRUPOS DE IDEAS COMUNES A LAS CATEGORÍAS 6 Y 7																
6-7*-1.	Decisores													X		
6-7*-2.	Tipos de reservas	X	X		X	X	X					X		X	X	X
6-7*-3.	Formato						X	X	X			X				X
6-7*-4.	Tamaño inicial	X	X		X	X	X					X			X	X
6-7*-5.	Actualización y aplicación.	X							X			X				X

CATEGORÍAS, SUB-CATEGORÍAS Y GRUPOS DE IDEAS RESULTANTES DEL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN		Tah, Thorpe y McCaffer (1994)	Thal, Cook y White (2010)	Thomas, Riley y Messner (2005)	Thompson y Perry (1992)	Tommelein y Li (1999)	Tommelein, Riley y Howell (1999)	Tommelein y Weissenberger (1999)	Van Niekerk (2012)	Xie, AbouRizk y Zou (2012)	Yeo (1990)	Wambeke, Hsiang y Liu (2011)	Wang y Chou (2003)	Winter y Calvey (2008)	Zhao (2006)
5.	DETERMINANTES INTRÍNSECOS DE GESTIÓN														
5.4.	Uso consistente														X
5.5.	Coste														
6.	MODELOS DE GESTIÓN (COSTE Y TIEMPO)														
6.1.	Juicio de Expertos	X	X		X				X	X	X				X
6.2.	Pautas predeterminadas		X		X				X	X	X				X
6.3.	Análisis por simulación		X						X	X	X				X
6.4.	Modelización paramétrica		X						X	X					X
6.5.	Otros	X							X						
7.	MODELOS DE GESTIÓN (INVENTARIOS Y CAPACIDAD)														
7.1.	Inventarios de materias primas y capacidad			X		X									
7.2.	Inventarios de obra en curso														
GRUPOS DE IDEAS COMUNES A LAS CATEGORÍAS 6 Y 7															
6-7*-1.	Decisores														X
6-7*-2.	Tipos de reservas	X	X	X		X			X	X	X				X
6-7*-3.	Formato								X	X	X				X
6-7*-4.	Tamaño inicial	X	X						X	X	X				X
6-7*-5.	Actualización y aplicación.									X					X



**Anexo 4. Referencias de fuentes de información específica de las empresas investigadas.**

CÓDIGO	EMPRESA	TÍTULO	DESCRIPCIÓN	ORIGEN	SOPORTE
1A	A	Dossier Empresa "A" 2013	Informe elaborado por la propia empresa que recoge su trayectoria, currículum, unidades de negocio, organización, servicios y principales magnitudes.	Directivo senior	PDF
2A	A	Informe empresa "A"	Informe específico de la empresa, aportando datos que no figuran en el anterior tales como número detallado de trabajadores y el organigrama de la compañía.	Directivo senior	PDF
Inf-Ent-A0	A	Informe entrevista directivo senior	Informe de la entrevista realizada en el ámbito del Estudio Previo. Aporta información sobre modelo de negocio.	Entrevista con A0	PDF
Inf-Ent-A1	A	Informe entrevista directivo junior	Informe de la entrevista realizada en el ámbito de la Fase 3. Aporta información sobre modelo de negocio y sobre el procedimiento de planificación de obras.	Entrevista con A1	PDF
1B	B	Presentación Empresa "B" 2014	Dossier de la compañía elaborado por la propia empresa que recoge su trayectoria, currículum, unidades de negocio, organización, servicios y principales magnitudes.	Directivo senior	PDF
2B	B	Evolución ventas	Datos sobre la evolución de las ventas por unidades de negocio.	Directivo senior	PDF
3B	B	RRHH	Datos sobre la evolución del número de trabajadores por unidades de negocio.	Directivo senior	PDF
4B	B	Viviendas	Número de viviendas construidas en los últimos 20 años.	Directivo senior	Excel
Inf-Ent-B0	B	Informe entrevista directivo senior	Informe de la entrevista realizada en el ámbito del Estudio Previo. Aporta información sobre modelo de negocio.	Entrevista con B0	PDF
Inf-Ent-B1	B	Informe entrevista directivo junior	Informe de la entrevista realizada en el ámbito de la Fase 3. Aporta información sobre modelo de negocio y sobre el procedimiento de planificación de obras.	Entrevista con B1	PDF

---

**Anexo 5. Base de datos de la investigación.****5.1. Informes de las entrevistas (FASES 2, 3 y 5).**

<https://drive.google.com/file/d/0BzcBkLzRnVeoUINkX2xpWDhUOEK/view?usp=sharing>

**5.2. Registros de las entrevistas (FASE 3 y 5).**

<https://drive.google.com/file/d/0BzcBkLzRnVeocjI3UFY1ZXpkZ2c/view?usp=sharing>

**5.3. Evidencias documentales (FASE 3).**

<https://drive.google.com/file/d/0BzcBkLzRnVeoQ2dNcXILNVpGRik/view?usp=sharing>

**5.4. Tablas de control de entrevistas (FASES 2, 3 y 5).**

<https://drive.google.com/file/d/0BzcBkLzRnVeocjI3UFY1ZXpkZ2c/view?usp=sharing>

**5.5. Información obtenida por observación directa (FASES 2 y 3).**

<https://drive.google.com/file/d/0BzcBkLzRnVeocjI3UFY1ZXpkZ2c/view?usp=sharing>

**5.6. Respuestas a la encuesta de la Empresa “A” (FASE 2).**

<https://drive.google.com/file/d/0BzcBkLzRnVeoTkJJa1JlcS05cms/view?usp=sharing>

**5.7. Respuestas a la encuesta de la Empresa “B” (FASE 2).**

<https://drive.google.com/file/d/0BzcBkLzRnVeoOVg5NklQbnRtTTQ/view?usp=sharing>

**Anexo 6. Cuestionario de la encuesta al personal de las empresas “A” y “B”.**

La UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA está desarrollando un proyecto de investigación con el objetivo de identificar las prácticas desarrolladas por las empresas líderes del sector de la construcción en España para GESTIONAR la INCERTIDUMBRE EXISTENTE EN LAS OBRAS. Una de las fuentes de información del citado proyecto es la facilitada por los profesionales de las citadas empresas DE FORMA ANÓNIMA a través de esta encuesta.

En este contexto el objetivo de GESTIONAR la INCERTIDUMBRE EXISTENTE EN LAS OBRAS es REDUCIR la probabilidad de ocurrencia y/o el impacto de ciertos hechos o circunstancias que de producirse podrían conducir a que la obra concluyera con MENOR beneficio del previsto, y/o MAYOR plazo de ejecución y/o incumplimiento de las especificaciones del contrato.

La información obtenida será estrictamente CONFIDENCIAL y será utilizada exclusivamente en el ámbito del proyecto de investigación de la referencia. Los datos no serán accesibles para terceros.

El tiempo necesario para cumplimentar la encuesta es aproximadamente de 10 MINUTOS.

Para cualquier duda puede contactar con José Ignacio Ortiz (678086810).

**DATOS GENERALES**

**1.- ¿Cuántos años lleva usted trabajando en el sector de la construcción?:**

a) Menos de 1 año.
b) Entre 1 y 5 años.
c) Entre 5 y 10 años.
d) Entre 10 y 20 años.
e) Más de 20 años.

**2.- ¿Cuántos años lleva usted trabajando en su actual empresa?:**

a) Menos de 1 año.
b) Entre 1 y 5 años.
c) Entre 5 y 10 años.
d) Entre 10 y 20 años.
e) Más de 20 años.

**3.- Formación:**

a) Arquitecto Superior
b) Ingeniero Superior
c) Arquitecto Técnico
d) Ingeniero Técnico
e) Otros (con formación universitaria)
f) Sin formación universitaria

**4.- Indique cuál de las siguientes alternativas describe de forma más precisa su puesto de trabajo actual:**

a) Encargado de Obra.
b) Jefe de Producción o Asistente del Jefe de Obra.
c) Jefe de Obra.
d) Técnico del Departamento de Estudios, Departamento Técnico, PRL o Calidad.
e) Jefe de Grupo de Obras.
f) Delegado de Zona o similar.
g) Directivo.

**5.- ¿Cuántos años lleva usted trabajando en su actual puesto de trabajo?:**

a) Menos de 1 año.
b) Entre 1 y 5 años.
c) Entre 5 y 10 años.
d) Entre 10 y 20 años.
e) Más de 20 años.

**ENCUESTA ESPECÍFICA PARA JEFES DE OBRA -  
GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE**

**6.- Indique cuál es su opinión acerca del procedimiento o instrucción formal existente en su empresa para gestionar la incertidumbre sobre hechos o circunstancias que pudieran afectar a los resultados de las obras:**

- a) No conozco la existencia de un procedimiento así en mi empresa.
- b) Conozco el procedimiento pero no lo suelo utilizar porque no lo considero útil.
- c) Conozco el procedimiento pero no lo suelo utilizar porque no es obligatorio en mi empresa.
- d) Conozco el procedimiento y lo utilizo habitualmente aunque pienso que es mejorable.
- e) Conozco el procedimiento, lo utilizo habitualmente y es suficientemente adecuado.

**7.- Indique si en las obras que le son asignadas realiza usted un programa de trabajos inicial y un presupuesto de ingresos y costes:**

- a) Siempre.
- b) Casi siempre.
- c) Con mucha frecuencia.
- d) Sólo a veces.
- e) Nunca o casi nunca.

**8.- En relación al programa de trabajos inicial y al presupuesto de una obra, indique si tiene en cuenta para su realización los programas y presupuestos provenientes de la fase de estudio (aunque los modifique):**

- a) Siempre.
- b) Casi siempre.
- c) Con mucha frecuencia.
- d) Sólo a veces.
- e) Nunca o casi nunca.

**9.- Indique si en el programa de ejecución de una obra incluye colchones de tiempo (explícitos o no) para cubrir la incertidumbre relacionada con la ocurrencia de distintos hechos y su impacto en la duración de las actividades programadas:**

- a) Siempre.
- b) Casi siempre.
- c) Con mucha frecuencia.
- d) Sólo a veces.
- e) Nunca o casi nunca.

**10.- Indique cuál de los siguientes métodos se aproxima más al que habitualmente utiliza para definir los colchones de tiempo referidos en la pregunta anterior:**

- a) Lo estimo subjetivamente a partir de los factores identificados que pueden hacer que la obra se retrase.
- b) Lo estimo subjetivamente sin identificar qué factores pueden hacer que la obra se retrase.
- c) Cadena Crítica.
- d) Método Monte Carlo.
- e) Otros métodos (nombrar): \_\_\_\_\_

**11.- Indique si en el presupuesto de la obra incluye colchones de dinero (explícitos o no) para cubrir la incertidumbre relacionada con la ocurrencia de distintos hechos y su impacto en el coste de la obra:**

- a) Siempre.
- b) Casi siempre.
- c) Con mucha frecuencia.
- d) Sólo a veces.
- e) Nunca o casi nunca.

**12.- Indique cuál de los siguientes métodos se aproxima más al que habitualmente utiliza para definir los colchones de dinero referidos en la pregunta anterior:**

- a) Lo estimo subjetivamente a partir de los factores identificados que pueden hacer que la obra vea incrementado su coste.
- b) Lo estimo subjetivamente sin identificar qué factores pueden hacer que la obra vea incrementado su coste.
- c) Método Monte Carlo.
- d) Otros métodos (nombrar): \_\_\_\_\_

**13.- Indique cómo suele ser la fecha de finalización objetivo planteada en el programa de trabajos inicial de la obra en relación a la fecha de finalización pactada con el cliente:**

- a) Suele coincidir.
- b) Lo más frecuente es que la fecha de finalización objetivo sea más temprana que la pactada con el cliente.
- c) Lo más frecuente es que la fecha de finalización objetivo sea más tardía que la pactada con el cliente.

**ENCUESTA ESPECÍFICA PARA JEFES DE OBRA -  
GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE**

**14.- Cuando la fecha de finalización objetivo es más temprana que la pactada con el cliente, la razón habitual suele ser:**

- a) Se han detectado oportunidades concretas para poder acelerar la obra.
- b) No se han detectado oportunidades concretas pero es necesario acelerar la obra.
- c) Una mezcla de las dos anteriores respuestas.

**15.- La justificación habitual del beneficio objetivo planteado en el presupuesto de ejecución de la obra suele ser:**

- a) La relación entre costes e ingresos evaluables de forma objetiva.
- b) La valoración de oportunidades identificadas para poder reducir el coste de la obra y/o incrementar los ingresos (a pesar de que presenten incertidumbre).
- c) Una mezcla de las dos anteriores respuestas.

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

**Dr. Ing. Eugenio Pellicer Armiñana - Profesor Titular Universidad Politécnica de Valencia.  
Ing. José Ignacio Ortiz González - Doctorando - Universidad Politécnica de Valencia.**

**ENCUESTA ESPECÍFICA PARA EL RESTO DEL PERSONAL (NO JEFES DE OBRA) -  
GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE**

**6.- Indique cuál es su opinión acerca del procedimiento o instrucción formal existente en su empresa para gestionar la incertidumbre sobre hechos o circunstancias que pudieran afectar a los resultados de las obras:**

- a) No conozco la existencia de un procedimiento así en mi empresa.  
 b) Conozco el procedimiento pero no lo suelo utilizar porque no lo considero útil.  
 c) Conozco el procedimiento pero no lo suelo utilizar porque no es obligatorio en mi empresa.  
 d) Conozco el procedimiento y lo utilizo habitualmente aunque pienso que es mejorable.  
 e) Conozco el procedimiento, lo utilizo habitualmente y es suficientemente adecuado.  
 f) Conozco el procedimiento pero no sé si se utiliza habitualmente y ni si es adecuado.

**7.- Indique si cree que los Jefes de Obra realizan un programa de trabajos inicial y un presupuesto de ingresos y costes en las obras que tienen asignadas:**

- a) Siempre.  
 b) Casi siempre.  
 c) Con mucha frecuencia.  
 d) Sólo a veces.  
 e) Nunca o casi nunca.  
 f) No lo sé.

**8.- En relación al programa de trabajos inicial y al presupuesto de una obra, indique si cree que el Jefe de Obra tiene en cuenta para su realización los programas y presupuestos provenientes de la fase de estudio (aunque los modifique):**

- a) Siempre.  
 b) Casi siempre.  
 c) Con mucha frecuencia.  
 d) Sólo a veces.  
 e) Nunca o casi nunca.  
 f) No lo sé.

**9.- Indique si cree que el programa de trabajos de una obra incluye colchones de tiempo (explícitos o no) para cubrir la incertidumbre relacionada con la ocurrencia de distintos hechos y su impacto en la duración de las actividades programadas:**

- Siempre.  
 a) Casi siempre.  
 b) Con mucha frecuencia.  
 c) Sólo a veces.  
 d) Nunca o casi nunca.  
 e) No lo sé.

**10.- Indique cuál de los siguientes métodos cree que se aproxima más al que habitualmente utilizan los Jefes de Obra para definir los colchones de tiempo referidos en la pregunta anterior:**

- a) Lo estiman subjetivamente a partir de los factores identificados que pueden hacer que la obra se retrase.  
 b) Lo estiman subjetivamente sin identificar qué factores pueden hacer que la obra se retrase.  
 c) Cadena Crítica.  
 d) Método Monte Carlo.  
 e) Otros métodos (nombrar): \_\_\_\_\_  
 f) No lo sé.

**11.- Indique si cree que el presupuesto de la obra incluye colchones de dinero (explícitos o no) para cubrir la incertidumbre relacionada con la ocurrencia de distintos hechos y su impacto en el coste de la obra:**

- a) Siempre.  
 b) Casi siempre.  
 c) Con mucha frecuencia.  
 d) Sólo a veces.  
 e) Nunca o casi nunca.  
 f) No lo sé.

**12.- Indique cuál de los siguientes métodos cree que se aproxima más al que habitualmente utilizan los Jefes de Obra para definir los colchones de dinero referidos en la pregunta anterior:**

- a) Lo estiman subjetivamente a partir de los factores identificados que pueden hacer que la obra vea incrementado su coste.  
 b) Lo estiman subjetivamente sin identificar qué factores pueden hacer que la obra vea incrementado su coste.  
 c) Método Monte Carlo.  
 d) Otros métodos (nombrar): \_\_\_\_\_  
 e) No lo sé.

**ENCUESTA ESPECÍFICA PARA EL RESTO DEL PERSONAL (NO JEFES DE OBRA) -**

**GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE**

**13.- Indique cómo cree que suele ser la fecha de finalización objetivo que figura en el programa inicial de ejecución de la obra desarrollado por el Jefe de Obra en relación a la fecha de finalización pactada con el cliente:**

a) Suele coincidir.

b) Lo más frecuente es que la fecha de finalización objetivo sea más temprana que la pactada con el cliente.

c) Lo más frecuente es que la fecha de finalización objetivo sea más tardía que la pactada con el cliente.

d) No lo sé.

**14.- Cuando la fecha de finalización objetivo es más temprana que la pactada con el cliente, la razón habitual suele ser:**

a) Se han detectado oportunidades concretas para poder acelerar la obra.

b) No se han detectado oportunidades concretas pero es necesario acelerar la obra.

c) Una mezcla de las dos anteriores respuestas.

d) No lo sé.

**15.- La justificación habitual del beneficio objetivo planteado en el presupuesto de ejecución de la obra desarrollado por el Jefe de Obra suele ser:**

a) La relación entre costes e ingresos evaluables de forma objetiva.

b) La valoración de oportunidades identificadas para poder reducir el coste de la obra y/o incrementar los ingresos (a pesar de que presenten incertidumbre).

c) Una mezcla de las dos anteriores respuestas.

d) No lo sé.

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

**Dr. Ing. Eugenio Pellicer Armiñana - Profesor Titular Universidad Politécnica de Valencia.**

**Ing. José Ignacio Ortiz González - Doctorando - Universidad Politécnica de Valencia.**

## Anexo 7. Encuesta: tabla de frecuencias.

DATOS GENERALES	EMPRESA A	EMPRESA B	TOTAL
<b>1.- ¿Cuántos años lleva usted trabajando en el sector de la construcción?</b>			
a) Menos de 1 año.	0	0	0
b) Entre 1 y 5 años.	3	0	3
c) Entre 5 y 10 años.	10	21	31
d) Entre 10 y 20 años.	26	60	86
e) Más de 20 años.	8	13	21
<b>2.- ¿Cuántos años lleva usted trabajando en su actual empresa?</b>			
a) Menos de 1 año.	4	0	4
b) Entre 1 y 5 años.	5	10	15
c) Entre 5 y 10 años.	17	55	72
d) Entre 10 y 20 años.	19	25	44
e) Más de 20 años.	2	4	6
<b>3.- Formación:</b>			
a) Arquitecto Superior	3	3	6
b) Ingeniero Superior	19	34	53
c) Arquitecto Técnico	9	23	32
d) Ingeniero Técnico	14	30	44
e) Otros (con formación universitaria)	2	2	4
f) Sin formación universitaria	0	2	2



DATOS GENERALES	EMPRESA A	EMPRESA B	TOTAL
<b>4.- Indique cuál de las siguientes alternativas describe de forma más precisa su puesto de trabajo actual.</b>			
a) Encargado de Obra.	0	1	1
b) Jefe de Producción o Asistente del Jefe de Obra.	6	13	19
c) Jefe de Obra.	8	33	41
d) Técnico del Departamento de Estudios, Departamento Técnico, PRL o Calidad.	21	14	35
e) Jefe de Grupo de Obras.	3	17	20
f) Delegado de Zona o similar.	4	8	12
g) Directivo.	5	8	13

<b>ENCUESTA ESPECÍFICA PARA JEFES DE OBRA - GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE</b>	<b>EMPRESA A</b>	<b>EMPRESA B</b>	<b>TOTAL</b>
---	------------------	------------------	--------------

<b>5.- ¿Cuántos años lleva usted trabajando en su actual puesto de trabajo?</b>			
a) Menos de 1 año.	0	1	1
b) Entre 1 y 5 años.	3	6	9
c) Entre 5 y 10 años.	4	16	20
d) Entre 10 y 20 años.	1	10	11
e) Más de 20 años.	0	0	0

<b>6.- Indique cuál es su opinión acerca del procedimiento o instrucción formal existente en su empresa para gestionar la incertidumbre sobre hechos o circunstancias que pudieran afectar a los resultados de las obras:</b>			
a) No conozco la existencia de un procedimiento así en mi empresa.	6	12	18
b) Conozco el procedimiento pero no lo suelo utilizar porque no lo considero útil.	0	1	1
c) Conozco el procedimiento pero no lo suelo utilizar porque no es obligatorio en mi empresa.	0	1	1
d) Conozco el procedimiento y lo utilizo habitualmente aunque pienso que es mejorable.	2	15	17
e) Conozco el procedimiento, lo utilizo habitualmente y es suficientemente adecuado.	0	4	4

<b>7.- Indique si en las obras que le son asignadas realiza usted un programa de trabajos inicial y un presupuesto de ingresos y costes.</b>			
a) Siempre.	7	29	36
b) Casi siempre.	1	1	2
c) Con mucha frecuencia.	0	3	3
d) Sólo a veces.	0	0	0
e) Nunca o casi nunca.	0	0	0

ENCUESTA ESPECÍFICA PARA JEFES DE OBRA - GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE	EMPRESA A	EMPRESA B	TOTAL
---	-----------	-----------	-------

**8.- En relación al programa de trabajos inicial y al presupuesto de una obra, indique si tiene en cuenta para su realización los programas y presupuestos provenientes de la fase de estudio (aunque los modifique).**

a) Siempre.	6	7	13
b) Casi siempre.	0	11	11
c) Con mucha frecuencia.	0	4	4
d) Sólo a veces.	2	8	10
e) Nunca o casi nunca.	0	3	3

**9.- Indique si en el programa de ejecución de una obra incluye colchones de tiempo (explícitos o no) para cubrir la incertidumbre relacionada con la ocurrencia de distintos hechos y su impacto en la duración de las actividades programadas.**

a) Siempre.	2	5	7
b) Casi siempre.	1	8	9
c) Con mucha frecuencia.	1	4	5
d) Sólo a veces.	2	14	16
e) Nunca o casi nunca.	2	2	4

**10.- Indique cuál de los siguientes métodos se aproxima más al que habitualmente utiliza para definir los colchones de tiempo referidos en la pregunta anterior.**

a) Lo estimo subjetivamente a partir de los factores identificados que pueden hacer que la obra se retrase.	6	17	23
b) Lo estimo subjetivamente sin identificar qué factores pueden hacer que la obra se retrase.	2	8	10
c) Cadena Crítica.	0	8	8
d) Método Monte Carlo.	0	0	0
e) Otros métodos (nombrar): _____	0	0	0

ENCUESTA ESPECÍFICA PARA JEFES DE OBRA - GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE	EMPRESA A	EMPRESA B	TOTAL
---	-----------	-----------	-------

**11.- Indique si en el presupuesto de la obra incluye colchones de dinero (explícitos o no) para cubrir la incertidumbre relacionada con la ocurrencia de distintos hechos y su impacto en el coste de la obra.**

a) Siempre.	2	7	9
b) Casi siempre.	1	4	5
c) Con mucha frecuencia.	0	6	6
d) Sólo a veces.	4	12	16
e) Nunca o casi nunca.	1	4	5

**12.- Indique cuál de los siguientes métodos se aproxima más al que habitualmente utiliza para definir los colchones de dinero referidos en la pregunta anterior.**

a) Lo estimo subjetivamente a partir de los factores identificados que pueden hacer que la obra vea incrementado su coste.	5	31	36
b) Lo estimo subjetivamente sin identificar qué factores pueden hacer que la obra vea incrementado su coste.	3	2	5
c) Método Monte Carlo.	0	0	0
d) Otros métodos (nombrar): _____	0	0	0

**13.- Indique cómo suele ser la fecha de finalización objetivo planteada en el programa de trabajos inicial de la obra en relación a la fecha de finalización pactada con el cliente.**

a) Suele coincidir.	4	21	25
b) Lo más frecuente es que la fecha de finalización objetivo sea más temprana que la pactada con el cliente.	1	7	8
c) Lo más frecuente es que la fecha de finalización objetivo sea más tardía que la pactada con el cliente.	3	5	8

ENCUESTA ESPECÍFICA PARA JEFES DE OBRA - GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE	EMPRESA A	EMPRESA B	TOTAL
---	-----------	-----------	-------

**14.- Cuando la fecha de finalización objetivo es más temprana que la pactada con el cliente, la razón habitual suele ser:**

a) Se han detectado oportunidades concretas para poder acelerar la obra.	5	8	13
b) No se han detectado oportunidades concretas pero es necesario acelerar la obra.	2	4	6
c) Una mezcla de las dos anteriores respuestas.	1	21	22

**15.- La justificación habitual del beneficio objetivo planteado en el presupuesto de ejecución de la obra suele ser:**

a) La relación entre costes e ingresos evaluables de forma objetiva.	3	13	16
b) La valoración de oportunidades identificadas para poder reducir el coste de la obra y/o incrementar los ingresos (a pesar de que presenten incertidumbre).	2	2	4
c) Una mezcla de las dos anteriores respuestas.	3	18	21

<b>ENCUESTA ESPECÍFICA PARA EL RESTO DEL PERSONAL (NO JEFES DE OBRA) - GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE</b>	<b>EMPRESA A</b>	<b>EMPRESA B</b>	<b>TOTAL</b>
--	------------------	------------------	--------------

<b>5.- ¿Cuántos años lleva usted trabajando en su actual puesto de trabajo?</b>			
a) Menos de 1 año.	2	3	5
b) Entre 1 y 5 años.	10	18	28
c) Entre 5 y 10 años.	17	30	47
d) Entre 10 y 20 años.	8	9	17
e) Más de 20 años.	2	1	3

<b>6.- Indique cuál es su opinión acerca del procedimiento o instrucción formal existente en su empresa para gestionar la incertidumbre sobre hechos o circunstancias que pudieran afectar a los resultados de las obras</b>			
a) No conozco la existencia de un procedimiento así en mi empresa.	27	31	58
b) Conozco el procedimiento pero no lo suelo utilizar porque no lo considero útil.	1	0	1
c) Conozco el procedimiento pero no lo suelo utilizar porque no es obligatorio en mi empresa.	0	1	1
d) Conozco el procedimiento y lo utilizo habitualmente aunque pienso que es mejorable.	5	15	20
e) Conozco el procedimiento, lo utilizo habitualmente y es suficientemente adecuado.	6	11	17
f) Conozco el procedimiento pero no sé si se utiliza habitualmente y ni si es adecuado.	0	3	3

<b>7.- Indique si cree que los Jefes de Obra realizan un programa de trabajos inicial y un presupuesto de ingresos y costes en las obras que tienen asignadas.</b>			
a) Siempre.	33	50	83
b) Casi siempre.	5	9	14
c) Con mucha frecuencia.	1	2	3
d) Sólo a veces.	0	0	0
e) Nunca o casi nunca.	0	0	0
f) No lo sé.	0	0	0

<b>ENCUESTA ESPECÍFICA PARA EL RESTO DEL PERSONAL (NO JEFES DE OBRA) - GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE</b>	<b>EMPRESA A</b>	<b>EMPRESA B</b>	<b>TOTAL</b>
--	------------------	------------------	--------------

**8.- En relación al programa de trabajos inicial y al presupuesto de una obra, indique si cree que el Jefe de Obra tiene en cuenta para su realización los programas y presupuestos provenientes de la fase de estudio (aunque los modifique).**

a) Siempre.	18	15	33
b) Casi siempre.	13	19	32
c) Con mucha frecuencia.	2	9	11
d) Sólo a veces.	6	12	18
e) Nunca o casi nunca.	0	4	4
f) No lo sé.	0	2	2

**9.- Indique si cree que el programa de trabajos de una obra incluye colchones de tiempo (explícitos o no) para cubrir la incertidumbre relacionada con la ocurrencia de distintos hechos y su impacto en la duración de las actividades programadas.**

a) Siempre.	6	5	11
b) Casi siempre.	9	21	30
c) Con mucha frecuencia.	8	7	15
d) Sólo a veces.	11	16	27
e) Nunca o casi nunca.	2	9	11
f) No lo sé.	3	3	6

**10.- Indique cuál de los siguientes métodos cree que se aproxima más al que habitualmente utilizan los Jefes de Obra para definir los colchones de tiempo referidos en la pregunta anterior.**

a) Lo estiman subjetivamente a partir de los factores identificados que pueden hacer que la obra se retrase.	15	26	41
b) Lo estiman subjetivamente sin identificar qué factores pueden hacer que la obra se retrase.	7	18	25
c) Cadena Crítica.	9	8	17
d) Método Monte Carlo.	0	0	0
e) Otros métodos (nombrar): _____	0	0	0
f) No lo sé.	8	9	17

<b>ENCUESTA ESPECÍFICA PARA EL RESTO DEL PERSONAL (NO JEFES DE OBRA) - GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE</b>	<b>EMPRESA A</b>	<b>EMPRESA B</b>	<b>TOTAL</b>
--	------------------	------------------	--------------

**11.- Indique si cree que el presupuesto de la obra incluye colchones de dinero (explícitos o no) para cubrir la incertidumbre relacionada con la ocurrencia de distintos hechos y su impacto en el coste de la obra.**

a) Siempre.	6	5	11
b) Casi siempre.	11	16	27
c) Con mucha frecuencia.	5	13	18
d) Sólo a veces.	9	17	26
e) Nunca o casi nunca.	5	8	13
f) No lo sé.	3	2	5

**12.- Indique cuál de los siguientes métodos cree que se aproxima más al que habitualmente utilizan los Jefes de Obra para definir los colchones de dinero referidos en la pregunta anterior.**

a) Lo estiman subjetivamente a partir de los factores identificados que pueden hacer que la obra vea incrementando su coste.	22	40	62
b) Lo estiman subjetivamente sin identificar qué factores pueden hacer que la obra vea incrementado su coste.	6	15	21
c) Método Monte Carlo.	0	0	0
d) Otros métodos (nombrar): _____	0	0	0
e) No lo sé.	11	8	19

**13.- Indique cómo cree que suele ser la fecha de finalización objetivo que figura en el programa inicial de ejecución de la obra desarrollado por el Jefe de Obra en relación a la fecha de finalización pactada con el cliente.**

a) Suele coincidir.	12	27	39
b) Lo más frecuente es que la fecha de finalización objetivo sea más temprana que la pactada con el cliente.	12	19	31
c) Lo más frecuente es que la fecha de finalización objetivo sea más tardía que la pactada con el cliente.	15	15	30
d) No lo sé.	0	0	0



<b>ENCUESTA ESPECÍFICA PARA EL RESTO DEL PERSONAL (NO JEFES DE OBRA) - GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE</b>	<b>EMPRESA A</b>	<b>EMPRESA B</b>	<b>TOTAL</b>
--	------------------	------------------	--------------

**14.- Cuando la fecha de finalización objetivo es más temprana que la pactada con el cliente, la razón habitual suele ser:**

a) Se han detectado oportunidades concretas para poder acelerar la obra.	17	16	33
b) No se han detectado oportunidades concretas pero es necesario acelerar la obra.	5	11	16
c) Una mezcla de las dos anteriores respuestas.	16	32	48
d) No lo sé.	1	2	3

**15.- La justificación habitual del beneficio objetivo planteado en el presupuesto de ejecución de la obra desarrollado por el Jefe de Obra suele ser:**

a) La relación entre costes e ingresos evaluables de forma objetiva.	10	13	23
b) La valoración de oportunidades identificadas para poder reducir el coste de la obra y/o incrementar los ingresos (a pesar de que presenten incertidumbre).	8	8	16
c) Una mezcla de las dos anteriores respuestas.	16	39	55
d) No lo sé.	5	1	6

---

**Anexo 8. Protocolo del estudio de caso.****1º. LANZAMIENTO DEL TRABAJO DE CAMPO - COORDINACIÓN CON LAS EMPRESAS.**

Una vez obtenido su compromiso de colaboración formal, el primer objetivo a alcanzar en relación a las empresas seleccionadas es conseguir la implicación real y explícita de la alta dirección de la empresa con el proyecto. Para ello, durante una reunión con el directivo senior de cada empresa (que forma además parte del Estudio Previo de esta investigación) se le informará detalladamente de los objetivos del proyecto, de las preguntas de la investigación y del apoyo requerido por parte de su empresa y específicamente de él/ella. Para ello se tomarán como base las preguntas específicas de la investigación que se citan a continuación. Estas preguntas específicas se derivan –tal y como se expuso en el capítulo quinto- de las preguntas de la investigación y de los grupos de variables de gestión del fenómeno investigado resultantes de la revisión del estado del arte:

6. ¿QUIÉN o QUIENES son los responsables de la gestión de las reservas para contingencias por parte de la empresa durante la ejecución de la obra?
7. ¿QUÉ tipos de reservas para contingencias utiliza la empresa en las obras?
8. ¿QUÉ formato tienen las reservas utilizadas (oculto o explícito, global o detallado)?
9. ¿CÓMO estima la empresa el tamaño inicial de las reservas?
10. ¿CÓMO se modifica el tamaño de las reservas a lo largo de la vida de la obra (actualización) y EN QUÉ se aplican las reservas para contingencias?

Adicionalmente, durante la entrevista con el directivo senior de cada empresa, se concretarán los aspectos operativos de la investigación, a saber:

- Será necesario entrevistar a varios jefes de obra (número indeterminado hasta conseguir saturación, como máximo doce) y a un directivo junior.
- Las características de los jefes de obra a entrevistar deben ser las siguientes:
  - Titulados universitarios en ingeniería o arquitectura (de grado medio o superior). Sería factible entrevistar a alguna persona que no tuviera titulación universitaria en ingeniería o arquitectura siempre y cuando su experiencia profesional en su puesto de trabajo actual fuera no inferior a quince años.
  - Experiencia profesional en el sector de la construcción no inferior a diez años.
  - Experiencia profesional en su puesto de trabajo actual no inferior a dos años.
  - Puesto de trabajo actual: jefes de obra.
- El directivo junior a entrevistas debe ser como mínimo un Delegado de zona o similar, teniendo responsabilidad directa sobre
- De cara a las ENTREVISTAS, pedir al directivo senior que sea él quien se encargue de citar a los entrevistados. El objetivo es que la implicación de la alta dirección haga que los entrevistados den al proyecto la importancia debida.

- Con el fin de permitir la OBSERVACIÓN DIRECTA y también para que el entrevistado se encuentre lo más cómodo posible, las entrevistas se deberán realizar en su centro de trabajo (obra o despacho en la sede de la empresa en el caso del directivo junior).
- Se debe informar al directivo senior de que las entrevistas no se grabarán por ningún medio.
- Se solicitará al directivo senior que comunique a los entrevistados que dentro del marco de la investigación pueden permitir al investigador el análisis de DOCUMENTACIÓN y DATOS DE ARCHIVO de obra tales como presupuestos, programas de trabajos, procedimientos, pedidos, contratos, registros de seguimiento de obras, etc.
- Desde el punto de vista de los intereses de esta investigación, las entrevistas deberán desarrollarse tan próximas en el tiempo como sea posible, aunque no se realizarán más de dos diarias; el objetivo es que la información no estructurada sea aprovechada por el investigador de forma óptima. De forma aproximada, el objetivo es desarrollar las entrevistas a lo largo de los meses de marzo y abril. Las fechas concretas se determinarán, por supuesto, en función de la disponibilidad de los entrevistados.

El resultado tangible de este punto del proceso será la determinación de las personas concretas a entrevistar y la programación de las reuniones a mantener con ellas.

## **2º. PROCEDIMIENTOS DE CAMPO – PASOS PREVIOS.**

Una vez desarrollado el guion de las entrevistas a partir de las preguntas específicas de la investigación, seleccionados los entrevistados a partir de los criterios establecidos y confirmadas las citas por parte del directivo senior o alguien de su equipo, es necesario ponerse en contacto personalmente con los entrevistados de forma previa a la reunión con el fin de mantener una primera toma de contacto y agradecerle su tiempo y disponibilidad. El objetivo es ganarse la confianza del entrevistado.

Durante las reuniones con los entrevistados es necesario mantener una actitud activa, tratando de:

- Conseguir que el entrevistado se relaje, manteniendo siempre una actitud humilde y curiosa a la vez que respetuosa. Se deben utilizar las preguntas del CUESTIONARIO (se presenta en el apartado siguiente) como medio para que establecer un dialogo abierto respecto a los distintos aspectos a tratar, registrando explícitamente lo tratado, sin comprometer eso sí, la fluidez de la entrevista.
- Es necesario analizar y describir la actitud del entrevistado: lenguaje corporal, etc. (OBSERVACIÓN DIRECTA).
- Es necesario analizar y describir el entorno de la entrevista: compañeros, llamadas de teléfono, zonas de acopio, etc. (OBSERVACIÓN DIRECTA).
- Se debe solicitar analizar DOCUMENTOS y DATOS DE ARCHIVO de obra (contratos, programas, presupuestos, informes del programa corporativo de gestión, etc.).
- También es necesario pedirle permiso para volver a contactar con él/ella en caso necesario.

A fin de preservar la documentación generada, todos los documentos generados o recibidos en formato papel serán digitalizados.

Teniendo en cuenta las pautas anteriores, el primer paso el día de la entrevista será explicar al entrevistado el objeto y las características del proyecto. Para ello se le permitirá leer el siguiente texto a modo de DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO:

*La incertidumbre es un concepto habitual en cualquier actividad económica. Sin embargo su presencia e intensidad en el desarrollo y ejecución de proyectos de construcción es comparativamente elevada en relación a otros sectores de actividad. La materialización de la incertidumbre puede implicar que la empresa constructora no alcance sus objetivos en la obra (beneficio, plazo de ejecución y cumplimiento de las especificaciones de alcance y calidad). Por ello la gestión de la incertidumbre cobra especial relevancia en el sector de la construcción.*

*Las empresas constructoras gestionan la incertidumbre, la variabilidad y los riesgos a partir de diversas estrategias genéricas: evitar, mitigar o transferir. No obstante, siempre es necesario aceptar ciertos riesgos:*

- *Los riesgos no identificados (desconocidos-desconocidos).*
- *Los riesgos residuales que resultan tras aceptar, transferir, mitigar o evitar parcialmente los riesgos que sí han sido identificados (conocidos-desconocidos).*

*Las empresas constructoras definen reservas para contingencias para cubrir la incertidumbre que han aceptado y cuya materialización podría comprometer la consecución de sus objetivos en la obra. Las reservas para contingencias son paquetes de dinero, de tiempo, de recursos de todo tipo (acopios de materiales, horas-hombre, horas-máquina, espacio) y de especificaciones (alcance y calidad) que se asignan en el momento de tomar decisiones concretas (de precio, de planificación, de programación, de aprovisionamiento, de alcance, de calidad, de diseño de producto, de diseño de proceso, etc.) por encima del volumen necesario en cada caso, con el fin de proteger a la obra de amenazas.*

*Las reservas para contingencias son por tanto un elemento fundamental, no solo de gestión de la incertidumbre, sino de cara a la consecución de los objetivos de la obra. Optimizar su gestión es por tanto una meta necesaria. Pero solo a partir del conocimiento exhaustivo de la realidad se podrán desarrollar propuestas para mejorar la gestión de las reservas para contingencias. Sin embargo es destacable en este sentido que la gran mayoría de los trabajos sobre reservas para contingencias que se han estudiado describen modelos de gestión formales o derivados analíticamente, sin una base empírica acerca de cómo gestionan realmente las empresas constructoras las reservas para contingencias.*

*El objetivo básico de esta investigación, por lo tanto, es analizar y describir cómo gestionan en la actualidad las empresas constructoras las reservas para contingencias, en concreto durante la fase de ejecución de la obra.*

A continuación, y de forma previa al comienzo en sí de la entrevista, es muy importante dejar claro al entrevistado que la confidencialidad de lo tratado y/o de los documentos analizados es total, tanto de cara al exterior de la empresa como incluso internamente. Como evidencia de su acuerdo se le solicitará la firma y cumplimentación de los siguientes formatos:

## Formulario de Conformidad del Entrevistado

---

**Título del Proyecto:** Gestión de la incertidumbre en obra con reservas para contingencias

**Investigadores:**

José Ignacio Ortiz González – Doctorando

Dr. Eugenio Pellicer Armiñana – Profesor Titular

*Universidad Politécnica de Valencia*

---

Ud. ha sido identificado como un actor clave para el proyecto de investigación “Gestión de la incertidumbre en obra con reservas para contingencias” (por favor, consulte la hoja adjunta para una información más detallada sobre el proyecto).

El presente formulario de participación es para realizar una entrevista que requerirá aproximadamente 90 minutos.

Este formulario pretende proporcionar información sobre el proyecto y sobre el procedimiento de la entrevista. La firma del formulario reconoce que Ud. da permiso para ser entrevistado. Su identidad no se revelará ni las transcripciones ni en los análisis de la entrevista. Los investigadores prepararán informes escritos basados en el análisis realizado, y podrán ser publicados como resultados del estudio en varios formatos. Los datos recolectados serán destruidos cinco años después de la finalización del proyecto.

Ud. es libre de rehusar la respuesta a alguna de las cuestiones y de abandonar su participación en cualquier momento sin necesidad de proporcionar ninguna explicación de su decisión. En ese caso, el investigador destruirá todos los datos recolectados.

.....	.....	.....
<b>Firma del Participante</b>	<b>Nombre y Apellidos</b>	<b>Fecha</b>
.....	.....	.....
<b>Firma del Investigador</b>	<b>Nombre y Apellidos</b>	<b>Fecha</b>

## Gestión de la incertidumbre en obra con reservas para contingencias

<b>Nombre y Apellidos:</b>	
<b>Empresa:</b>	
<b>Facturación Aproximada (Año 2013):</b>	
<b>Puesto de Trabajo:</b>	
<b>Experiencia en el Puesto de Trabajo:</b>	
<b>Experiencia en el Sector de la Construcción:</b>	
<b>Titulación Universitaria:</b>	
<b>Datos de Contacto:</b> ○ <b>Teléfono:</b>	○ <b>e-mail:</b>
<b>Firma:</b>	<b>Fecha:</b>

### MUCHAS GRACIAS

#### POR SU PARTICIPACIÓN Y CONTRIBUCIÓN AL PROYECTO

Por favor, indique abajo si...

Me gustaría participar con mayor implicación en este proyecto y no tendría inconveniente en que los investigadores contactaran conmigo con tal fin

Me gustaría recibir el informe final de este proyecto

Una vez introducida la reunión tal y como se ha expuesto, se dará comienzo a la entrevista.

### 3º. PROCEDIMIENTOS DE CAMPO – ENTREVISTAS.

La entrevista tiene un carácter semiestructurado, realizándose en base al siguiente cuestionario, aunque las preguntas concretas son esencialmente la herramienta para conseguir establecer un diálogo que puede y debe ser amplio y variado en torno al fenómeno investigado y su contexto. Cada pregunta lleva asociado un número de orden.

**OBJETIVOS DE LA OBRA. Se trata de identificar los aspectos más relevantes de la fijación o revisión de los objetivos de la obra una vez que se ha conseguido el contrato y que la empresa ha designado un jefe de obra.**

1.- Objetivos de la obra.					
Por favor, señale su elección: (1) <i>muy en desacuerdo</i> , (2) <i>en desacuerdo</i> , (3) <i>neutral (NS/NC)</i> , (4) <i>de acuerdo</i> , (5) <i>muy de acuerdo</i>					
	Muy en Desacuerdo		NS/NC		Muy de Acuerdo
1.1.- Siempre que se asigna la obra a un jefe de obra una vez contratada se definen los objetivos de la obra.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.2.- Uno de los objetivos es un plazo de ejecución concreto.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.3.- Otro de los objetivos es un resultado económico concreto.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.4.- Otro de los objetivos se centra en el alcance y la calidad de la obra.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.5.- Es el jefe de obra quien suele definir los objetivos.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.6.- En la empresa existe un formato estándar para definir los objetivos.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.7.- En general suele existir incertidumbre sobre la posibilidad de alcanzar los objetivos.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.8.- Los objetivos se revisan a lo largo de la obra.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

**La GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE (RIESGOS) es el proceso de PLANIFICACIÓN, IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN, PLANIFICACIÓN DE LA RESPUESTA y CONTROL de los eventos o factores que pueden comprometer la consecución de los objetivos de la obra. Un proyecto aplicado a la fase de construcción de una infraestructura es lo que habitualmente denominamos OBRA.**

## 2.- La gestión de la incertidumbre (riesgos).

Por favor, señale su elección: (1) *muy en desacuerdo*, (2) *en desacuerdo*, (3) *neutral (NS/NC)*, (4) *de acuerdo*, (5) *muy de acuerdo*

	Muy en Desacuerdo	NS/NC	Muy de Acuerdo		
2.1.- Al comienzo de una obra los jefes de obra hacen de forma sistemática un estudio de riesgos: planificación, identificación, evaluación, planificación de respuestas y control.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2.2.- Se identifican factores de riesgo, es decir, causas potenciales de desviación de objetivos.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

2.3.- Valore de 1 a 5 (1 muy poco relevante – 5 muy relevante) la importancia de cada uno de las siguientes categorías de posibles causas de incumplimiento de los objetivos de la obra (es decir, factores de incertidumbre):

- ( ) Complejidad del proyecto.
- ( ) Calidad del proyecto de ejecución (de los documentos técnicos).
- ( ) Tamaño del proyecto.
- ( ) Constructibilidad del diseño.
- ( ) Tendencia a los cambios de alcance.
- ( ) Distancias de transporte de materiales.
- ( ) Medio de transporte de los materiales.
- ( ) Acceso al área de trabajo.
- ( ) Climatología.
- ( ) Tipo de contrato con la propiedad.
- ( ) Tipo de relación con la propiedad y de dirección facultativa.
- ( ) Nivel de confianza y grado de comunicación con el equipo de obra y los subcontratistas.



2.4.- Indique otros posibles grupos de factores de incertidumbre.

---

2.5.- ¿Tiene la empresa un listado-tipo de posibles factores de incertidumbre a contemplar?

---

	Muy en Desacuerdo	NS/NC	Muy de Acuerdo	
2.6.- Cuando se identifica un posible factor de incertidumbre es frecuente tratar de evitar o mitigar su impacto.	①	②	③	④ ⑤
2.7.- Cuando se identifica un posible factor de incertidumbre es frecuente tratar de transferir sus consecuencias a los subcontratistas.	①	②	③	④ ⑤
2.8.- A pesar de tratar de evitar, mitigar o transferir un factor de incertidumbre, en ocasiones hay que aceptar su existencia.	①	②	③	④ ⑤
2.9.- El proceso de gestión de la incertidumbre es continuo a lo largo de la obra.	①	②	③	④ ⑤

2.10.- ¿Considera que su empresa debería contar con un procedimiento explícito de GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE? ¿Por qué cree que no existe?

---

**En las obras pueden existir o surgir circunstancias o hechos concretos (OPORTUNIDADES) que permiten acelerar el proyecto en relación a los objetivos iniciales o mejorar el resultado económico en relación al presupuesto que se realice al principio de la obra.**

### 3.- La gestión de oportunidades.

Por favor, señale su elección: (1) *muy en desacuerdo*, (2) *en desacuerdo*, (3) *neutral (NS/NC)*, (4) *de acuerdo*, (5) *muy de acuerdo*

	Muy en Desacuerdo	NS/NC	Muy de Acuerdo		
3.1.- Al comienzo de una obra los jefes de obra hacen de forma sistemática un estudio de posibles oportunidades que puedan permitir optimizar la obra.	①	②	③	④	⑤

3.2.- Valore de 1 a 5 (1 muy poco relevante – 5 muy relevante) la importancia de cada uno de las siguientes categorías de posibles fuentes de oportunidades.

- ( ) Errores del proyecto técnico contractual.
- ( ) Planificación.
- ( ) Procesos constructivos.
- ( ) Proceso de compras.
- ( ) Tipo de contrato con la propiedad.
- ( ) Tipo de relación con la propiedad y de dirección facultativa.
- ( ) Nivel de confianza y grado de comunicación con el equipo de obra y los subcontratistas.

3.3.- Indique otras posibles fuentes de oportunidades.

\_\_\_\_\_.

3.4.- ¿Tiene la empresa un listado-tipo de posibles fuentes de oportunidades a contemplar?

\_\_\_\_\_.

**La GESTIÓN ECONÓMICA y DEL PLAZO DE EJECUCIÓN de las obras tiene una estrecha relación con la gestión de la incertidumbre y con la gestión de las reservas para contingencias, pues estas tienen como fin proteger los objetivos económicos y de plazo de ejecución de la obra de la materialización de posibles causas de incumplimiento de objetivos, además pueden concretarse en forma de paquetes de tiempo y de dinero.**

**4.- La gestión del plazo y del coste de la obra.**

Por favor, señale su elección: (1) *muy en desacuerdo*, (2) *en desacuerdo*, (3) *neutral (NS/NC)*, (4) *de acuerdo*, (5) *muy de acuerdo*

	Muy en Desacuerdo	NS/NC	Muy de Acuerdo		
4.1.- Al comienzo de cada obra se confecciona el presupuesto de costes e ingresos de la misma.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
4.2.- Al comienzo de cada obra se confecciona la planificación de los trabajos de la misma.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
4.3.- En ambos casos se suelen tener en cuenta los datos provenientes de la fase de estudios.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
4.4.- Los programas y presupuestos se revisan a lo largo de la obra de forma habitual.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
4.5.- En los presupuestos se suelen incluir colchones de dinero para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
4.6.- En las planificaciones de los trabajos se suelen incluir colchones de tiempo para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
4.8.- Los colchones también se revisan a lo largo de la obra.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

4.9.- Valore de 1 a 5 (1 poco o nada habitual – 5 muy habitual) cómo se denomina en su empresa a los colchones de tiempo y dinero antes mencionados:

( ) Reservas.

( ) Reservas para contingencias.

( ) Holguras de tiempo.

( ) Colchones.

( ) Otros: \_\_\_\_\_.

4.10.- Personas que participan en la realización de programas y presupuestos:	Por favor, marque si está de acuerdo	Por favor, clasifique sus opciones basándose en su importancia (1 el más importante – 5 el menos importante)
Jefe de grupo		
Jefe de obra		
Jefe de producción		
Encargado		
Subcontratistas		
Otros: _____		

4.11.- Personas que participan en la gestión (definición y seguimiento) de los colchones de tiempo y dinero:	Por favor, marque si está de acuerdo	Por favor, clasifique sus opciones basándose en su importancia (1 el más importante – 5 el menos importante)
Jefe de grupo		
Jefe de obra		
Jefe de producción		
Encargado		

Subcontratistas		
Otros: _____ _____ _____		

	Muy en Desacuerdo	NS/NC	Muy de Acuerdo		
4.12.- Los colchones de tiempo y dinero suelen ser explícitos.	①	②	③	④	⑤
4.13.- Los colchones de tiempo suelen definirse como una mayor duración prevista de ciertas tareas.	①	②	③	④	⑤
4.14.- Los colchones de dinero suelen definirse como mayores mediciones o mayores costes unitarios.	①	②	③	④	⑤
4.15.- Los colchones de tiempo y dinero suelen ser definidos de forma subjetiva sin tener en cuenta qué hechos pueden ocasionar retrasos o sobrecostes a la obra.	①	②	③	④	⑤
4.16.- Los colchones de tiempo y dinero suelen ser definidos de forma subjetiva teniendo en cuenta qué hechos pueden ocasionar retrasos o sobrecostes a la obra.	①	②	③	④	⑤

4.17.- ¿Qué otros métodos se utilizan en su empresa para gestionar (definir y revisar) los colchones de tiempo y dinero?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_.

**Los objetivos de plazo y los objetivos económicos pueden tener con un mayor o menor nivel de incertidumbre. Los colchones de tiempo y de dinero pueden “proteger” esos objetivos de posibles eventos inciertos o inesperados. Pero los objetivos se pueden definir sin colchones, de forma más ambiciosa a la que resultó de la fase de estudios y del contrato de obra.**

	Muy en Desacuerdo	NS/NC	Muy de Acuerdo		
4.18.- La definición de esos objetivos más “ambiciosos” se suele basar tanto en oportunidades identificadas como en oportunidades que “se deben” encontrar.	①	②	③	④	⑤

4.19.- Cuando se definen objetivos más ambiciosos, ¿cómo se argumenta en los programas de ejecución y en los presupuestos de la obra?

---



---



---



---



---



---



---

**La GESTIÓN DEL ALCANCE Y DE LA CALIDAD es otra de las áreas en las que se concretan objetivos de la obra.**

<b>5.- La gestión del alcance y de la calidad.</b>				
Por favor, señale su elección: (1) <i>muy en desacuerdo</i> , (2) <i>en desacuerdo</i> , (3) <i>neutral (NS/NC)</i> , (4) <i>de acuerdo</i> , (5) <i>muy de acuerdo</i>				
	Muy en Desacuerdo	NS/NC	Muy de Acuerdo	
5.1.- El alcance y la calidad contractuales suelen respetarse.	①	②	③	④ ⑤
5.2.- El alcance y la calidad a ejecutar se analiza y planifica al comienzo de la obra.	①	②	③	④ ⑤
5.3.- En ocasiones el alcance y la calidad contractual presenta ciertas tolerancias que permiten reducir costes y/o reducir plazos.	①	②	③	④ ⑤

**Las obras presentan VARIABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN, entendiendo como tal el hecho de que el rendimiento de las distintas actividades –medido en cantidad de trabajo por unidad de tiempo- no es constante; ello es debido a numerosos motivos (factores de incertidumbre).**

<b>6.- La gestión de la variabilidad de la producción.</b>				
Por favor, señale su elección: (1) <i>muy en desacuerdo</i> , (2) <i>en desacuerdo</i> , (3) <i>neutral (NS/NC)</i> , (4) <i>de acuerdo</i> , (5) <i>muy de acuerdo</i>				
	Muy en Desacuerdo	NS/NC	Muy de Acuerdo	
6.1.- Las asignaciones diarias o semanales de trabajos, se realizan buscando que las tareas predecesoras mantengan una cierta ventaja a las sucesoras.	①	②	③	④ ⑤
6.2.- Las asignaciones diarias o semanales de trabajos, se realizan también con el fin de abrir tajos aunque no sean críticos.	①	②	③	④ ⑤
6.3.- Las compras de materiales, el alquiler o compra de maquinaria y utillaje y la subcontratación se planifican con margen suficiente para absorber incertidumbre.	①	②	③	④ ⑤

6.4.- En las compras de materiales, el alquiler o compra de maquinaria y utillaje y la subcontratación se definen “stocks” de seguridad o reservas de capacidad para absorber incertidumbre.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
--	---

6.5.- Personas que participan en las compras de materiales, de maquinaria y utillaje y en la subcontratación:	Por favor, marque si está de acuerdo	Por favor, clasifique sus opciones basándose en su importancia (1 el más importante – 5 el menos importante)
Jefe de grupo		
Jefe de obra		
Jefe de producción		
Encargado		
Departamento de compras		
Otros: _____ _____ _____		



6.6.- Personas que participan en la definición de los stocks de seguridad en materiales, maquinaria y capacidad de los subcontratistas:	Por favor, marque si está de acuerdo	Por favor, clasifique sus opciones basándose en su importancia (1 el más importante – 5 el menos importante)
Jefe de grupo		
Jefe de obra		
Jefe de producción		
Encargado		
Subcontratistas		
Otros: _____ _____ _____		

**7.- Comentarios Adicionales**

Por favor, escriba los comentarios adicionales que considere relevantes para este estudio utilizando hojas adicionales si fueran necesarias

**MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

A lo largo de las entrevistas y hasta alcanzar la saturación, surgieron ciertos enfoques que aun estando relacionados con las preguntas de la investigación o con aspectos del contexto no fueron explícitamente considerados en la versión inicial del guion de las entrevistas. Por ello se redactó un Anexo al guion que fue utilizado con todos los entrevistados y que se adjunta a continuación.

### **ANEXO 1 AL CUESTIONARIO.**

ANEX 1.1.- ¿Cómo piensas que tus jefes modifican tus propuestas a nivel de definición de objetivos y por qué?

ANEX 1.2.- ¿Utiliza los siguientes colchones de dinero? ¿Cómo los dimensiona? ¿Y si el cliente es LA PROPIA EMPRESA?:

- ( ) Exceso de mediciones.
- ( ) Exceso de costes unitarios.
- ( ) Exceso de costes indirectos por colchones de tiempo.
- ( ) Gastos generales de obra y medios auxiliares.
- ( ) Partidas de PRL.
- ( ) Colchones explícitos (imprevistos). En su caso, ¿por qué no?

ANEX 1.3.- ¿Utiliza los siguientes colchones de tiempo? ¿Cómo los dimensiona? ¿Y si el cliente es LA PROPIA EMPRESA?:

- ( ) Exceso de mediciones.
- ( ) Posible ampliación de jornada.
- ( ) Posible ampliación de recursos.
- ( ) Exceso de duración de tareas.
- ( ) Colchones explícitos. En su caso, ¿por qué no?

ANEX 1.4.- ¿Por qué piensas que los colchones se definen subjetivamente?

ANEX 1.5.- ¿Los colchones en general son para cubrir errores en estimaciones o para cubrir posibles eventos inciertos? ¿En qué proporción?

ANEX 1.6.- ¿Me puedes enseñar el formato de “objetivos no incluidos” de esta obra? (Solo para empresa “B”).

ANEX 1.7.- ¿Piensas que las RC´s son positivas o negativas?

ANEX 1.8.- ¿Qué pasaría si se redujeran las RC´s? ¿Con una mejor planificación se podrían reducir?

#### **4º. REGISTRO DE LA INFORMACIÓN.**

Durante las entrevistas se deben tomar todas las notas que sean necesarias, no obstante, inmediatamente después de cada una de las reuniones es necesario efectuar un registro minucioso y exhaustivo de toda la información como paso previo a su análisis. Para ello se seguirá el siguiente proceso:

1. **TRANSCRIPCIÓN DE LA ENTREVISTA.** A partir de las notas de campo y de la información no registrada físicamente durante las entrevistas. Para ello se utilizará la base de datos creada a tal efecto, cumplimentando las siguientes tablas:
  - a. Tabla de CONTROL DE ENTREVISTAS.
  - b. Tabla de DATOS DEMOGRÁFICOS.
  - c. Tabla de INFO OBSERVADA.
  - d. Tabla de CUESTIONARIO.
  - e. Tabla de RESPUESTA A PREGUNTAS MULTI-OPCIÓN.
2. **CONFECCIÓN DEL INFORME DE LA ENTREVISTA.** Un resumen con las ideas más relevantes extraídas en cada reunión.
3. **REGISTRO DE EVIDENCIAS DOCUMENTALES.** Procedimientos, informes, etc.

Durante el registro de la información se realizará un análisis preliminar de la misma. Cabe la posibilidad de que durante las reuniones surjan aspectos o enfoques no tratados en reuniones precedentes, por lo que estos aspectos no solo se plantearán a los entrevistados futuros como a aquellos cuyas reuniones ya hayan tenido lugar. Este aspecto es de capital importancia de cara a determinar el número de entrevistas a realizar, pues tal y como se expuso en el capítulo quinto el criterio para determinar el número de entrevistados es la saturación, es decir el punto a partir del cual no se observa nueva información o nuevos temas en los datos.

#### **5º. GUÍA PARA EL INFORME FINAL DE CADA ESTUDIO DE CASO.**

Una vez registrada la información de campo tal y cómo se ha expuesto en apartados anteriores, comienza el proceso de condensación y análisis de los datos que se expone detalladamente en el apartado 5.2.3 y que se resume a continuación:

- a. **Condensación de datos.** A partir de los datos de campo registrados. Su resultado será una serie de **MATRICES DE DATOS CONDENSADOS** (Ejemplo en Tabla 5.9). Estas matrices permiten relacionar de forma unívoca cada dato condensado con las evidencias de campo. Cada dato condensado llevará asociado un código de referencia único (número de matriz, fila, columna) cuya importancia esencial estriba en apoyar la trazabilidad de los hallazgos.

**Análisis de datos.** Su resultado serán los hallazgos de cada caso, base para el informe final de cada estudio de caso. Se resume en las tablas de **MATRICES DE HALLAZGOS DE CASO** (Tabla 5.10), aunque adicionalmente la argumentación de los hallazgos se reforzará con un texto explicativo:

PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN / ASPECTO DEL CONTEXTO:					
EVIDENCIAS			HALLAZGOS	CÓDIGO	COMENTARIOS
DATOS CONDENSADOS	OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			

**Tabla 5.10. Formato MATRIZ de HALLAZGOS DE CASO.**

Cada matriz de hallazgos de caso cuenta con los siguientes campos:

- **PREGUNTA ESPECÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN / ASPECTO DEL CONTEXTO.** Pregunta específica de la investigación o aspecto del contexto de la misma al que corresponden los hallazgos enunciados en la tabla.
- **EVIDENCIAS.** Datos o evidencias que apoyen y justifiquen el hallazgo.
  - **DATOS CONDENSADOS.** Datos condensados específicos a partir de los cuales se ha extraído el hallazgo.
  - **OTROS HALLAZGOS DE REFERENCIA.** Hallazgos previos que puedan justificar o argumentar el hallazgo en cuestión.
  - **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.** Referencias bibliográficas relacionadas.
- **HALLAZGO.** Enunciado de cada hallazgo.
- **CÓDIGO:** De cada hallazgo concreto. Ejemplo: #A-HC-2-1-1 sería el hallazgo número 1 de la empresa "A" relacionado con la pregunta específica de la investigación número 2 (y se presenta en la matriz de hallazgos #A-HC-2-1).
- **COMENTARIOS.** Breves reflexiones o puntualizaciones sobre cualquiera de los campos anteriores.

Las matrices de hallazgos de caso serán la base para desarrollar el informe final de cada caso, documentos en los que se basará esencialmente el análisis comparado de ambos casos y por tanto la extracción de conclusiones generales de la investigación.

## Anexo 9. Análisis estadístico de los resultados de las entrevistas (FASE 3).

TABLA A9.1

PREGUNTAS	RESPUESTAS DIRECTIVOS		RESPUESTAS JEFES DE OBRA															
	"A1"	"B1"	ANÁLISIS DE FRECUENCIAS										MEDIAS EMPRESA "A"	MEDIAS EMPRESA "B"	MEDIANAS EMPRESA "A"	MEDIANAS EMPRESA "B"		
			"5"		"4"		"3"		"2"		"1"							
			"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"						
1.1.- Siempre que se asigna la obra a un Jefe de Obra una vez contratada se definen los objetivos de la obra.	5	5	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,00	5,00	5,00	5,00
1.2.- Uno de los objetivos es un plazo de ejecución concreto.	5	5	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,00	5,00	5,00	5,00
1.3.- Otro de los objetivos es un resultado económico concreto.	5	4	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,00	5,00	5,00	5,00
1.4.- Otro de los objetivos se centra en el alcance y la calidad de la obra.	5	5	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,00	5,00	5,00	5,00
1.5.- Es el Jefe de Obra quien suele definir los objetivos.	4	3	0	1	5	2	0	2	1	1	0	0	0	0	3,67	3,50	4,00	3,50
1.6.- En la empresa existe un formato estándar para definir los objetivos.	5	5	5	5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4,50	4,67	5,00	5,00
1.7.- En general suele existir incertidumbre sobre la posibilidad de alcanzar los objetivos.	2	5	1	4	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	3,50	4,67	3,50	5,00
1.8.- Los objetivos se revisan a lo largo de la obra.	5	5	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5,00	4,33	5,00	5,00
2.1.- Al comienzo de una obra los Jefes de Obra hacen de forma sistemática un estudio de riesgos: planificación, identificación, evaluación, planificación de respuestas y control.	2	4	0	1	2	3	2	0	2	1	0	1	0	0	3,00	3,33	3,00	4,00
2.2.- Se identifican factores de riesgo, es decir, causas potenciales de desviación de objetivos.	2	3	1	3	1	1	1	0	3	1	0	1	0	0	3,00	3,67	2,50	4,50
2.3.- Valore de 1 a 5 (1 muy poco relevante – 5 muy relevante) la importancia de cada uno de las siguientes categorías de posibles causas de incumplimiento de los objetivos de la obra (es decir, factores de incertidumbre):	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla
2.4.- Indique otros posibles grupos de factores de incertidumbre:	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.5.- ¿Tiene la empresa un listado-tipo de posibles factores de incertidumbre a contemplar?	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.6.- Cuando se identifica un posible factor de incertidumbre es frecuente tratar de evitar o mitigar su impacto.	5	5	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,00	5,00	5,00	5,00

PREGUNTAS	RESPUESTAS DIRECTIVOS		RESPUESTAS JEFES DE OBRA													
	"A1"	"B1"	ANÁLISIS DE FRECUENCIAS										MEDIAS EMPRESA "A"	MEDIAS EMPRESA "B"	MEDIANAS EMPRESA "A"	MEDIANAS EMPRESA "B"
			"5"		"4"		"3"		"2"		"1"					
			"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"				
2.7.- Cuando se identifica un posible factor de incertidumbre es frecuente tratar de transferir sus consecuencias a los subcontratistas.	4	5	5	2	0	2	1	2	0	0	0	0	4,67	4,00	5,00	4,00
2.8.- A pesar de tratar de evitar, mitigar o transferir un factor de incertidumbre, en ocasiones hay que aceptar su existencia.	4	4	6	5	0	1	0	0	0	0	0	0	5,00	4,83	5,00	5,00
2.9.- El proceso de gestión de la incertidumbre es continuo a lo largo de la obra.	4	5	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	5,00	5,00	5,00	5,00
2.10.- ¿Considera que su empresa debería contar con un procedimiento explícito de GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE? ¿Por qué cree que no existe?	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0	NA	NA	NA	NA	NA
3.1.- Al comienzo de una obra los Jefes de Obra hacen de forma sistemática un estudio de posibles oportunidades que puedan permitir optimizar la obra.	2,00	5,00	1	6	0	0	3	0	2	0	0	0	3,00	5,00	3,00	5,00
3.2.- Valore de 1 a 5 (1 muy poco relevante – 5 muy relevante) la importancia de cada uno de las siguientes categorías de posibles fuentes de oportunidades:	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla
3.3.- Indique otras posibles fuentes de oportunidades:	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3.4.- ¿Tiene la empresa un listado-tipo de posibles fuentes de oportunidades a contemplar?	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4.1.- Al comienzo de cada obra se confecciona el presupuesto de costes e ingresos de la misma.	5	5	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	5,00	5,00	5,00	5,00
4.2.- Al comienzo de cada obra se confecciona la planificación de los trabajos de la misma.	5	5	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	5,00	5,00	5,00	5,00
4.3.- En ambos casos se suelen tener en cuenta los datos provenientes de la fase de estudios.	5	4	6	2	0	2	0	1	0	1	0	0	5,00	3,83	5,00	4,00
4.4.- Los programas y presupuestos se revisan a lo largo de la obra de forma habitual.	5	5	6	5	0	0	0	0	0	0	0	1	5,00	4,33	5,00	5,00
4.5.- En los presupuestos se suelen incluir colchones de dinero para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.	4	5	3	5	2	1	0	0	1	0	0	0	4,17	4,83	4,50	5,00
4.6.- En las planificaciones de los trabajos se suelen incluir colchones de tiempo para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.	4	5	3	4	1	2	1	0	1	0	0	0	4,00	4,67	4,50	5,00
4.8.- Los colchones también se revisan a lo largo de la obra.	4	4	4	6	1	0	1	0	0	0	0	0	4,50	5,00	5,00	5,00

PREGUNTAS	RESPUESTAS DIRECTIVOS		RESPUESTAS JEFES DE OBRA														
	"A1"	"B1"	ANÁLISIS DE FRECUENCIAS										MEDIAS EMPRESA "A"	MEDIAS EMPRESA "B"	MEDIANAS EMPRESA "A"	MEDIANAS EMPRESA "B"	
			"5"		"4"		"3"		"2"		"1"						
			"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"					
4.9.- Valore de 1 a 5 (1 poco o nada habitual – 5 muy habitual) cómo se denomina en su empresa a los colchones de tiempo y dinero antes mencionados:	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla
4.10.- Personas que participan en la realización de programas y presupuestos:	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla
4.11.- Personas que participan en la gestión (definición y seguimiento) de los colchones de tiempo y dinero:	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla
4.12.- Los colchones de tiempo y dinero suelen ser explícitos.	1	1	0	0	0	0	1	2	0	4	5	1,33	1,33	1,00	1,00		
4.13.- Los colchones de tiempo suelen definirse como una mayor duración prevista de ciertas tareas.	4	5	4	6	1	0	1	0	0	0	0	4,50	5,00	5,00	5,00		
4.14.- Los colchones de dinero suelen definirse como mayores mediciones o mayores costes unitarios.	4	5	4	5	1	0	1	0	0	0	1	4,50	4,33	5,00	5,00		
4.15.- Los colchones de tiempo y dinero suelen ser definidos de forma subjetiva sin tener en cuenta qué hechos pueden ocasionar retrasos o sobrecostes a la obra.	4	5	1	3	3	0	0	0	2	1	0	3,50	3,17	4,00	3,50		
4.16.- Los colchones de tiempo y dinero suelen ser definidos de forma subjetiva teniendo en cuenta qué hechos pueden ocasionar retrasos o sobrecostes a la obra.	2	2	1	4	2	0	0	0	2	1	1	3,00	3,83	3,00	5,00		
4.17.- ¿Qué otros métodos se utilizan en su empresa para gestionar (definir y revisar) los colchones de tiempo y dinero?	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4.18.- La definición de esos objetivos más "ambiciosos" se suele basar tanto en oportunidades identificadas como en oportunidades que "se deben" encontrar.	3	5	0	6	2	0	3	0	1	0	0	3,17	5,00	3,00	5,00		
4.19.- Cuando se definen objetivos más ambiciosos, ¿cómo se argumenta en los programas de ejecución y en los presupuestos de la obra?	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5.1.- El alcance y la calidad contractuales suelen respetarse.	5	3	5	1	1	1	0	4	0	0	0	4,83	3,50	5,00	3,00		
5.2.- El alcance y la calidad a ejecutar se analiza y planifica al comienzo de la obra.	4	5	6	6	0	0	0	0	0	0	0	5,00	5,00	5,00	5,00		
5.3.- En ocasiones el alcance y la calidad contractual presenta ciertas tolerancias que permiten reducir costes y/o reducir plazos.	5	5	4	6	2	0	0	0	0	0	0	4,67	5,00	5,00	5,00		



PREGUNTAS	RESPUESTAS DIRECTIVOS		RESPUESTAS JEFES DE OBRA													
	"A1"	"B1"	ANÁLISIS DE FRECUENCIAS										MEDIAS EMPRESA "A"	MEDIAS EMPRESA "B"	MEDIANAS EMPRESA "A"	MEDIANAS EMPRESA "B"
			"5"		"4"		"3"		"2"		"1"					
			"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"				
6.1.- Las asignaciones diarias o semanales de trabajos, se realizan buscando que las tareas predecesoras mantengan una cierta ventaja a las sucesoras.	5	5	6	5	0	0	0	0	0	1	0	0	5,00	4,50	5,00	5,00
6.2.- Las asignaciones diarias o semanales de trabajos, se realizan también con el fin de abrir tajos aunque no sean críticos.	5	5	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	5,00	5,00	5,00	5,00
6.3.- Las compras de materiales, el alquiler o compra de maquinaria y utillaje y la subcontratación se planifican con margen suficiente para absorber incertidumbre.	4	4	4	5	2	0	0	1	0	0	0	0	4,67	4,67	5,00	5,00
6.4.- En las compras de materiales, el alquiler o compra de maquinaria y utillaje y la subcontratación se definen "stocks" de seguridad o reservas de capacidad para absorber incertidumbre.	4	4	2	1	2	4	2	1	0	0	0	0	4,00	4,00	4,00	4,00
6.5.- Personas que participan en las compras de materiales, de maquinaria y utillaje y en la subcontratación:	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla
6.6.- Personas que participan en la definición de los stocks de seguridad en materiales, maquinaria y capacidad de los subcontratistas:	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla	Otra tabla
7.- Comentarios adicionales.	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

TABLA A9.2

PREGUNTAS	RESPUESTAS DIRECTIVOS		RESPUESTAS JEFES DE OBRA															
	"A1"	"B1"	ANÁLISIS DE FRECUENCIAS										MEDIAS EMPRESA "A"	MEDIAS EMPRESA "B"	MEDIANAS EMPRESA "A"	MEDIANAS EMPRESA "B"		
			"5"		"4"		"3"		"2"		"1"							
			"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"						
<b>PREGUNTA 2.3. Relevancia de factores de riesgo (1 a 5).</b>																		
Complejidad del proyecto	3	5	2	5	3	1	0	0	1	0	0	0	4,00	4,83	4	5		
Calidad del proyecto de ejecución (de los documentos técnicos)	5	3	5	4	0	2	1	0	0	0	0	4,67	4,67	5	5			
Tamaño del proyecto	1	2	0	1	1	1	1	2	4	2	0	2,50	3,17	2	3			
Constructibilidad del diseño	3	4	1	1	2	2	1	3	2	0	0	3,33	3,67	3,5	3,5			
Tendencia a los cambios de alcance	3	4	1	3	3	0	2	1	0	2	0	3,83	3,67	4	4			
Distancias de transporte de materiales	1	2	0	0	1	0	1	1	3	3	2	2,00	1,83	1,5	2			
Medio de transporte de materiales	1	2	0	0	0	0	0	1	3	3	3	1,50	1,83	1,5	2			
Acceso al área de trabajo	2	2	1	0	2	4	0	1	1	1	2	2,83	3,50	3	4			
Climatología	5	2	0	2	5	2	1	2	0	0	0	3,83	4,00	4	4			
Tipo de contrato con la propiedad	1	5	1	4	2	1	1	1	2	0	0	3,33	4,50	3,5	5			
Tipo de relación con la propiedad y dirección facultativa.	1	4	2	4	2	2	2	0	0	0	0	4,00	4,67	4	5			
Nivel de confianza y grado de comunicación con el equipo de obra y los subcontratistas.	4	2	5	4	0	2	1	0	0	0	0	4,67	4,67	5	5			
<b>PREGUNTA 3.2. Relevancia de factores de oportunidad (1 a 5).</b>																		
Errores del proyecto técnico contractual.	1	5	2	5	0	0	1	1	0	0	3	2,67	4,67	2	5			
Planificación.	1	2	1	3	1	3	0	0	0	0	4	2,17	4,50	1	4,5			
Procesos constructivos.	3	4	2	0	2	5	1	0	1	1	0	3,83	3,67	4	4			
Proceso de compras.	5	4	5	5	1	1	0	0	0	0	0	4,83	4,83	5	5			
Tipo de contrato con la propiedad	1	4	1	4	2	1	1	1	1	0	1	3,17	4,50	3,5	5			
Tipo de relación con la propiedad y dirección facultativa.	1	4	2	4	2	2	2	0	0	0	0	4,00	4,67	4	5			
Nivel de confianza y grado de comunicación con el equipo de obra y los subcontratistas.	4	2	6	4	0	2	0	0	0	0	0	5,00	4,67	5	5			

PREGUNTAS	RESPUESTAS DIRECTIVOS		RESPUESTAS JEFES DE OBRA													
	"A1"	"B1"	ANÁLISIS DE FRECUENCIAS										MEDIAS EMPRESA "A"	MEDIAS EMPRESA "B"	MEDIANAS EMPRESA "A"	MEDIANAS EMPRESA "B"
			"5"		"4"		"3"		"2"		"1"					
			"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"				

**PREGUNTA 4.9. Posibles denominaciones para las RC's (1 a 5).**

Reservas.	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	6	5	1,00	1,33	1	1
Reservas para contingencias.	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	1,00	1,00	1	1
Holgura de tiempo.	1	3	2	0	0	0	3	5	0	0	1	1	3,33	2,67	3	3
Colchones.	4	5	2	4	1	2	1	0	1	0	1	0	3,33	4,67	3,5	5
Otros:	1	1	1	0	0	3	0	0	0	0	5	3	1,67	2,50	1	2,5

**PREGUNTA 4.10. Personas que participan en la realización de programas y presupuestos (1 el más imp a 5).**

Jefe de Grupo	1	1	0	0	1	0	0	1	4	5	1	0	2,17	2,17	2	2
Jefe de Obra	2	1	0	0	0	0	0	2	0	4	6	1,33	1,00	1	1	
Jefe de Producción	3	4	2	0	0	0	1	2	3	3	0	1	3,17	2,17	2,5	2
Encargado	5	4	2	2	2	0	1	3	1	1	0	0	3,83	3,50	4	3
Subcontratistas	5	4	3	1	0	2	3	3	0	0	0	0	4,00	3,67	4	3,5
Otros	1	1	1	1	0	2	2	3	3	0	0	0	2,83	3,67	2,5	3,5

**PREGUNTA 4.11. Personas que participan en la gestión (definición y seguimiento) de los colchones de tiempo y dinero (1 el más imp a 5).**

Jefe de Grupo	5	3	3	1	0	0	0	1	2	4	1	0	3,33	2,67	3,5	2
Jefe de Obra	1	1	0	0	0	0	0	1	0	5	6	1,17	1,00	1	1	
Jefe de Producción	5	5	3	4	1	1	1	1	0	0	1	0	3,83	4,50	4,5	5
Encargado	5	5	4	6	0	0	0	0	1	0	1	0	3,83	5,00	5	5
Subcontratistas	5	5	5	6	0	0	1	0	0	0	0	0	4,67	5,00	5	5
Otros	2	2	1	1	1	0	1	1	3	4	0	0	3,00	2,67	2,5	2

PREGUNTAS	RESPUESTAS DIRECTIVOS		RESPUESTAS JEFES DE OBRA													
	"A1"	"B1"	ANÁLISIS DE FRECUENCIAS										MEDIAS EMPRESA "A"	MEDIAS EMPRESA "B"	MEDIANAS EMPRESA "A"	MEDIANAS EMPRESA "B"
			"5"		"4"		"3"		"2"		"1"					
			"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"				

**PREGUNTA 6.5. Personas que participan en las compras (1 el más imp a 5).**

	"A1"	"B1"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"
Jefe de Grupo	3	2	0	0	0	0	2	1	3	5	1	0	2,17	2,17	2	2
Jefe de Obra	2	1	0	0	0	0	0	2	0	4	6	1,33	1,00	1	1	
Jefe de Producción	4	3	1	0	1	0	0	2	3	4	1	0	2,67	2,33	2	2
Encargado	5	4	4	6	0	0	2	0	0	0	0	0	4,33	5,00	5	5
Departamento de Compras	1	2	0	0	0	1	1	3	3	2	2	0	1,83	2,83	2	3
Otros	2	3	0	0	1	3	2	2	2	1	1	0	2,50	3,33	2,5	3,5

**PREGUNTA 6.6. Personas que participan en la definición de stocks de materiales, maquinaria y capacidad (1 el más imp a 5).**

	"A1"	"B1"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"	"A"	"B"
Jefe de Grupo	5	5	6	5	0	0	0	1	0	0	0	0	5,00	4,67	5	5
Jefe de Obra	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	6	1,00	1,00	1	1	
Jefe de Producción	5	2	3	4	0	0	0	2	2	0	1	0	3,33	4,33	3,5	5
Encargado	5	2	5	3	0	0	0	2	0	1	1	0	4,33	3,83	5	4
Subcontratistas	2	3	0	0	0	5	5	0	1	1	0	0	2,67	2,83	3	3
Otros	5	5	5	6	0	0	0	0	0	1	0	0	4,33	5,00	5	5

**TABLA A9.3: PREGUNTAS ANEXO**

EMPRESA A										EMPRESA B									
RESPUESTAS								ANÁLISIS DE FRECUENCIAS JO's Empresa A		RESPUESTAS								ANÁLISIS DE FRECUENCIAS JO's Empresa B	
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	"Sí"	"No"	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	"Sí"	"No"		

**PREGUNTA ANEX 1.2. ¿Utiliza los siguientes colchones de dinero? ¿Cómo los dimensiona? ¿Y si el cliente es LA PROPIA EMPRESA?:**

Exceso de mediciones	Sí	No	No	Sí	No	Sí	Sí	3	3
Exceso de costes unitarios	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	5	1
Costes indirectos de obra y medios auxiliares	Sí	No	No	Sí	Sí	No	Sí	3	3
Partidas de PRL	No	No	No	No	No	No	Sí	1	5
Colchones explícitos (imprevistos). En su caso, ¿por qué no?	No	No	No	No	No	No	No	0	6

Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	4	2
Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	5	1
Sí	No	No	Sí	Sí	No	Sí	3	3
No	No	Sí	Sí	Sí	No	No	3	3
No	No	No	No	No	No	No	0	6

**PREGUNTA ANEX 1.3. ¿Utiliza los siguientes colchones de tiempo? ¿Cómo los dimensiona? ¿Y si el cliente es LA PROPIA EMPRESA?:**

Exceso de mediciones	Sí	No	No	Sí	No	Sí	Sí	3	3
Posible ampliación de jornada	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	0
Posible ampliación de recursos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	0
Exceso de duración de tareas	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	0
Colchones explícitos (imprevistos). En su caso, ¿por qué no?	No	No	No	No	No	No	No	0	6

Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	3	3
Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	0
Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	0
Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	0
No	No	No	No	No	No	No	0	6

---

## **Anexo 10. Guion de entrevistas de revisión de hallazgos con informadores clave.**

### **1º. PROCEDIMIENTOS DE CAMPO – PASOS PREVIOS.**

Una vez desarrollado los guiones de las entrevistas a partir de los hallazgos de la investigación en cada empresa, se debe consensuar con ellos el calendario de las entrevistas.

Durante las reuniones con los entrevistados es necesario mantener una actitud activa, tratando de conseguir que el entrevistado se relaje, manteniendo siempre una actitud humilde y curiosa a la vez que respetuosa. Se deben utilizar las preguntas del CUESTIONARIO (se presenta en el apartado siguiente) como medio para que establecer un dialogo abierto respecto a los distintos aspectos a tratar, registrando explícitamente lo tratado, sin comprometer eso sí, la fluidez de la entrevista.

Para la realización de estas entrevistas no será en principio necesario efectuar una presentación tan exhaustiva del proyecto (aunque quizás sí, pues habrán pasado bastantes desde las entrevistas iniciales), pero sí será necesario dar a conocer a A1 y B1, de forma previa a la entrevista, el alcance y los objetivos de la misma. No obstante, y por si fuera necesario recordarlo, se adjunta un texto a modo de DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO:

*La incertidumbre es un concepto habitual en cualquier actividad económica. Sin embargo su presencia e intensidad en el desarrollo y ejecución de proyectos de construcción es comparativamente elevada en relación a otros sectores de actividad. La materialización de la incertidumbre puede implicar que la empresa constructora no alcance sus objetivos en la obra (beneficio, plazo de ejecución y cumplimiento de las especificaciones de alcance y calidad). Por ello la gestión de la incertidumbre cobra especial relevancia en el sector de la construcción.*

*Las empresas constructoras gestionan la incertidumbre, la variabilidad y los riesgos a partir de diversas estrategias genéricas: evitar, mitigar o transferir. No obstante, siempre es necesario aceptar ciertos riesgos:*

- *Los riesgos no identificados (desconocidos-desconocidos).*
- *Los riesgos residuales que resultan tras aceptar, transferir, mitigar o evitar parcialmente los riesgos que sí han sido identificados (conocidos-desconocidos).*

*Las empresas constructoras definen reservas para contingencias para cubrir la incertidumbre que han aceptado y cuya materialización podría comprometer la consecución de sus objetivos en la obra. Las reservas para contingencias son paquetes de dinero, de tiempo, de recursos de todo tipo (acopios de materiales, horas-hombre, horas-máquina, espacio) y de especificaciones (alcance y calidad) que se asignan en el momento de tomar decisiones concretas (de precio, de planificación, de programación, de aprovisionamiento, de alcance, de calidad, de diseño de producto, de diseño de proceso, etc.) por encima del volumen necesario en cada caso, con el fin de proteger a la obra de amenazas.*

*Las reservas para contingencias son por tanto un elemento fundamental, no solo de gestión de la incertidumbre, sino de cara a la consecución de los objetivos de la obra. Optimizar su gestión es por tanto una meta necesaria. Pero solo a partir del conocimiento exhaustivo de la realidad se podrán desarrollar propuestas para mejorar la gestión de las reservas para contingencias. Sin embargo es destacable en este sentido que la gran mayoría de los trabajos sobre reservas para contingencias que se han estudiado describen modelos de gestión formales o derivados*

*analíticamente, sin una base empírica acerca de cómo gestionan realmente las empresas constructoras las reservas para contingencias.*

*El objetivo básico de esta investigación, por lo tanto, es analizar y describir cómo gestionan en la actualidad las empresas constructoras las reservas para contingencias, en concreto durante la fase de ejecución de la obra. Pretendiendo responder las siguientes preguntas:*

- 1. ¿QUIÉN o QUIENES son los responsables de la gestión de las reservas para contingencias por parte de la empresa durante la ejecución de la obra?*
- 2. ¿QUÉ tipos de reservas para contingencias utiliza la empresa en las obras?*
- 3. ¿QUÉ formato tienen las reservas utilizadas (oculto o explícito, global o detallado)?*
- 4. ¿CÓMO estima la empresa el tamaño inicial de las reservas?*
- 5. ¿CÓMO se modifica el tamaño de las reservas a lo largo de la vida de la obra (actualización) y EN QUÉ se aplican las reservas para contingencias?*

*A tal fin se han desarrollado sendos estudios de caso con dos empresas constructoras españolas. Una de las empresas (la "A") es una empresa de tamaño grande (aunque en el rango inferior: ventas 2013 85 MEur) y completamente integrada, pues únicamente construye para su propia promotora, no consiguiendo nunca ningún contrato en un entorno competitivo. La empresa "A" forma parte de un grupo promotor residencial, comercial e industrial, por lo que su actividad constructora se cuenta en la edificación de sus proyectos, así como la ejecución de las obras de urbanización del suelo que desarrolla. La segunda empresa (la "B") es también una empresa de tamaño grande, aunque notablemente mayor que la "A" (ventas 2013 de 300 MEur), sin embargo casi todos sus contratos los consigue en un entorno competitivo, en España y a nivel internacional. La empresa "B" es el típico contratista general de obra civil y edificación.*

*El objeto de esta entrevista es revisar los hallazgos extraídos en su empresa con usted.*

A continuación, y de forma previa al comienzo en sí de la entrevista, es muy importante dejar claro al entrevistado que la confidencialidad de lo tratado y/o de los documentos analizados es total, tanto de cara al exterior de la empresa como incluso internamente. Como evidencia de su acuerdo se le solicitará la firma y cumplimentación de los siguientes formatos:

## Formulario de Conformidad del Entrevistado

**Título del Proyecto:** Gestión de la incertidumbre en obra con reservas para contingencias

**Investigadores:**

José Ignacio Ortiz González – Doctorando

Dr. Eugenio Pellicer Armiñana – Profesor Titular

*Universidad Politécnica de Valencia*

Ud. ha sido identificado como un actor clave para el proyecto de investigación “Gestión de la incertidumbre en obra con reservas para contingencias” (por favor, consulte la hoja adjunta para una información más detallada sobre el proyecto).

El presente formulario de participación es para realizar una entrevista que requerirá aproximadamente 90 minutos.

Este formulario pretende proporcionar información sobre el proyecto y sobre el procedimiento de la entrevista. La firma del formulario reconoce que Ud. da permiso para ser entrevistado. Su identidad no se revelará ni las transcripciones ni en los análisis de la entrevista. Los investigadores prepararán informes escritos basados en el análisis realizado, y podrán ser publicados como resultados del estudio en varios formatos. Los datos recolectados serán destruidos cinco años después de la finalización del proyecto.

Ud. es libre de rehusar la respuesta a alguna de las cuestiones y de abandonar su participación en cualquier momento sin necesidad de proporcionar ninguna explicación de su decisión. En ese caso, el investigador destruirá todos los datos recolectados.

.....	.....	.....
<b>Firma del Participante</b>	<b>Nombre, Apellidos y Empresa</b>	<b>Fecha</b>
.....	.....	.....
<b>Firma del Investigador</b>	<b>Nombre y Apellidos</b>	<b>Fecha</b>



Una vez introducida la reunión tal y como se ha expuesto, se dará comienzo a la entrevista.

**2º. PROCEDIMIENTOS DE CAMPO – ENTREVISTAS.**

La entrevista tiene un carácter semiestructurado, realizándose en base a los siguientes cuestionarios, aunque las preguntas concretas son esencialmente la herramienta para conseguir establecer un diálogo que puede y debe ser amplio y variado en torno a los resultados previos de la investigación, el fenómeno investigado y su contexto, haciendo especial hincapié en la aportación de sugerencias de mejora de la gestión de reservas para contingencias por parte del entrevistado. Cada pregunta lleva asociado un número de orden según el criterio definido en el apartado 5.2.3.5.

CUESTIONARIO EMPRESA “A”.

**OBJETIVOS DE LA OBRA.** *Se trata de evaluar algunas ideas sobre los aspectos más relevantes de la fijación o revisión de los objetivos de la obra una vez que se ha conseguido el contrato y que la empresa ha designado un jefe de obra.*

<b>1.- Objetivos de la obra.</b>	
Por favor, señale su elección: <i>muy en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), indiferente (3), de acuerdo (4), muy de acuerdo (5)</i>	
	Muy en Desacuerdo <span style="float: right;">Muy de Acuerdo</span>
1.1- #A-HC-C-1-1: Los jefes de obra de la empresa “A” tienen una participación relevante en la fijación de los objetivos de la obra (plazo y coste), aunque sus superiores jerárquicos (jefe de grupo, directivo de área) también intervienen, particularmente aprobando su propuesta o fijando los límites de los objetivos.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
1.2- #A-HC-C-1-2: La consecución de los objetivos de obra en la empresa "A" presenta una incertidumbre moderada.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5

**En las obras pueden existir o surgir circunstancias o hechos concretos (OPORTUNIDADES) que permiten acelerar el proyecto en relación a los objetivos iniciales o mejorar el resultado económico en relación al presupuesto que se realice al principio de la obra. Se le solicita que evalúe algunas ideas al respecto.**

<b>2.- La gestión de la incertidumbre (riesgos y oportunidades).</b>	
Por favor, señale su elección: <i>muy en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), indiferente (3), de acuerdo (4), muy de acuerdo (5)</i>	
	Muy en Desacuerdo <span style="float: right;">Muy de Acuerdo</span>
2.1- #A-HC-C-2-1: La empresa "A" carece de procedimiento o cualquier tipo de pauta o instrucción para guiar a los jefes de obra en la gestión de riesgos (amenazas y oportunidades).	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5

**A continuación se trata de evaluar algunas ideas en relación a la GESTIÓN ECONÓMICA y DEL PLAZO DE EJECUCIÓN de las obras; un aspecto que tiene una estrecha relación con la gestión de la incertidumbre y con la gestión de las reservas para contingencias, pues estas tienen como fin proteger los objetivos económicos y de plazo de ejecución de la obra de la materialización de posibles causas de incumplimiento de objetivos, además pueden concretarse en forma de paquetes de tiempo y de dinero.**

<b>3.- La gestión del plazo y del coste de la obra.</b>	
Por favor, señale su elección: <i>muy en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), indiferente (3), de acuerdo (4), muy de acuerdo (5)</i>	
	Muy en Desacuerdo <span style="float: right;">Muy de Acuerdo</span>
3.1- #A-HC-C-3-1: Los jefes de obra de la empresa "A" desarrollan al principio de cada obra presupuestos de costes y programas de trabajos, para ello tienen en cuenta los datos procedentes de la fase de estudios. Los presupuestos y programas se revisan a lo largo de la obra.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
3.2- #A-HC-2-1-1: La empresa "A" utiliza colchones de tiempo y coste para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5

<p>3.3- #A-HC-3-1-1: La empresa "A" utiliza colchones de tiempo para proteger específicamente la duración de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como una mayor duración de las tareas.</p>	<p>①                      ②                      ③                      ④                      ⑤</p>
<p>3.4- #A-HC-3-1-1: La empresa "A" utiliza colchones de coste para proteger específicamente el coste de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como unos mayores costes unitarios y/o como un exceso de mediciones.</p>	<p>①                      ②                      ③                      ④                      ⑤</p>
<p>3.5- #A-HC-3-3-1: En la empresa "A" los colchones de tiempo y coste no son explícitos, sino ocultos.</p>	<p>①                      ②                      ③                      ④                      ⑤</p>
<p>3.6- #A-HC-3-5-1: En la empresa "A" algunos jefes de obra utilizan como colchones de coste las partidas de costes indirectos.</p>	<p>①                      ②                      ③                      ④                      ⑤</p>
<p>3.7- #A-HC-3-4-1: En la empresa "A" se utilizan las posibles ampliaciones de horario de trabajo y el incremento de recursos, como colchones para proteger de forma genérica el plazo de ejecución.</p>	<p>①                      ②                      ③                      ④                      ⑤</p>
<p>3.8- #A-HC-1-1-1: Los directivos de la empresa "A" condicionan el tamaño de los colchones de tiempo y coste al determinar los objetivos de la obra. A partir de ahí son los jefes de obra quienes deciden el tamaño inicial de los colchones de tiempo y coste.</p>	<p>①                      ②                      ③                      ④                      ⑤</p>
<p>3.9- #A-HC-4-1-1: En la empresa "A" los colchones de tiempo y coste son definidos de forma subjetiva por los jefes de obra.</p>	<p>①                      ②                      ③                      ④                      ⑤</p>
<p>3.10- #A-HC-4-2-1: En la empresa "A" no se conoce ni se utiliza ningún método formal propuesto por la literatura para definir el tamaño de las reservas para contingencias de tiempo y coste.</p>	<p>①                      ②                      ③                      ④                      ⑤</p>
<p>3.11- #A-HC-4-3-1: En la empresa "A" se piensa que los colchones de tiempo y coste son necesarios.</p>	<p>①                      ②                      ③                      ④                      ⑤</p>

3.12- #A-HC-4-4-1: En la empresa "A" se piensa que un exceso de colchones de tiempo y coste es negativo porque induce relajó a los gestores de la obra.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
3.13- #A-HC-4-5-1: En la empresa "A" la opinión general es que es negativo que los colchones de tiempo y coste se reduzcan por debajo de un cierto umbral (variable), pues en tal caso, la probabilidad de que se produjeran desviaciones sobre el plazo y coste planificados se incrementaría de una forma no asumible.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
3.14- #A-HC-4-6-1: En la empresa "A" se piensa que reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste hasta un cierto umbral -variable en función de la aversión al riesgo del decisor y de las circunstancias de cada riesgo concreto- obliga a mejorar los procesos implicados en la construcción y la gestión de la obra.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
3.15- #A-HC-4-7-1: En la empresa "A" se piensa que con más y mejor planificación de la obra, se podría reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
3.16- #A-HC-5-1-1: En la empresa "A" los colchones de tiempo y coste se actualizan de forma automática a lo largo de la obra, pues al estar ocultas en unidades de obra concretas, cuando estas se ejecutan afloran.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
3.17- #A-HC-5-2-1: En la empresa "A" los colchones de tiempo y coste se utilizan tanto para cubrir eventos inciertos como para absorber errores en las estimaciones.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5

**Antes se han tratado las oportunidades que los jefes de obra pueden identificar y valorar para optimizar la obra. Indique su opinión respecto a la siguiente idea.**

<b>4.- La valoración de oportunidades de optimizar la obra.</b>	
Por favor, señale su elección: <i>muy en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), indiferente (3), de acuerdo (4), muy de acuerdo (5)</i>	
	Muy en Desacuerdo <span style="float: right;">Muy de Acuerdo</span>
4.1- #A-HC-2-3-1: En la empresa "A" se valoran las oportunidades identificadas para optimizar el coste y el plazo de la obra como una posible reducción del coste y del plazo esperado.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5

**TERMINOLOGÍA sobre el concepto de RESERVA PARA CONTINGENCIAS.**

<b>5.- Terminología.</b>	
Por favor, señale su elección: <i>muy en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), indiferente (3), de acuerdo (4), muy de acuerdo (5)</i>	
	Muy en Desacuerdo <span style="float: right;">Muy de Acuerdo</span>
5.1- #A-HC-2-2-1: En la empresa "A" el término "colchón" es el más utilizado para designar el concepto de "reserva para contingencias".	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
5.2- #A-HC-2-2-2: En la empresa "A" no se conoce el término "reserva para contingencias".	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5

**La GESTIÓN DEL ALCANCE Y DE LA CALIDAD es otra de las áreas en las que se concretan objetivos de la obra. Evalúe las siguientes ideas al respecto.**

<b>6.- La gestión del alcance y de la calidad.</b>	
Por favor, señale su elección: <i>muy en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), indiferente (3), de acuerdo (4), muy de acuerdo (5)</i>	
	Muy en Desacuerdo <span style="float: right;">Muy de Acuerdo</span>
6.1- #A-HC-C-4-1: La empresa "A" suele ejecutar las obras respetando el alcance y calidad acordado con su cliente.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
6.2- #A-HC-2-4-1: En la empresa "A", los jefes de obra comparten con el cliente las tolerancias (reservas para contingencias de alcance y calidad) que identifican.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5

**Las obras presentan VARIABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN, entendiendo como tal el hecho de que el rendimiento de las distintas actividades –medido en cantidad de trabajo por unidad de tiempo- no es constante; ello es debido a numerosos motivos (factores de incertidumbre).**

<b>7.- La gestión de la variabilidad de la producción.</b>	
Por favor, señale su elección: <i>muy en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), indiferente (3), de acuerdo (4), muy de acuerdo (5)</i>	
	Muy en Desacuerdo <span style="float: right;">Muy de Acuerdo</span>
7.1- #A-HC-2-5-1: La empresa "A" utiliza colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) y capacidad (recursos adicionales).	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
7.2- #A-HC-1-2-1: En la empresa "A", la gestión de los colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) es realizada por los jefes de obra.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
7.3- #A-HC-4-8-1: En la empresa "A" se determina el tamaño de los colchones de materias primas y obra en curso de forma subjetiva.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5

7.4- #A-HC-1-3-1: En la empresa "A", la gestión de los colchones de capacidad (recursos adicionales) se confía en gran medida a los subcontratistas.

①

②

③

④

⑤

### 8.- Comentarios Adicionales

Por favor, escriba los comentarios adicionales que considere relevantes para este estudio utilizando hojas adicionales si fueran necesarias

**MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

CUESTIONARIO EMPRESA "B".

**OBJETIVOS DE LA OBRA.** *Se trata de evaluar algunas ideas sobre los aspectos más relevantes de la fijación o revisión de los objetivos de la obra una vez que se ha conseguido el contrato y que la empresa ha designado un jefe de obra.*

<b>1.- Objetivos de la obra.</b>	
Por favor, señale su elección: <i>muy en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), indiferente (3), de acuerdo (4), muy de acuerdo (5)</i>	
	Muy en Desacuerdo <span style="float: right;">Muy de Acuerdo</span>
1.1- #B-HC-C-1-1: Los jefes de obra de la empresa "B" tienen una participación relevante en la fijación de los objetivos de la obra (plazo y coste), aunque sus superiores jerárquicos (jefe de grupo, directivo de área) también intervienen, particularmente aprobando su propuesta o fijando los límites de los objetivos.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
1.2- #B-HC-C-1-2: La consecución de los objetivos de obra en la empresa "B" presenta una incertidumbre elevada.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5



**En las obras pueden existir o surgir circunstancias o hechos concretos (OPORTUNIDADES) que permiten acelerar el proyecto en relación a los objetivos iniciales o mejorar el resultado económico en relación al presupuesto que se realice al principio de la obra. Se le solicita que evalúe algunas ideas al respecto.**

**2.- La gestión de la incertidumbre (riesgos y oportunidades).**

Por favor, señale su elección: *muy en desacuerdo* (1), *en desacuerdo* (2), *indiferente* (3), *de acuerdo* (4), *muy de acuerdo* (5)

	Muy en Desacuerdo				Muy de Acuerdo
2.1- #B-HC-C-2-1: La empresa "B" carece de procedimiento o cualquier tipo de pauta o instrucción para guiar a los jefes de obra en la gestión de amenazas, sin embargo sí cuenta con unas pautas y un formato explícito para guiar a los jefes de obra en la gestión de oportunidades.	①	②	③	④	⑤

**A continuación se trata de evaluar algunas ideas en relación a la GESTIÓN ECONÓMICA y DEL PLAZO DE EJECUCIÓN de las obras; un aspecto que tiene una estrecha relación con la gestión de la incertidumbre y con la gestión de las reservas para contingencias, pues estas tienen como fin proteger los objetivos económicos y de plazo de ejecución de la obra de la materialización de posibles causas de incumplimiento de objetivos, además pueden concretarse en forma de paquetes de tiempo y de dinero.**

<b>3.- La gestión del plazo y del coste de la obra.</b>					
Por favor, señale su elección: <i>muy en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), indiferente (3), de acuerdo (4), muy de acuerdo (5)</i>					
	Muy en Desacuerdo			Muy de Acuerdo	
3.1- #B-HC-C-3-1: Los jefes de obra de la empresa "B" desarrollan al principio de cada obra presupuestos de costes y programas de trabajos, para ello tienen en cuenta los datos procedentes de la fase de estudios. Los presupuestos y programas se revisan a lo largo de la obra.	①	②	③	④	⑤
3.2- #B-HC-2-1-1: La empresa "B" utiliza colchones de tiempo y coste para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.	①	②	③	④	⑤
3.3- #B-HC-3-1-1: La empresa "B" utiliza colchones de tiempo para proteger específicamente la duración de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como una mayor duración de las tareas.	①	②	③	④	⑤
3.4- #B-HC-3-1-1: La empresa "B" utiliza colchones de coste para proteger específicamente el coste de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como unos mayores costes unitarios y/o como un exceso de mediciones.	①	②	③	④	⑤
3.5- #B-HC-3-3-1: En la empresa "B" los colchones de tiempo y coste no son explícitos, sino ocultos.	①	②	③	④	⑤
3.6- #B-HC-3-5-1: En la empresa "B" algunos jefes de obra utilizan como colchones de coste las partidas de costes indirectos.	①	②	③	④	⑤

3.7- #B-HC-3-4-1: En la empresa "B" se utilizan las posibles ampliaciones de horario de trabajo y el incremento de recursos, como colchones para proteger de forma genérica el plazo de ejecución.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
3.8- #B-HC-1-1-1: Los directivos de la empresa "B" condicionan el tamaño de los colchones de tiempo y coste al determinar los objetivos de la obra. A partir de ahí son los jefes de obra quienes deciden el tamaño inicial de los colchones de tiempo y coste.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
3.9- #B-HC-4-1-1: En la empresa "B" los colchones de tiempo y coste son definidos de forma subjetiva por los jefes de obra.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
3.10- #B-HC-4-2-1: En la empresa "B" no se conoce ni se utiliza ningún método formal propuesto por la literatura para definir el tamaño de las reservas para contingencias de tiempo y coste.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
3.11- #B-HC-4-3-1: En la empresa "B" se piensa que los colchones de tiempo y coste son necesarios.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
3.12- #B-HC-4-4-1: En la empresa "B" se piensa que un exceso de colchones de tiempo y coste es negativo porque induce relajación a los gestores de la obra.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
3.13- #B-HC-4-5-1: En la empresa "B" la opinión general es que es negativo que los colchones de tiempo y coste se reduzcan por debajo de un cierto umbral (variable), pues en tal caso, la probabilidad de que se produjeran desviaciones sobre el plazo y coste planificados se incrementaría de una forma no asumible.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
3.14- #B-HC-4-6-1: En la empresa "B" se piensa que reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste hasta un cierto umbral -variable en función de la aversión al riesgo del decisor y de las circunstancias de cada riesgo concreto- obliga a mejorar los procesos implicados en la construcción y la gestión de la obra.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5

3.15- #B-HC-4-7-1: En la empresa "B" se piensa que con más y mejor planificación de la obra, se podría reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
3.16- #B-HC-5-1-1: En la empresa "B" los colchones de tiempo y coste se actualizan de forma automática a lo largo de la obra, pues al estar ocultas en unidades de obra concretas, cuando estas se ejecutan afloran.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
3.17- #B-HC-5-2-1: En la empresa "B" los colchones de tiempo y coste se utilizan tanto para cubrir eventos inciertos como para absorber errores en las estimaciones.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5

**Antes se han tratado las oportunidades que los jefes de obra pueden identificar y valorar para optimizar la obra. Indique su opinión respecto a la siguiente idea.**

#### 4.- La valoración de oportunidades de optimizar la obra.

Por favor, señale su elección: *muy en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), indiferente (3), de acuerdo (4), muy de acuerdo (5)*

	Muy en Desacuerdo	Muy de Acuerdo			
4.1- #B-HC-2-3-1: En la empresa "B" se valoran las oportunidades identificadas para optimizar el coste y el plazo de la obra como una posible reducción del coste y del plazo esperado.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5

**TERMINOLOGÍA sobre el concepto de RESERVA PARA CONTINGENCIAS.**

<b>5.- Terminología.</b>					
Por favor, señale su elección: <i>muy en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), indiferente (3), de acuerdo (4), muy de acuerdo (5)</i>					
	Muy en Desacuerdo			Muy de Acuerdo	
5.1- #B-HC-2-2-1: En la empresa "B" el término "colchón" es el más utilizado para designar el concepto de "reserva para contingencias".	①	②	③	④	⑤
5.2- #B-HC-2-2-2: En la empresa "B" no se conoce el término "reserva para contingencias".	①	②	③	④	⑤

**La GESTIÓN DEL ALCANCE Y DE LA CALIDAD es otra de las áreas en las que se concretan objetivos de la obra. Evalúe las siguientes ideas al respecto.**

<b>6.- La gestión del alcance y de la calidad.</b>					
Por favor, señale su elección: <i>muy en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), indiferente (3), de acuerdo (4), muy de acuerdo (5)</i>					
	Muy en Desacuerdo			Muy de Acuerdo	
6.1- #B-HC-C-4-1: La empresa "B" suele respetar en términos generales el alcance y calidad contractual, pero tiende a gestionar de forma oportunista el alcance y la calidad del proyecto como forma de optimizar el coste y el plazo de la obra.	①	②	③	④	⑤
6.2- #B-HC-2-4-1: En la empresa "B" las tolerancias (reservas para contingencias de alcance y calidad) que se detectan o que se crean, se gestionan oportunistamente.	①	②	③	④	⑤

**Las obras presentan VARIABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN, entendiendo como tal el hecho de que el rendimiento de las distintas actividades –medido en cantidad de trabajo por unidad de tiempo- no es constante; ello es debido a numerosos motivos (factores de incertidumbre).**

<b>7.- La gestión de la variabilidad de la producción.</b>					
Por favor, señale su elección: <i>muy en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), indiferente (3), de acuerdo (4), muy de acuerdo (5)</i>					
	Muy en Desacuerdo			Muy de Acuerdo	
7.1- #B-HC-2-5-1: La empresa "B" utiliza colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) y capacidad (recursos adicionales).	①	②	③	④	⑤
7.2- #B-HC-1-2-1: En la empresa "B", la gestión de los colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) es realizada por los jefes de obra.	①	②	③	④	⑤
7.3- #B-HC-4-8-1: En la empresa "B" se determina el tamaño de los colchones de materias primas y obra en curso de forma subjetiva.	①	②	③	④	⑤
7.4- #B-HC-1-3-1: En la empresa "B", la gestión de los colchones de capacidad (recursos adicionales) se confía en gran medida a los subcontratistas.	①	②	③	④	⑤

**8.- Comentarios Adicionales**

Por favor, escriba los comentarios adicionales que considere relevantes para este estudio utilizando hojas adicionales si fueran necesarias

**MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

### **3º. REGISTRO DE LA INFORMACIÓN.**

Durante las entrevistas se deben tomar todas las notas que sean necesarias, no obstante, inmediatamente después de cada una de las reuniones es necesario efectuar un registro minucioso y exhaustivo de toda la información como paso previo a su análisis. Para ello se seguirá el siguiente proceso:

4. **TRANSCRIPCIÓN DE LA ENTREVISTA.** A partir de las notas de campo y de la información no registrada físicamente durante las entrevistas. Para ello se utilizará la base de datos creada a tal efecto, cumplimentando las siguientes tablas:
  - a. Tabla de CONTROL DE ENTREVISTAS.
  - b. Tabla de DATOS DEMOGRÁFICOS.
  - c. Tabla de INFO OBSERVADA.
  - d. Tabla de CUESTIONARIO DE REVISIÓN DE HALLAZGOS.
5. **CONFECCIÓN DEL INFORME DE LA ENTREVISTA.** Un resumen con las ideas más relevantes extraídas en cada reunión.

Durante el registro de la información se realizará un análisis preliminar de la misma. Cabe la posibilidad de que durante las reuniones surjan aspectos, enfoques o incluso hallazgos nuevos, por lo que estos aspectos se plantearán al próximo entrevistado o a aquel cuya reunión ya haya tenido lugar.

### **4º. GUÍA PARA EL ANÁLISIS DE LAS ENTREVISTAS.**

Una vez registrada la información de campo tal y como se ha expuesto en apartados anteriores, se determinará, en función de los criterios establecidos en el apartado 5.2.3.5, el grado de validez de cada uno de los hallazgos provisionales de la investigación.

Adicionalmente se analizarán y procesarán las sugerencias que los distintos entrevistados hayan podido plantear para la mejora de la gestión de reservas para contingencias. Estas sugerencias se aportarán en el capítulo octavo como base de posibles futuras investigaciones tendentes a plantear modelos de gestión optimizados.



## **Anexo 11. Protocolo de las entrevistas de la FASE 5.**

### **1º. PROCEDIMIENTOS DE CAMPO – PASOS PREVIOS.**

Una vez desarrollado el guion de las entrevistas a partir de los resultados provisionales de la investigación (Apéndice 7.4) y seleccionados los entrevistados a partir de los criterios establecidos, se debe consensuar con ellos el calendario de las entrevistas.

Durante las reuniones con los entrevistados es necesario mantener una actitud activa, tratando de conseguir que el entrevistado se relaje, manteniendo siempre una actitud humilde y curiosa a la vez que respetuosa. Se deben utilizar las preguntas del CUESTIONARIO (se presenta en el apartado siguiente) como medio para que establecer un dialogo abierto respecto a los distintos aspectos a tratar, registrando explícitamente lo tratado, sin comprometer eso sí, la fluidez de la entrevista.

Teniendo en cuenta las pautas anteriores, el primer paso el día de la entrevista será explicar al entrevistado el objeto y las características del proyecto. Para ello se le permitirá leer el siguiente texto a modo de DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO:

*La incertidumbre es un concepto habitual en cualquier actividad económica. Sin embargo su presencia e intensidad en el desarrollo y ejecución de proyectos de construcción es comparativamente elevada en relación a otros sectores de actividad. La materialización de la incertidumbre puede implicar que la empresa constructora no alcance sus objetivos en la obra (beneficio, plazo de ejecución y cumplimiento de las especificaciones de alcance y calidad). Por ello la gestión de la incertidumbre cobra especial relevancia en el sector de la construcción.*

*Las empresas constructoras gestionan la incertidumbre, la variabilidad y los riesgos a partir de diversas estrategias genéricas: evitar, mitigar o transferir. No obstante, siempre es necesario aceptar ciertos riesgos:*

- *Los riesgos no identificados (desconocidos-desconocidos).*
- *Los riesgos residuales que resultan tras aceptar, transferir, mitigar o evitar parcialmente los riesgos que sí han sido identificados (conocidos-desconocidos).*

*Las empresas constructoras definen reservas para contingencias para cubrir la incertidumbre que han aceptado y cuya materialización podría comprometer la consecución de sus objetivos en la obra. Las reservas para contingencias son paquetes de dinero, de tiempo, de recursos de todo tipo (acopios de materiales, horas-hombre, horas-máquina, espacio) y de especificaciones (alcance y calidad) que se asignan en el momento de tomar decisiones concretas (de precio, de planificación, de programación, de aprovisionamiento, de alcance, de calidad, de diseño de producto, de diseño de proceso, etc.) por encima del volumen necesario en cada caso, con el fin de proteger a la obra de amenazas.*

*Las reservas para contingencias son por tanto un elemento fundamental, no solo de gestión de la incertidumbre, sino de cara a la consecución de los objetivos de la obra. Optimizar su gestión es por tanto una meta necesaria. Pero solo a partir del conocimiento exhaustivo de la realidad se podrán desarrollar propuestas para mejorar la gestión de las reservas para contingencias. Sin embargo es destacable en este sentido que la gran mayoría de los trabajos sobre reservas para contingencias que se han estudiado describen modelos de gestión formales o derivados analíticamente, sin una base empírica acerca de cómo gestionan realmente las empresas constructoras las reservas para contingencias.*

---

*El objetivo básico de esta investigación, por lo tanto, es analizar y describir cómo gestionan en la actualidad las empresas constructoras las reservas para contingencias, en concreto durante la fase de ejecución de la obra. Pretendiendo responder las siguientes preguntas:*

- 6. ¿QUIÉN o QUIENES son los responsables de la gestión de las reservas para contingencias por parte de la empresa durante la ejecución de la obra?*
- 7. ¿QUÉ tipos de reservas para contingencias utiliza la empresa en las obras?*
- 8. ¿QUÉ formato tienen las reservas utilizadas (oculto o explícito, global o detallado)?*
- 9. ¿CÓMO estima la empresa el tamaño inicial de las reservas?*
- 10. ¿CÓMO se modifica el tamaño de las reservas a lo largo de la vida de la obra (actualización) y EN QUÉ se aplican las reservas para contingencias?*

*A tal fin se han desarrollado sendos estudios de caso con dos empresas constructoras españolas. Una de las empresas (la "A") es una empresa de tamaño grande (aunque en el rango inferior: ventas 2013 85 MEur) y completamente integrada, pues únicamente construye para su propia promotora, no consiguiendo nunca ningún contrato en un entorno competitivo. La empresa "A" forma parte de un grupo promotor residencial, comercial e industrial, por lo que su actividad constructora se cuenta en la edificación de sus proyectos, así como la ejecución de las obras de urbanización del suelo que desarrolla. La segunda empresa (la "B") es también una empresa de tamaño grande, aunque notablemente mayor que la "A" (ventas 2013 de 300 MEur), sin embargo casi todos sus contratos los consigue en un entorno competitivo, en España y a nivel internacional. La empresa "B" es el típico contratista general de obra civil y edificación.*

*El objeto de esta entrevista es contrastar los resultados provisionales de la investigación con usted, en base a su experiencia en empresas constructoras de características diferentes a "A" y "B" en cuanto a tamaño y nivel de integración.*

A continuación, y de forma previa al comienzo en sí de la entrevista, es muy importante dejar claro al entrevistado que la confidencialidad de lo tratado y/o de los documentos analizados es total, tanto de cara al exterior de la empresa como incluso internamente. Como evidencia de su acuerdo se le solicitará la firma y cumplimentación de los siguientes formatos:

## Formulario de Conformidad del Entrevistado

---

**Título del Proyecto:** Gestión de la incertidumbre en obra con reservas para contingencias

**Investigadores:**

José Ignacio Ortiz González – Doctorando

Dr. Eugenio Pellicer Armiñana – Profesor Titular

*Universidad Politécnica de Valencia*

---

Ud. ha sido identificado como un actor clave para el proyecto de investigación “Gestión de la incertidumbre en obra con reservas para contingencias” (por favor, consulte la hoja adjunta para una información más detallada sobre el proyecto).

El presente formulario de participación es para realizar una entrevista que requerirá aproximadamente 90 minutos.

Este formulario pretende proporcionar información sobre el proyecto y sobre el procedimiento de la entrevista. La firma del formulario reconoce que Ud. da permiso para ser entrevistado. Su identidad no se revelará ni las transcripciones ni en los análisis de la entrevista. Los investigadores prepararán informes escritos basados en el análisis realizado, y podrán ser publicados como resultados del estudio en varios formatos. Los datos recolectados serán destruidos cinco años después de la finalización del proyecto.

Ud. es libre de rehusar la respuesta a alguna de las cuestiones y de abandonar su participación en cualquier momento sin necesidad de proporcionar ninguna explicación de su decisión. En ese caso, el investigador destruirá todos los datos recolectados.

.....	.....	.....
<b>Firma del Participante</b>	<b>Nombre y Apellidos</b>	<b>Fecha</b>
.....	.....	.....
<b>Firma del Investigador</b>	<b>Nombre y Apellidos</b>	<b>Fecha</b>

## Gestión de la incertidumbre en obra con reservas para contingencias

<b>Nombre y Apellidos:</b>	
<b>Empresa de referencia:</b>	
¿En qué empresa trabaja en la actualidad?:	
<b>Facturación Aproximada (media en el periodo en el que trabajó en la empresa de referencia):</b>	
Nº de trabajadores (media en el periodo en el que trabajó en la empresa de referencia):	
Tamaño del balance (media en el periodo en el que trabajó en la empresa de referencia):	
¿Qué porcentaje medio de las ventas de su empresa de referencia se realizaban a empresas del propio grupo empresarial en licitaciones no competitivas durante el periodo en el que trabajó en ella?	
<b>Puesto de Trabajo en la empresa de referencia:</b>	
<b>Puesto de trabajo actual:</b>	
<b>Años de experiencia en la empresa de referencia:</b>	
<b>Experiencia en el Sector de la Construcción:</b>	
<b>Titulación Universitaria:</b>	
<b>Datos de Contacto:</b> ○ Teléfono:	○ e-mail:
<b>Firma:</b>	<b>Fecha:</b>

**MUCHAS GRACIAS**

**POR SU PARTICIPACIÓN Y CONTRIBUCIÓN AL PROYECTO**

Por favor, indique abajo si...

Me gustaría participar con mayor implicación en este proyecto y no tendría inconveniente en que los investigadores contactaran conmigo con tal fin

Me gustaría recibir el informe final de este proyecto

Una vez introducida la reunión tal y como se ha expuesto, se dará comienzo a la entrevista.

**2º. PROCEDIMIENTOS DE CAMPO – ENTREVISTAS.**

La entrevista tiene un carácter semiestructurado, realizándose en base al siguiente cuestionario, aunque las preguntas concretas son esencialmente la herramienta para conseguir establecer un diálogo que puede y debe ser amplio y variado en torno a los resultados previos de la investigación, el fenómeno investigado y su contexto, haciendo especial hincapié en la aportación de sugerencias de mejora de la gestión de reservas para contingencias por parte del entrevistado. Cada pregunta lleva asociado un número de orden según el criterio definido en el apartado 5.2.5.

**OBJETIVOS DE LA OBRA.** *Se trata de evaluar algunas ideas sobre los aspectos más relevantes de la fijación o revisión de los objetivos de la obra una vez que se ha conseguido el contrato y que la empresa ha designado un jefe de obra.*

<b>1.- Objetivos de la obra.</b>	
Por favor, señale su elección: <i>muy en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), indiferente (3), de acuerdo (4), muy de acuerdo (5)</i>	
	Muy en Desacuerdo <span style="float: right;">Muy de Acuerdo</span>
1.1-PGC-1: Los jefes de obra de su empresa de referencia participan en la fijación de los objetivos de la obra (plazo, coste, alcance-calidad), aunque sus superiores jerárquicos (jefe de grupo, directivo de área) también intervienen, particularmente aprobando su propuesta o fijando los límites de los objetivos.	<input type="radio"/> ① <input type="radio"/> ② <input type="radio"/> ③ <input type="radio"/> ④ <input type="radio"/> ⑤
1.2-PGC-2: La incertidumbre sobre la consecución de los objetivos de obra es menor en las empresas constructoras integradas que en aquellas empresas constructoras que consiguen sus contratos en un entorno competitivo.	<input type="radio"/> ① <input type="radio"/> ② <input type="radio"/> ③ <input type="radio"/> ④ <input type="radio"/> ⑤

**En las obras pueden existir o surgir circunstancias o hechos concretos (OPORTUNIDADES) que permiten acelerar el proyecto en relación a los objetivos iniciales o mejorar el resultado económico en relación al presupuesto que se realice al principio de la obra. Se le solicita que evalúe algunas ideas al respecto.**

<b>2.- La gestión de la incertidumbre (riesgos y oportunidades).</b>	
Por favor, señale su elección: <i>muy en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), indiferente (3), de acuerdo (4), muy de acuerdo (5)</i>	
	Muy en Desacuerdo <span style="float: right;">Muy de Acuerdo</span>
2.1-PGC-3: VERSIÓN 1 (EMPRESA NO INTEGRADA). Su empresa de referencia cuenta con procedimientos, pautas o instrucciones de uso general para la gestión de oportunidades en obra.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
VERSIÓN 2 (EMPRESA TOTAL O PARCIALMENTE INTEGRADA). En su empresa de referencia la gestión de oportunidades en obra es realizada por los jefes de obra en base a sus criterios personales.	

**A continuación se trata de evaluar algunas ideas en relación a la GESTIÓN ECONÓMICA y DEL PLAZO DE EJECUCIÓN de las obras; un aspecto que tiene una estrecha relación con la gestión de la incertidumbre y con la gestión de las reservas para contingencias, pues estas tienen como fin proteger los objetivos económicos y de plazo de ejecución de la obra de la materialización de posibles causas de incumplimiento de objetivos, además pueden concretarse en forma de paquetes de tiempo y de dinero.**

<b>3.- La gestión del plazo y del coste de la obra.</b>	
Por favor, señale su elección: <i>muy en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), indiferente (3), de acuerdo (4), muy de acuerdo (5)</i>	
	Muy en Desacuerdo <span style="float: right;">Muy de Acuerdo</span>
3.1-PGC-6: Los jefes de obra de su empresa de referencia desarrollan al principio de cada obra presupuestos de costes y programas de trabajos, para ello tienen en cuenta los datos procedentes de la fase de estudios. Los presupuestos y programas se revisan a lo largo de la obra.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5

3.2-PG2-1: Su empresa de referencia utiliza colchones de tiempo y coste para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.	①	②	③	④	⑤
3.3-PG3-1: Su empresa de referencia utiliza colchones de tiempo para proteger específicamente la duración de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como una mayor duración de las tareas.	①	②	③	④	⑤
3.4-PG3-2: Su empresa de referencia utiliza colchones de coste para proteger específicamente el coste de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como unos mayores costes unitarios y/o como un exceso de mediciones.	①	②	③	④	⑤
3.5-PG3-3: En su empresa de referencia los colchones de tiempo y coste no son explícitos, sino ocultos.	①	②	③	④	⑤
3.6-PG3-6: En su empresa de referencia algunos jefes de obra utilizan como colchones de coste las partidas de costes indirectos.	①	②	③	④	⑤
3.7-PG3-4: En su empresa de referencia se utilizan las posibles ampliaciones de horario de trabajo y el incremento de recursos, como colchones para proteger de forma genérica el plazo de ejecución.	①	②	③	④	⑤
3.8-PG1-1: Los directivos de su empresa de referencia condicionan el tamaño de los colchones de tiempo y coste al determinar los objetivos de la obra. A partir de ahí son los jefes de obra quienes deciden el tamaño inicial de los colchones de tiempo y coste.	①	②	③	④	⑤
3.9-PG4-1: En su empresa de referencia los colchones de tiempo y coste son definidos de forma subjetiva por los jefes de obra.	①	②	③	④	⑤
3.10-PG4-2: En su empresa de referencia no se conoce ni se utiliza ningún método formal propuesto por la literatura para definir el tamaño de las reservas para contingencias de tiempo y coste.	①	②	③	④	⑤
3.11-PG4-3: En su empresa de referencia se piensa que los colchones de tiempo y coste son necesarios.	①	②	③	④	⑤

<p>3.12-PG4-4: En su empresa de referencia se piensa que un exceso de colchones de tiempo y coste es negativo porque induce relajó a los gestores de la obra.</p>	<p>①      ②      ③      ④      ⑤</p>
<p>3.13-PG4-5: En su empresa de referencia la opinión general es que es negativo que los colchones de tiempo y coste se reduzcan por debajo de un cierto umbral (variable), pues en tal caso, la probabilidad de que se produjeran desviaciones sobre el plazo y coste planificados se incrementaría de una forma no asumible. Sin embargo, dentro de la empresa existen diferentes visiones al respecto. Así, la dirección considera que el nivel mínimo aceptable de colchones de tiempo y coste debe ser inferior al que desean los jefes de obra.</p>	<p>①      ②      ③      ④      ⑤</p>
<p>3.14-PG4-6: En su empresa de referencia se piensa que reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste hasta un cierto umbral -variable en función de la aversión al riesgo del decisor y de las circunstancias de cada riesgo concreto- obliga a mejorar los procesos implicados en la construcción y la gestión de la obra.</p>	<p>①      ②      ③      ④      ⑤</p>
<p>3.15-PG4-7: En su empresa de referencia se piensa que con más y mejor planificación de la obra, se podría reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste.</p>	<p>①      ②      ③      ④      ⑤</p>
<p>3.16-PG5-1: En su empresa de referencia los colchones de tiempo y coste se actualizan de forma automática a lo largo de la obra, pues al estar ocultas en unidades de obra concretas, cuando estas se ejecutan afloran.</p>	<p>①      ②      ③      ④      ⑤</p>
<p>3.17-PG5-2: En su empresa de referencia los colchones de tiempo y coste se utilizan tanto para cubrir eventos inciertos como para absorber errores en las estimaciones.</p>	<p>①      ②      ③      ④      ⑤</p>



**Antes se han tratado las oportunidades que los jefes de obra pueden identificar y valorar para optimizar la obra. Indique su opinión respecto a la siguiente idea.**

<b>4.- La valoración de oportunidades de optimizar la obra.</b>	
Por favor, señale su elección: <i>muy en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), indiferente (3), de acuerdo (4), muy de acuerdo (5)</i>	
	Muy en Desacuerdo <span style="float: right;">Muy de Acuerdo</span>
4.1-PG2-4: En su empresa de referencia se valoran las oportunidades identificadas para optimizar el coste y el plazo de la obra como una posible reducción del coste y del plazo esperado.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5

**TERMINOLOGÍA sobre el concepto de RESERVA PARA CONTINGENCIAS.**

<b>5.- Terminología.</b>	
Por favor, señale su elección: <i>muy en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), indiferente (3), de acuerdo (4), muy de acuerdo (5)</i>	
	Muy en Desacuerdo <span style="float: right;">Muy de Acuerdo</span>
5.1-PG2-2: En su empresa de referencia el término “colchón” es el más utilizado para designar el concepto de “reserva para contingencias”.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5
5.2-PG2-3: En su empresa de referencia no se conoce el término “reserva para contingencias”.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5

**La GESTIÓN DEL ALCANCE Y DE LA CALIDAD es otra de las áreas en las que se concretan objetivos de la obra. Evalúe las siguientes ideas al respecto.**

<b>6.- La gestión del alcance y de la calidad.</b>	
Por favor, señale su elección: <i>muy en desacuerdo</i> (1), <i>en desacuerdo</i> (2), <i>indiferente</i> (3), <i>de acuerdo</i> (4), <i>muy de acuerdo</i> (5)	
	Muy en Desacuerdo <span style="float: right;">Muy de Acuerdo</span>
<p>6.1-PGC-5: VERSIÓN 1 (EMPRESA NO INTEGRADA). Su empresa de referencia suele -en términos generales- respetar el alcance y calidad contractual, pero tiende a gestionar de forma oportunista el alcance y la calidad del proyecto como forma de optimizar el coste y el plazo de la obra.</p> <p>VERSIÓN 2 (EMPRESA TOTAL O PARCIALMENTE INTEGRADA). Su empresa de referencia suele ejecutar las obras respetando el alcance y calidad acordado con su cliente.</p>	<span style="margin: 0 20px;">①</span> <span style="margin: 0 20px;">②</span> <span style="margin: 0 20px;">③</span> <span style="margin: 0 20px;">④</span> <span style="margin: 0 20px;">⑤</span>
<p>6.2-PG2-5: VERSIÓN 1 (EMPRESA NO INTEGRADA). En su empresa de referencia, las tolerancias (reservas para contingencias de alcance y calidad) que se detectan o se crean, se gestionan oportunistamente.</p> <p>VERSIÓN 2 (EMPRESA TOTAL O PARCIALMENTE INTEGRADA). En su empresa de referencia, los jefes de obra comparten con el cliente las tolerancias (reservas para contingencias de alcance y calidad) que identifican.</p>	<span style="margin: 0 20px;">①</span> <span style="margin: 0 20px;">②</span> <span style="margin: 0 20px;">③</span> <span style="margin: 0 20px;">④</span> <span style="margin: 0 20px;">⑤</span>

**Las obras presentan VARIABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN, entendiendo como tal el hecho de que el rendimiento de las distintas actividades –medido en cantidad de trabajo por unidad de tiempo- no es constante; ello es debido a numerosos motivos (factores de incertidumbre).**

**7.- La gestión de la variabilidad de la producción.**

Por favor, señale su elección: *muy en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), indiferente (3), de acuerdo (4), muy de acuerdo (5)*

	Muy en Desacuerdo				Muy de Acuerdo
7.1-PG2-6: En su empresa de referencia utilizan colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) y capacidad (recursos adicionales).	①	②	③	④	⑤
7.2-PG1-2: En su empresa de referencia, la gestión de los colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) es realizada por los jefes de obra.	①	②	③	④	⑤
7.3-PG4-8: Su empresa de referencia determina el tamaño de los colchones de materias primas y obra en curso de forma subjetiva.	①	②	③	④	⑤
7.4-PG1-4: En su empresa de referencia, la gestión de los colchones de capacidad (recursos adicionales) se confía en gran medida a los subcontratistas.	①	②	③	④	⑤

**8.- Comentarios Adicionales**

Por favor, escriba los comentarios adicionales que considere relevantes para este estudio utilizando hojas adicionales si fueran necesarias

**MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

### **3º. REGISTRO DE LA INFORMACIÓN.**

Durante las entrevistas se deben tomar todas las notas que sean necesarias, no obstante, inmediatamente después de cada una de las reuniones es necesario efectuar un registro minucioso y exhaustivo de toda la información como paso previo a su análisis. Para ello se seguirá el siguiente proceso:

6. TRANSCRIPCIÓN DE LA ENTREVISTA. A partir de las notas de campo y de la información no registrada físicamente durante las entrevistas. Para ello se utilizará la base de datos creada a tal efecto, cumplimentando las siguientes tablas:
  - a. Tabla de CONTROL DE ENTREVISTAS.
  - b. Tabla de DATOS DEMOGRÁFICOS.
  - c. Tabla de INFO OBSERVADA.
  - d. Tabla de CUESTIONARIO FASE 5.
7. CONFECCIÓN DEL INFORME DE LA ENTREVISTA. Un resumen con las ideas más relevantes extraídas en cada reunión.
8. REGISTRO DE EVIDENCIAS DOCUMENTALES. Procedimientos, informes, etc.

Durante el registro de la información se realizará un análisis preliminar de la misma. Cabe la posibilidad de que durante las reuniones surjan aspectos o enfoques no tratados en reuniones precedentes, por lo que estos aspectos no solo se plantearán a los entrevistados futuros sino también a aquellos cuyas reuniones ya hayan tenido lugar.

### **4º. GUÍA PARA EL ANÁLISIS DE LAS ENTREVISTAS.**

Una vez registrada la información de campo tal y como se ha expuesto en apartados anteriores, se realizará el tratamiento cuantitativo de las respuestas (cálculo de medianas), determinando, en función de los criterios establecidos en el apartado 5.2.5.5, el grado de validez de cada uno de los resultados provisionales de la investigación.

Adicionalmente se registrarán las sugerencias que los distintos entrevistados hayan podido plantear para la mejora de la gestión de reservas para contingencias. Estas sugerencias se describirán en el capítulo octavo como posible base de futuras investigaciones tendentes a plantear modelos de gestión optimizados.

## Anexo 12. Análisis estadístico de los resultados de las entrevistas (FASE 5).

PREGUNTAS	RESPUESTAS ENTREVISTAS							
	ANÁLISIS DE FRECUENCIAS					RESULTADOS GLOBALES		
	"5"	"4"	"3"	"2"	"1"	Mediana	Xmedio	VALIDEZ
1.1-PGC-1: Los Jefes de Obra de su empresa de referencia participan en la fijación de los objetivos de la obra (plazo, coste, alcance-calidad), aunque sus superiores jerárquicos (jefe de grupo, directivo de área) también intervienen, particularmente aprobando su propuesta o fijando los límites de los objetivos.	5			1		5	4,50	FUERTE
1.2-PGC-2: La incertidumbre sobre la consecución de los objetivos de obra es menor en las empresas constructoras integradas que en aquellas empresas constructoras que consiguen sus contratos en un entorno competitivo.	6					5	5,00	FUERTE
2.1-PGC-3: VERSIÓN 1 (EMPRESA NO INTEGRADA). Su empresa de referencia cuenta con procedimientos, pautas o instrucciones de uso general para la gestión de oportunidades en obra. VERSIÓN 2 (EMPRESA TOTAL O PARCIALMENTE INTEGRADA). En su empresa de referencia la gestión de oportunidades en obra es realizada por los jefes de obra en base a sus criterios personales.	5				1	5	4,33	FUERTE
3.1-PGC-4: Los Jefes de Obra de su empresa de referencia desarrollan al principio de cada obra presupuestos de costes y programas de trabajos, para ello tienen en cuenta los datos procedentes de la fase de estudios. Los presupuestos y programas se revisan a lo largo de la obra.	6					5	5,00	FUERTE
3.2-PG2-1: Su empresa de referencia utiliza colchones de tiempo y coste para absorber la incertidumbre y proteger los objetivos.	6					5	5,00	FUERTE
3.3-PG3-1: Su empresa de referencia utiliza colchones de tiempo para proteger específicamente la duración de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como una mayor duración de las tareas.	6					5	5,00	FUERTE
3.4-PG3-2: Su empresa de referencia utiliza colchones de coste para proteger específicamente el coste de cada unidad de obra. Estos colchones se definen de forma oculta como unos mayores costes unitarios y/o como un exceso de mediciones.	6					5	5,00	FUERTE
3.5-PG3-3: En su empresa de referencia los colchones de tiempo y coste no son explícitos, sino ocultos.	6					5	5,00	FUERTE
3.6-PG3-5: En su empresa de referencia algunos jefes de obra utilizan como colchones de coste las partidas de costes indirectos.	3	1		2		4,5	3,83	FUERTE
3.7-PG3-4: En su empresa de referencia se utilizan las posibles ampliaciones de horario de trabajo y el incremento de recursos, como colchones para proteger de forma genérica el plazo de ejecución.	6					5	5,00	FUERTE
3.8-PG1-1: Los directivos de su empresa de referencia condicionan el tamaño de los colchones de tiempo y coste al determinar los objetivos de la obra. A partir de ahí son los jefes de obra quienes deciden el tamaño inicial de los colchones de tiempo y coste.	6					5	5,00	FUERTE
3.9-PG4-1: En su empresa de referencia los colchones de tiempo y coste son definidos de forma subjetiva por los jefes de obra.	6					5	5,00	FUERTE

PREGUNTAS	RESPUESTAS ENTREVISTAS							
	ANÁLISIS DE FRECUENCIAS					RESULTADOS GLOBALES		
	"5"	"4"	"3"	"2"	"1"	Mediana	Xmedio	VALIDEZ
3.10-PG4-2: En su empresa de referencia no se conoce ni se utiliza ningún método formal propuesto por la literatura para definir el tamaño de las reservas para contingencias de tiempo y coste.	6					5	5,00	FUERTE
3.11-PG4-3: En su empresa de referencia se piensa que los colchones de tiempo y coste son necesarios.	6					5	5,00	FUERTE
3.12-PG4-4: En su empresa de referencia se piensa que un exceso de colchones de tiempo y coste es negativo porque induce relajo a los gestores de la obra.	6					5	5,00	FUERTE
3.13-PG4-5: En su empresa de referencia la opinión general es que es negativo que los colchones de tiempo y coste se reduzcan por debajo de un cierto umbral (variable), pues en tal caso, la probabilidad de que se produjeran desviaciones sobre el plazo y coste planificados se incrementaría de una forma no asumible. Sin embargo, dentro de la empresa existen diferentes visiones al respecto. Así, la dirección considera que el nivel mínimo aceptable de colchones de tiempo y coste debe ser inferior al que desean los jefes de obra.	6					5	5,00	FUERTE
3.14-PG4-6: En su empresa de referencia se piensa que reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste hasta un cierto umbral -variable en función de la aversión al riesgo del decisor y de las circunstancias de cada riesgo concreto- obliga a mejorar los procesos implicados en la construcción y la gestión de la obra.	5		1			5	4,67	FUERTE
3.15-PG4-7: En su empresa de referencia se piensa que con más y mejor planificación de la obra, se podría reducir el tamaño de los colchones de tiempo y coste.	3	1	2			5	4,17	FUERTE
3.16-PG5-1: En su empresa de referencia los colchones de tiempo y coste se actualizan de forma automática a lo largo de la obra, pues al estar ocultas en unidades de obra concretas, cuando estas se ejecutan afloran.	5	1				5	4,83	FUERTE
3.17-PG5-2: En su empresa de referencia los colchones de tiempo y coste se utilizan tanto para cubrir eventos inciertos como para absorber errores en las estimaciones.	6					5	5,00	FUERTE
4.1-PG2-4: En su empresa de referencia se valoran las oportunidades identificadas para optimizar el coste y el plazo de la obra como una posible reducción del coste y del plazo esperado.	6					5	5,00	FUERTE
5.1-PG2-2: En su empresa de referencia el término "colchón" es el más utilizado para designar el concepto de "reserva para contingencias".	6					5	5,00	FUERTE
5.2-PG2-3: En su empresa de referencia no se conoce el término "reserva para contingencias".	3		3			4	4,00	FUERTE
6.1-PGC-5: VERSIÓN 1 (EMPRESA NO INTEGRADA). Su empresa de referencia suele -en términos generales- respetar el alcance y calidad contractual, pero tiende a gestionar de forma oportunista el alcance y la calidad del proyecto como forma de optimizar el coste y el plazo de la obra. VERSIÓN 2 (EMPRESA TOTAL O PARCIALMENTE INTEGRADA). Su empresa de referencia suele ejecutar las obras respetando el alcance y calidad acordado con su cliente.	3	2			1	4,5	4,00	FUERTE

PREGUNTAS	RESPUESTAS ENTREVISTAS							
	ANALISIS DE FRECUENCIAS					RESULTADOS GLOBALES		
	"5"	"4"	"3"	"2"	"1"	Mediana	Xmedio	VALIDEZ
6.2-PG2-5: VERSIÓN 1 (EMPRESA NO INTEGRADA). En su empresa de referencia, las tolerancias (reservas para contingencias de alcance y calidad) que se detectan o se crean, se gestionan oportunamente. VERSIÓN 2 (EMPRESA TOTAL O PARCIALMENTE INTEGRADA). En su empresa de referencia, los jefes de obra comparten con el cliente las tolerancias (reservas para contingencias de alcance y calidad) que identifican.	3	2			1	4,5	4,00	FUERTE
7.1-PG2-6: En su empresa de referencia utilizan colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) y capacidad (recursos adicionales).	6					5	5,00	FUERTE
7.2-PG1-2: En su empresa de referencia, la gestión de los colchones de inventarios (materias primas y obra en curso) es realizada por los jefes de obra.	6					5	5,00	FUERTE
7.3-PG4-8: Su empresa de referencia determina el tamaño de los colchones de materias primas y obra en curso de forma subjetiva.	4	2				5	4,67	FUERTE
7.4-PG1-3: En su empresa de referencia, la gestión de los colchones de capacidad (recursos adicionales) se confía en gran medida a los subcontratistas.	6					5	5,00	FUERTE
8.- Comentarios Adicionales.								