



# LEAN CONSTRUCTION.

Nueva filosofía de gestión en la construcción española



**Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación**







A mi madre,  
a mi padre,  
a Cris.





## AGRADECIMIENTOS

Muchas empresas y personas han contribuido en este proyecto:

- José Luis Ponz Tienda, mi tutor y mentor
- José Carlos Ayats Salt, por confiar en mí y guiarme estos años
- Eugenio Pellicer Armiñana, ayudando y cooperando
- Alan Mossman, apoyando, ayudando e inspirando
- Isabel Alarcón, colándome en Berkeley
- Glenn Ballard, permitiéndome entrar en sus clases
- Iris Tommelein, tratándome como uno más en el P2SL
- Paul Reiser y la empresa Herrero-Boldt, ocupando su tiempo
- Southland Industries enseñándome sus instalaciones
- Fernando David, mostrándome las entrañas del Lean Manufacturing
- Los entrevistados, aportando sabiduría
- Luis Manuel, ofreciéndome todos los datos
- Nacho, guiándome en el mundo de la investigación
- Mis amigos, apoyando y motivando





*“ La locura es hacer lo mismo una y otra vez y esperar resultados diferentes. ”*

***Albert Einstein***







## ÍNDICE

<b>0. INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.....</b>	<b>13</b>
<b>0.1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>0.2 OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
0.2.1. Objetivo general.....	15
0.2.2. Objetivos específicos.....	15
<b>0.3.METODOLOGÍA .....</b>	<b>17</b>
<b>1. LA COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN: SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>23</b>
<b>1.0 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>23</b>
<b>1.1 DEFINICIÓN Y DIFERENCIA ENTRE COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN.....</b>	<b>25</b>
<b>1.3. LA COLABORACIÓN. SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>27</b>
1.3.0. Introducción .....	27
1.3.1. El producto final.....	31
1.3.2. La falta de información .....	32
1.3.3. La falta de planificación .....	35
1.3.4. La descoordinación.....	38
1.3.5. Análisis de los problemas detectados. ....	39
<b>1.4. LA COOPERACIÓN. SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>41</b>
1.4.0. Introducción .....	41
1.4.1. Intereses antagonistas. Individualismo.....	44
1.4.2. Análisis de los problemas analizados.....	48
<b>1.5. CONCLUSIONES PARCIALES.....</b>	<b>51</b>

<b>2. ESTADO DEL ARTE DE LA COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN</b>	
<b>BAJO LA FILOSOFÍA LEAN.....</b>	<b>55</b>
<b>2.0. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>55</b>
<b>2.1. LA FILOSOFÍA LEAN.....</b>	<b>59</b>
2.1.0 .Introducción. ....	59
2.1.1. Resultados del Lean Manufacturing en el sector del automóvil .....	60
2.1.2. Principios de la filosofía Lean .....	62
2.1.3. Herramientas del Lean Manufacturing. El caso de una empresa de la Comunidad Valenciana.....	64
<b>3. LEAN CONSTRUCTION. CONCEPTOS PREVIOS Y SUS HERRAMIENTAS DE COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN. ....</b>	<b>78</b>
<b>3.1. CONCEPTOS PREVIOS.....</b>	<b>78</b>
3.1.1 El valor.....	79
3.1.2. Las pérdidas .....	81
<b>3.2. HERRAMIENTAS DE COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN DEL LEAN CONSTRUCTION .....</b>	<b>82</b>
3.2.1. LAST PLANNER SYSTEM TM o SISTEMA DEL ÚLTIMO PLANIFICADOR.....	83
3.2.3 LEAN PROJECT DELIVERY SYSTEM <sup>TM34</sup> .....	92
<b>3.3. CONCLUSIONES .....</b>	<b>101</b>
<b>4. ESTUDIO DE CASOS. ....</b>	<b>106</b>
<b>4.0. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>106</b>
<b>4.1. ESTUDIO CASO 1: PROMOCIÓN INMOBILIARIA EN LA COMUNIDAD VALENCIANA .....</b>	<b>107</b>
4.1.1. ELECCIÓN, DESCRIPCIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO. ....	107
<b>4.1.2. Estructura organizacional del proyecto.....</b>	<b>109</b>



<b>4.1.3. FASES DEL PROYECTO</b> .....	<b>111</b>
<b>4.1.4. FASE 1: REDACCIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>112</b>
<b>4.1.6. CONCLUSIONES</b> .....	<b>121</b>
4.2.1. Presentación del caso .....	122
4.2.2. objetivos, técnicas y aplicaciones.....	123
4.2.3. análisis y resultados. ....	140
<b>5. PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN DEL LEAN CONSTRUCTION EN ESPAÑA</b> .....	<b>142</b>
<b>5.0. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>142</b>
<b>5.1. METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DEL LAST PLANNER SYSTEM (LPS)</b> .....	<b>143</b>
<b>5.2. METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DEL LEAN PROJECT DELIVERY (LPD)</b> .....	<b>145</b>
<b>5.3. CONCLUSIONES</b> .....	<b>148</b>
<b>6. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN ....</b>	<b>149</b>
<b>6.1. CONCLUSIONES</b> .....	<b>149</b>
<b>6.2. APORTACIONES REALIZADAS</b> .....	<b>151</b>
<b>6.3. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>152</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>154</b>
<b>ANEXO 1. REALIZACIÓN DE ENCUESTA PARA DETECTAR SI LOS PROFESIONALES DEL SECTOR ENCUENTRAN PROBLEMAS EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS.</b> ....	<b>154</b>
<b>ANEXO 2: DETECCIÓN DE PROBLEMAS POR EXPERIENCIA PERSONAL.</b> .....	<b>160</b>

<b>ANEXO 3: DETECCIÓN DE PROBLEMAS POR TORMENTA DE IDEAS.</b>	
.....	<b>165</b>
<b>ANEXO4: DETECCIÓN DE PROBLEMAS REALIZANDO ENTREVISTAS CON DIFERENTES AGENTES INTERVINIENTES EN EL PROCESO.....</b>	<b>169</b>
<b>- Bibliografía .....</b>	<b>207</b>
<b>Índice de Figuras .....</b>	<b>213</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>217</b>



## **0. INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.**

### **0.1 INTRODUCCIÓN**

El presente proyecto final de master forma parte de un proyecto mas amplio gracias a la motivación del Dr. José Luis Ponz Tienda. Con la cooperación entre este, la del Dr. José Carlos Ayats Salt , la del Dr. Eugenio Pellicer Armiñana y la del autor de este trabajo, se ha fundado el Spanish Group for Lean Construction. Este grupo, que ya forma parte de la comunidad Lean internacional, está formado por personal docente, profesionales y estudiantes de toda España y del extranjero y está destinado al desarrollo y mejora de la gestión de proyectos de construcción para aportar avances a la comunidad científica internacional y a las empresas e instituciones de nuestro país.

Es bien sabido que el sector de la construcción ha sido el motor de la economía española. A pesar del boom vivido, y de ciertos éxitos cosechados en dicho campo, flotaba una sensación de que las cosas no se estaban haciendo del todo bien. Es el momento de parar, levantar la cabeza, analizar lo hecho hasta ahora y mirar lo que están haciendo a nuestro alrededor.

La cooperación es un pilar fundamental para conseguir el éxito de un proyecto de construcción. Sin embargo, los intereses antagonistas de los agentes del proceso constructivo han promovido el individualismo dificultando una colaboración efectiva entre ellos.

La filosofía Lean Construction es una nueva forma de entender la gestión de proyectos, lleva años desarrollándose en las mejores universidades del mundo y se está aplicando en muchas empresas cosechando éxitos continuos. Dicha filosofía se apoya en la cooperación entre los agentes constructivos.

Hasta ahora se han presentado en España trabajos dedicados al Lean Construction. Todos ellos tratan el tema basado en un análisis genérico y teórico de la cuestión como punto de partida, comprensión de su filosofía y servir como base para futuras investigaciones.

El presente escrito, como continuación a los trabajos previos, pretende mejorar el estado actual de la gestión de proyectos a partir de la potenciación de las

relaciones entre los agentes constructivos. La colaboración y cooperación entre ellos es el instrumento esencial para la rentabilidad económica de un proyecto de construcción. Nace de la base del estudio actual de la comunidad científica internacional, la cual centra parte de sus esfuerzos en desarrollar los conceptos fundamentales de esta filosofía, tales como el valor, las pérdidas y la cooperación. El tratamiento del tema se fundamenta en este marco teórico y en el estudio y análisis de los casos prácticos más avanzados en el mundo gestionados bajo la filosofía Lean.



## **0.2 OBJETIVOS**

### **0.2.1. Objetivo general**

El objetivo principal de este trabajo es el de presentar y proponer una metodología de implementación de unas herramientas para la colaboración y cooperación entre los agentes intervinientes en los proyectos de construcción. Dichas herramientas están basadas en la filosofía Lean y destacan la interacción de los agentes como pieza fundamental para lograr el éxito en un proyecto de construcción.

### **0.2.2. Objetivos específicos**

#### **1. LA COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN: SITUACIÓN ACTUAL.**

Definir y diferenciar entre los significados de colaboración y cooperación en la gestión de proyectos de la construcción. Analizar la problemática actual en el sistema y gestión de proyectos de construcción provenientes de la falta de estos dos conceptos entre los agentes intervinientes.

#### **2. ESTADO DEL ARTE DE LA COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN BAJO LA FILOSOFÍA LEAN**

Exposición de la cooperación bajo la filosofía Lean y su aplicación en las empresas manufactureras como base teórica del Lean Construction a través de la visita guiada en la aplicación de un caso real.

#### **3. LEAN CONSTRUCTION. CONCEPTOS PREVIOS Y SUS HERRAMIENTAS DE COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN.**

Presentación de las herramientas fundamentales de la filosofía Lean Construction que potencian la colaboración y cooperación como instrumento principal en la gestión de proyectos.

#### 4. ESTUDIO DE CASOS.

Dar a conocer la aplicación real de las dos formas de gestionar la colaboración y cooperación entre los agentes que se han estudiado en este documento. Los dos casos estudiados no se adecuan en el producto final pero si que nos muestran dos perspectivas diferentes en la gestión de proyectos.

##### 4.1. ESTUDIO CASO 1: PROMOCIÓN INMOBILIARIA EN LA COMUNIDAD VALENCIANA

Estudio de la interacción entre los agentes intervinientes en un caso real de un proyecto de construcción de la Comunidad Valenciana.

##### 4.2. ESTUDIO DEL CASO 2: CATHEDRAL HILL HOSPITAL DE SAN FRANCISCO.

Examen de la acción recíproca entre los agentes intervinientes en un caso real de un proyecto de construcción en la ciudad de San Francisco bajo la filosofía Lean.

#### 5. PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS

Proponer una metodología para implementar la filosofía Lean aplicada a la construcción, como mejora al sistema actual a través del fomento de la colaboración entre los agentes.

#### 6. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Inferencia de los novedosos conceptos tratados con el objeto de presentar un camino de oportunidades en la investigación, desarrollo y aplicación de estos.





### **0.3.METODOLOGÍA**

La metodología de este trabajo está compuesta por los siguientes puntos.

#### **1. LA COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN: SITUACIÓN ACTUAL.**

Este trabajo trata sobre la gestión de proyectos en construcción y no sobre los conceptos filosóficos de colaboración y cooperación. Sin embargo, estos conceptos añaden un valor inmenso para lograr el éxito ante cualquier objetivo compartido. El propósito de este capítulo es el de diferenciar y definir entre los conceptos de colaboración y cooperación en el ámbito de la gestión de proyectos en construcción y detectar y analizar los problemas de la situación actual debidos a la falta de estos dos conceptos entre los agentes. Para detectar esa problemática se han realizado varios trabajos de campo, documentados en el apartado “anexos” del trabajo.

- a. Encuesta a los agentes del sector a través de la creación de la página Web: : [www.leanconstruction.es](http://www.leanconstruction.es)
- b. Reflexiones personales basadas en la experiencia profesional del autor.
- c. Tormenta de ideas realizada, y con la participación del que escribe, en el Centro de Investigación Público “Henri Tudor” de Luxemburgo, con diferentes agentes del sector de la construcción europea.
- d. Entrevistas realizadas por el autor a varios agentes participantes en el proceso constructivo del panorama nacional.

#### **2. ESTADO DEL ARTE DE LA COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN BAJO LA FILOSOFÍA LEAN**

Abordar los inicios de la filosofía Lean y sus herramientas de cooperación en el sector de la industria manufacturera es un paso imprescindible para el posterior entendimiento de la aplicación en el sector de la construcción. Se consiguió de la siguiente manera:

- a. Lectura bibliográfica sobre la filosofía Lean y Lean Manufacturing.

- b. Asistencia al curso -CURSO AVANZADO EN LEAN MANUFACTURING - SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA. Centro de Formación Permanente de la Universidad Politécnica de Valencia.
- c. Visita a empresa manufacturera con una gran madurez en la gestión según la filosofía Lean.

### 3. LEAN CONSTRUCTION. CONCEPTOS PREVIOS Y SUS HERRAMIENTAS DE COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN.

Observar los conceptos previos y las herramientas utilizadas en la actualidad por la filosofía Lean Construction en otros países, y su beneficio en la acción de colaborar entre los agentes, como camino de mejora de la situación actual. Debido a la novedad del tema a tratar la metodología de estudio se basó en la siguiente:

- a. Asistencia al taller “LEAN CONSTRUCTION MANAGEMENT”: AN INNOVATE PROJECT MANAGEMENT IN CONSTRUCTION. Centre de Recherche Public HENRI TUDOR.- Luxembourg. El taller fue impartido por Alan Mossman, consultor internacional de Lean Construction y profesor en Loughborough University.
- b. Asistencia al curso PROJECT MANAGEMENT (Project Management Institute). University of California, Berkeley Extension. (Centro de Formación Permanente de la universidad de Berkeley)
- c. ESTANCIA DE INVESTIGACIÓN en la University of California, Berkeley durante un mes y medio realizando búsquedas bibliográficas al respecto.
- d. Visita y participación de las primeras reuniones del año escolar en uno de los grupos de investigación más importantes del mundo en esta materia. PROJECT PRODUCTION SYSTEM LABORATORY (P2SL) del departamento de Project Management de la facultad de ingeniería civil de la University of California, Berkeley. En este laboratorio de investigación se encuentran unas de las personas



más respetadas e influyentes del Lean Construction, el profesor Glenn Ballard y la profesora Iris Tommelein.

- e. Asistencia a las primeras CLASES DE LEAN CONSTRUCTION del profesor GLENN BALLARD en la University of California, Berkeley.

#### 4. ESTUDIO DE CASOS.

##### 4.1. ESTUDIO CASO 1: PROMOCIÓN INMOBILIARIA EN LA COMUNIDAD VALENCIANA

Acceso a los datos privados tanto contractuales y económicos de una promoción inmobiliaria.

##### 4.2. ESTUDIO DEL CASO 2: CATHEDRAL HILL HOSPITAL DE SAN FRANCISCO.

- a. Visita al proyecto de construcción más avanzado del mundo en lo que a la aplicación del Lean Construction se refiere, Cathedral Hill Hospital project en San Francisco. Entrevista a Paul Reiser, jefe del citado proyecto. Entrevistas a los intervinientes del proyecto. Asistencia a sus reuniones.
- b. Visita con la profesora Iris Tommelein a empresa de fontanería y aire acondicionado del área de San Francisco, subcontratista del proyecto estudiado. Esta empresa trabaja bajo la filosofía Lean.

## 5. PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS

- a. Análisis de la situación actual.
- b. Lectura bibliográfica sobre la implementación en otros países

## 6. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Determinación y resolución de los asuntos tratados. Para la propuesta de futuras de investigación.

- a. Asistencia al 12º congreso europeo de Lean Construction del European Group for Lean Construction (EGLC12). Allí los académicos y profesionales del sector de toda Europa presentaron sus últimos trabajos de investigación y aplicación en lo que a Lean Construction se refiere.
- b. Asentamiento de las bases, en el citado congreso, para la formación del “Spanish Group for Lean Construction” con los representantes del “European Group for Lean Construction”. Este reciente grupo tiene como objetivo la investigación y aplicación de Lean Construction en España.



*"La formulación de un problema es más importante que su  
solución."*

**Albert Einstein**







# **1. LA COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN: SITUACIÓN ACTUAL.**

## **1.0 INTRODUCCIÓN**

Para mayor comprensión del presente documento es necesario definir los conceptos de colaboración y de cooperación. Ambos son similares, pero según algunos autores (Ferreiro, 2006) y a juicio del autor existe una diferencia entre ellos.

### **LA COLABORACIÓN.**

En los proyectos de construcción es necesaria la participación de muchos agentes. Empresas y personal trabajan unas con otras en la realización de una obra. ¿Es realmente efectiva la colaboración entre estos agentes en España? El estudio realizado a través del trabajo de campo nos anuncia una gran cantidad de problemas surgidos por la falta de colaboración.

### **LA COOPERACIÓN.**

Cada uno de los participantes se rige por intereses propios, el fin de cada uno de ellos es distinto generando una interdependencia negativa y falta de motivación. No trabajan para lograr beneficios mutuos. Con la ausencia del objetivo común, característica fundamental de la cooperación, y con la aparición de intereses antagonistas, trabajando en pro del individualismo, no se consigue focalizar los esfuerzos para alcanzar el fin último, coste, plazo y calidad del producto final.

### **RESULTADOS.**

Gracias al análisis del trabajo realizado, la experiencia profesional del autor, las encuestas, las entrevistas y la tormenta de ideas realizada a los agentes del sector se obtienen dos conclusiones.

La colaboración en los proyectos de construcción, según los datos obtenidos, no funciona de manera eficaz, generando falta de información, planificaciones inadecuadas y descoordinación durante el desarrollo del proyecto.

La cooperación entre los agentes es inexistente a causa de los intereses antagonistas. El individualismo que promueve el sistema contractual más común en estos proyectos, "Proyecto-Licitación-Ejecución" no fomenta las relaciones cooperativas.





## **1.1 DEFINICIÓN Y DIFERENCIA ENTRE COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN.**

El presente trabajo no trata de realizar una disertación filosófica sobre la diferencia entre los términos colaboración y cooperación. Sin embargo, ambos conceptos son fundamentales en la gestión de proyectos donde interviene más de un agente. Para guiar al lector se matiza la diferencia conceptual entre ambos.

Tanto el trabajo en colaboración como en cooperación son antónimos del trabajo individualista. Sin embargo algunos autores (Ferreiro, 2006), a juicio del autor y para el desarrollo de este escrito se señala una diferencia entre ambos conceptos.

### **COLABORACIÓN.**

Colaborar, es trabajar con otra u otras personas en la realización de una obra.

*Es contribuir con algo al logro de un fin dentro de un grupo, sin especificar ni importar si existe un beneficio para quien colabora; se centra en las ventajas cognitivas derivadas de los intercambios más íntimos que tienen lugar al trabajar juntos. (Ferreiro, 2006)*

En la construcción de una obra participan infinidad de agentes que trabajan juntos para entregar un producto final. El fin es la entrega de una obra de construcción o edificación, pero la interdependencia entre estos no se basa en un interés común. No se focalizan los esfuerzos sobre los beneficios para quien colabora sino sobre los propios.

En la gestión de proyectos de construcción podemos definir colaboración como unión de agentes independientes para la realización de una obra, sin tener en cuenta los beneficios mutuos, debido a que los intereses fundamentales de cada uno no son los mismos.

### **COOPERACIÓN.**

Cooperar es obrar juntamente con otro u otros para un mismo fin.

*En la cooperación, se comparte la experiencia vital de manera significativa, es decir, se trabaja juntamente pero en pro de lograr beneficios mutuos, los*

*resultados grupales se logran mediante la interdependencia positiva aportando talentos individuales entre iguales o colegas; se organiza a partir de una estructura de motivación y de organización para un programa global de trabajo en grupo. Las relaciones cooperativas se construyen en que cada sujeto percibe que puede lograr un objetivo de enseñanza aprendizaje si y sólo si los otros compañeros alcanzan los suyos, y entre todos construyen su conocimiento aprendiendo unos de otros. (Ferreiro, 2006)*

*La cooperación entre empresas se puede definir como un acuerdo entre dos o más empresas independientes, que uniendo o compartiendo parte de sus capacidades y/o recursos, sin llegar a fusionarse, instauran un cierto grado de interrelación con objeto de incrementar sus ventajas competitivas.*

*La cooperación es eminentemente una actividad económica compartida, encaminada al logro de beneficios mutuos para los participantes, y debe ser entendida como otra forma de competir en el mercado. (Gragero Ruiz, 2010)*

En la gestión de proyectos de construcción podemos definir cooperación como unión de agentes independientes para la realización de una obra encaminada al logro de beneficios mutuos gracias a los intereses comunes.

#### **DIFERENCIA ENTRE COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN.**

La diferencia principal entre colaboración y cooperación, a juicio del que escribe, es la creación de intereses individuales contra los intereses comunes. La cooperación, genera una motivación encaminada al logro de beneficios mutuos que la colaboración no consigue.



## 1.3. LA COLABORACIÓN. SITUACIÓN ACTUAL

### 1.3.0. Introducción

Existe un sentimiento de que el sistema actual de gestión de estos proyectos no es lo suficientemente efectivo como para alcanzar los objetivos deseados. Esta no solo es una sensación personal, sino que queda muy bien reflejada en las afirmaciones realizadas a los agentes del sector entrevistados.

- *“Lo más común en todos los proyectos es que no se cumplan los plazos fijados de entrega de este...”*

- *“... La empresa constructora hace un planning que nunca se cumple...”*

- *“...Creo que la mayoría de las empresas promotoras acaban teniendo algún tipo de problema con el plazo, los repasos y los extras económicos...”*

(C.G L. M., 2010)

- *“...Esto causa retrasos, problemas y perjudica a las fases siguientes...”*

(I.C., 2010)

- *“...el precio final no tiene nada que ver con la oferta inicial...”*

- *“...Sobre todo crea muy mal ambiente entre contratista y promotor...”*

(A.A., 2010)

- *“...Al final esto acaba en ocasiones, sobre todo en la actualidad en juicios...”*

(García Gamborino, 2010)

- *“...Pérdida de control que se manifiesta en afecciones a los ciudadanos si se trata de una obra urbana...”*

(S.L., 2010)

Muchos profesionales del sector de la construcción en España acucian la necesidad de mejora en la gestión de estos proyectos. (Ver Tabla 1 e Ilustración 2)

5. Cree que la gestión de proyectos de construcción necesita mejorar en España.	
0_ Nunca	0 (0%)
1_ En pocas ocasiones	0 (0%)
2_ En ocasiones	2 (2%)
3_ En la mayoría de las ocasiones	6 (7%)
4_ En casi todas las ocasiones.	13 (15%)
5_ Siempre	63 (74%)
No sabe / No co	1 (1%)

Tabla 1: Encuesta a los profesionales del sector en [www.leanconstruction.es](http://www.leanconstruction.es). Pregunta 5.

Elaboración propia

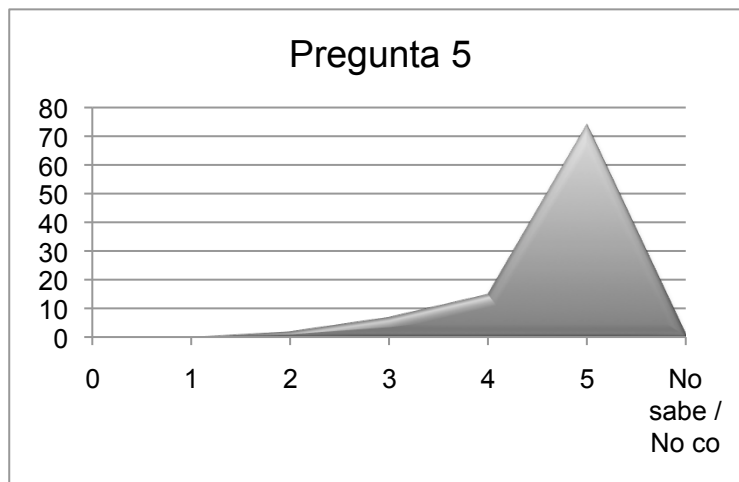


Ilustración 2: Gráfico Pregunta 5. Elaboración propia.



Por otro lado sabemos que la mayoría de los proyectos que se realizan no cumplen con el coste, plazo y/o calidad requeridos al inicio del proyecto. (Ver tabla 2 e ilustración 3)

1. Los proyectos de construcción donde he intervenido han sufrido desviaciones en el coste, plazo y/o calidad.	
0_ Nunca	0 (0%)
1_ En pocas ocasiones	3 (4%)
2_ En ocasiones	10 (12%)
3_ En la mayoría de las ocasiones	12 (14%)
4_ En casi todas las ocasiones.	19 (23%)
5_ Siempre	37 (45%)
No sabe / No co	2 (2%)

Tabla 2: Encuesta a los profesionales del sector en [www.leanconstruction.es](http://www.leanconstruction.es). Pregunta 1.

Elaboración Propia

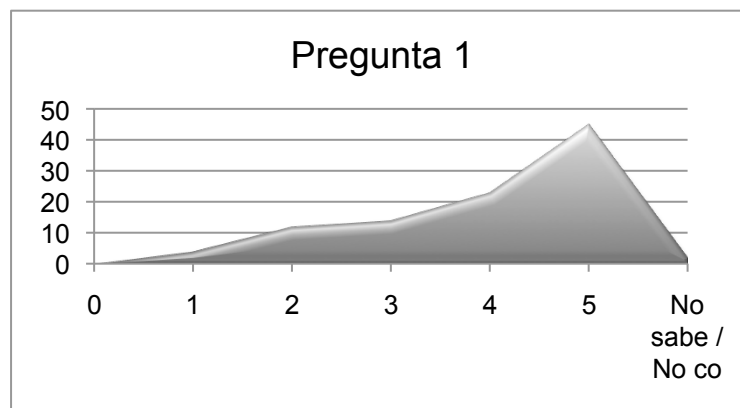


Ilustración 3: Gráfico pregunta 1. Elaboración propia

El análisis de las reflexiones y datos recogidos nos muestra por un lado que la gestión de proyectos ha de ser mejorado. Por otro lado, queda reflejado que el producto final no se entrega con el coste ni en el plazo ni con la calidad deseada.

En este apartado analizamos cual es nuestro objetivo, el producto final. A partir de este detectamos tres problemas fundamentales en el método de gestión:

- La falta de información
- La falta de planificación
- La descoordinación

Analizamos en profundidad estos tres problemas e identificamos su nexo de unión.



### **1.3.1. El producto final.**

En nuestro sector el producto final es la entrega de una construcción. Una construcción en *una obra construida o edificada*.

Por lo tanto el objetivo de todo gestor de proyectos es la entrega de esta obra o edificación con el coste, plazo y alcance requerido según el Project Management Institute (Project Management Institute, 2008). Este objetivo se ha de intentar conseguir siguiendo las normas o principios establecidos por el sistema.

Sin embargo las reflexiones y datos obtenidos en este trabajo nos muestra que este objetivo no se cumple en la mayoría de las ocasiones. (ver tabla 2). Por lo tanto, que el objetivo final no se cumpla, es la primera prueba de que el sistema actual no funciona como debería.

¿Cuál es o son las causas de que el método de gestión de proyectos no consiga llevarnos al objetivo final?

### 1.3.2. La falta de información

La información es la acción y efecto de informar.

Comunicar es hacer a otro partícipe de lo que uno tiene.

Precisamente esa falta de información y comunicación es una de las fuentes de problemas más evidenciadas entre los agentes intervinientes en el proceso. La mayoría de los profesionales del sector creen que hay una falta de comunicación de la información durante la gestión de estos proyectos.

3. Cree que es necesario un aumento de coordinación y comunicación entre los agentes intervinientes en estos proyectos.	
0_ Nunca	0 (0%)
1_ En pocas ocasiones	1 (1%)
2_ En ocasiones	2 (2%)
3_ En la mayoría de las ocasiones	10 (12%)
4_ En casi todas las ocasiones.	11 (13%)
5_ Siempre	60 (70%)
No sabe / No co	2 (2%)

Tabla 3: Encuesta a los profesionales del sector. [www.leanconstruccion.es](http://www.leanconstruccion.es). Pregunta 3.

Elaboración propia



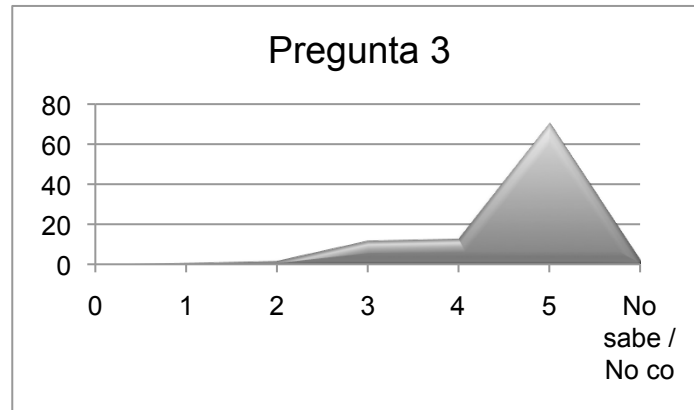


Ilustración 4: Gráfico encuesta. Pregunta 3. Elaboración propia.

Los métodos utilizados para la detección de esos problemas también nos indica que falta comunicación durante el proceso. Esta falta de comunicación genera la no información entre los agentes y queda reflejado con algunos ejemplos de citas de los entrevistados:

- *“...No hay una fluidez en la relación de los equipos de obras con los redactores. No existe feedback. Los redactores no tienen una relación entre ellos y los constructores. Esto lleva a que a los proyectos les cueste años tomar como buenas, ideas que ya se establecen como ideales en la ejecución de las obras...”*
- *“...Obra que se esta ejecutando tiene que rehacerse porque del promotor la información pasa al contratista, este a su vez pasa al subcontratista y a su vez al segundo subcontratista dónde la información se va perdiendo de eslabón a eslabón...”*  
(S.L., 2010)
- *“... lo más importante al inicio es la comunicación con los ayuntamientos y compañías suministradoras para que el proyecto no sufra reparos...”*
- *“...Me gusta estar enterado de todo lo que pasa, siempre quiero estar informado de lo que está ocurriendo. Si meten la pata en algo me gusta que me lo digan, soy comprensivo con los fallos de las personas...”*  
(C.G L. M., 2010)

- *“...Otra de las dificultades que nos encontramos en muchas ocasiones es la falta de información...”*
- *“...Si durante la ejecución aparecen muchos RCIs es porque hay muchas cosas que no estaban claras antes de empezar. ¿Como has dado un presupuesto para construirlo?...”*  
(I.C., 2010)
- *“...Tuvimos que hacer una consulta a la administración, pero después de varios intentos de aclarar el punto en cuestión nos contestaron otras dudas pero no a la pregunta en cuestión. Así que desarrollamos la licitación sin saber exactamente que requisito nos pedían...”*
- *“...Otra de las dificultades es conseguir la documentación del proyecto a licitar en formato electrónico. Muchas veces nos cuesta conseguir las mediciones en el programa informático “Presto” y en ocasiones ni nos lo dan. Este detalle hace que perdamos muchísimo tiempo...”*
- *“...Nos engañamos entre la propia empresa aunque cada vez es más difícil...”*  
(A.A., 2010)
- *“...Cierto es que si sabemos quien es el proveedor desde el principio nos ayuda mucho...”*
- *“...En ocasiones las medidas de los planos no se ajustan a la obra, o porque el proyecto no está bien hecho o porque las mediciones del solar no corresponde a la realidad...”*  
(M.B., 2010)
- *“...Architects don’t ask enough questions or the right sort of questions at the outset...”*
- *“...Clients become worried about the progress of design...”*  
(Mossman, Making construction projects more reliable using a lean approach: an introduction to lean construction & last planner, 2010)



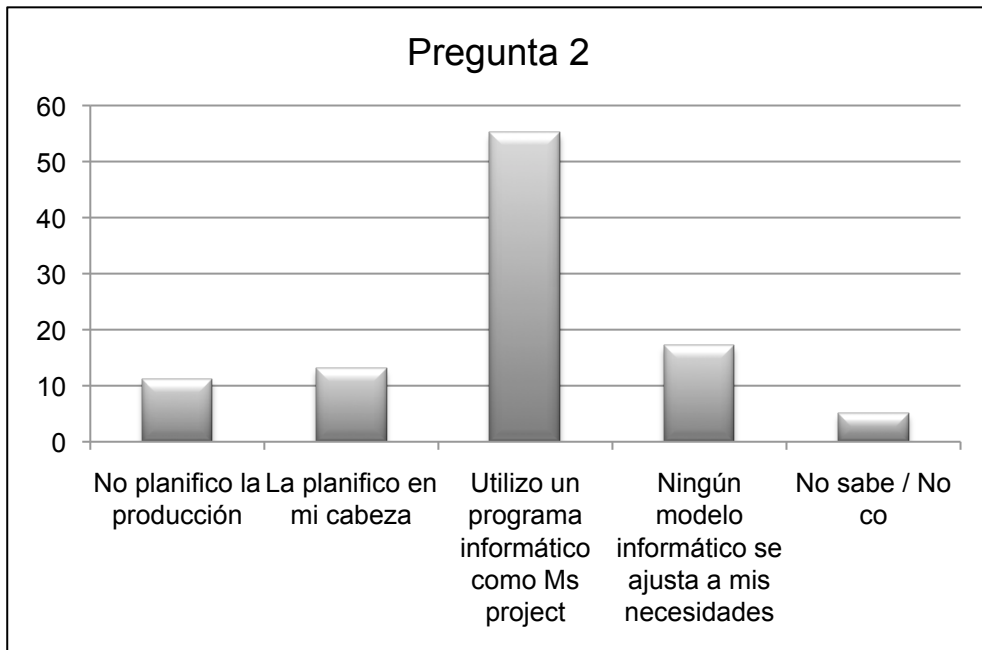
### 1.3.3. La falta de planificación

En una obra de construcción la planificación es realmente importante. Sin embargo, muchos de los profesionales encuestados no planifican o lo hacen en su cabeza. Es decir no siguen un método de planificación. Otro porcentaje dice que ningún sistema informático se ajusta a sus necesidades. Por último hay una mayoría que planifica con un programa informático como “Ms Project”.

2. ¿Qué sistema utiliza usted para la planificación de la producción?	
No planifico la producción	9 (11%)
La planifico en mi cabeza	11 (13%)
Utilizo un programa informático como Ms project	46 (55%)
Ningún modelo informático se ajusta a mis necesidades	14 (17%)
No sabe/No co	4 (5%)

Tabla 4: Encuesta a los profesionales del sector. [www.leanconstrucion.es](http://www.leanconstrucion.es). Pregunta 2.

Elaboración propia



**Ilustración 5: Gráfico encuesta. Pregunta 2. Elaboración propia.**

Los procesos actuales en la gestión de estos proyectos genera que planificar una obra sea realmente complicado y por lo tanto se haga de una forma superflua tal y como indican los agentes constructivos:

- *“...En definitiva, estudiamos los proyectos muy por encima. Hacemos la memoria técnica y la económica a la vez. Lo ideal sería estudiar la obra, hacer una planificación y buen estudio técnico y luego acabar con el presupuesto...”*
- *“...Pero es una planificación verbal o tomas cuatro notas...”*
- *“...La planificación real la llevas en la cabeza...”*  
(A.A., 2010)
- *Planning is inadequate*  
(Mossman, Making construction projects more reliable using a lean approach: an introduction to lean construction & last planner, 2010)
- *“...Aquí (fase de ejecución) hay que hacerlo todo lo más rápido posible. Dando igual quien ha venido antes y quien viene después...”*
- *“...A veces me saltaba pasos y luego al volver me hacia perder mucho tiempo. Todo para intentar que la gente no perdiera tiempo, marcándoles trabajo, como por ejemplo ir por delante en los replanteos.*



*Y eso me generó problemas, porque luego puedes encontrarte con problemas mayores que te hacen perder más tiempo y dinero casi siempre. El promotor acaba quejándose...”*

- *“...También se generan despistes y se les pasa hacer cosas como el poner un grifo en la galería. Entonces hay que parar los otros tajos...”*  
(M.B., 2010)

### **1.3.4. La descoordinación**

Una de las causas que más evidenciadas es la falta de coordinación entre los agentes intervinientes en el proceso. La mayoría de los profesionales del sector creen que hay una falta de coordinación durante la gestión de estos proyectos. (ver tabla 3).

Además esta falta de coordinación genera problemas tal y como se ha detectado en los métodos empleados.

- *“...coordinar varias reuniones entre el arquitecto y el ingeniero para que lleguen a acuerdos porque sino el proyecto de este último acaba modificando el del primero y volvemos a los retrasos...”*

(C.G, 2010)

- *“...Al final el ejecutor es la subcontratista o el subcontratista del subcontratista. El control del contratista sobre el subcontratista no existe y a su vez el del promotor...”*

(S.L., 2010)

- *“...En segundo lugar resulta difícil coordinar las diferentes disciplinas que intervienen en la redacción del proyecto...”*

- *“...se crean muchos problemas de coordinación entre empresas...”*

(I.C., 2010)

- *“...A veces se retrasan (las subcontratas) en la entrada de obra porque creen que no es suficiente trabajo para estar una semana. A veces desaparecen cuando los necesitas...”*

- *“...Metes a todos a trabajar y acaban rompiendo cosas y eso se convierte en repasos...”*

(M.B., 2010)

- Design information is delivered late.
- Design is seen by many as a sequential process → engineering input too late in the process and no integration of ideas and viewpoints.

(Mossman, Making construction projects more reliable using a lean approach: an introduction to lean construction & last planner, 2010)

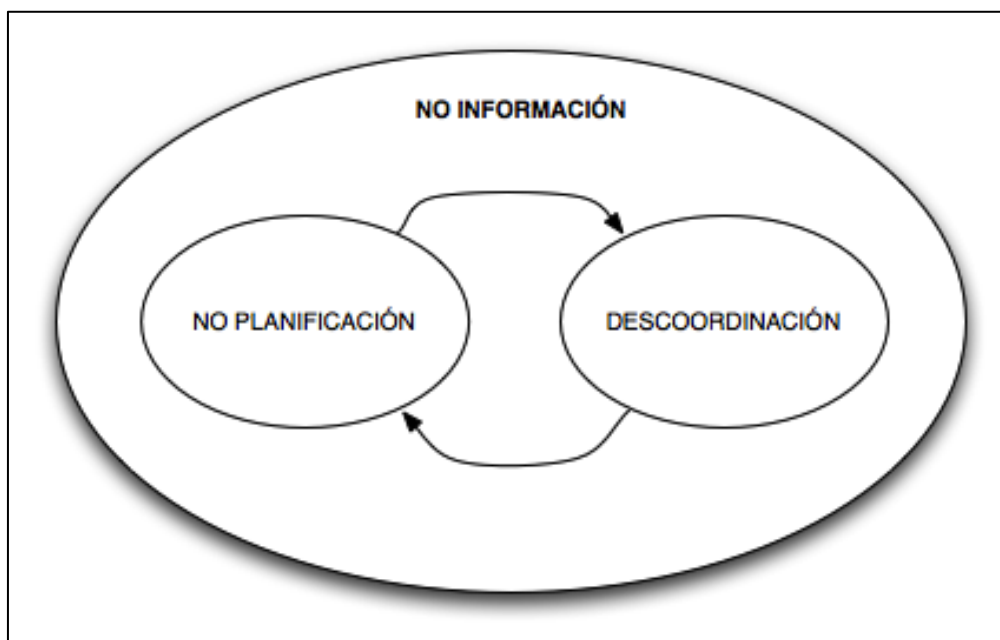


### 1.3.5. Análisis de los problemas detectados.

Los métodos de detección de problemas nos anuncia fundamentalmente tres conceptos diferentes que causan problemas en la gestión de proyectos de construcción:

1. La falta de información.
2. La falta de planificación.
3. La descoordinación.

Si se analizan en profundidad las entrevistas, y los otros métodos empleados en el trabajo de campo, se llega a la conclusión de que estos conceptos están relacionados entre sí.



**Ilustración 6: No Información, No Planificación, Descoordinación. Elaboración propia.**

Por un lado la falta de coordinación entre los agentes dificulta la planificación de la totalidad del proyecto. Por ejemplo la empresa contratista no conoce cuando va entrar en la obra exactamente la empresa subcontratista, en este caso le resulta imposible hacer una planificación real de la obra.

Por otro lado, la falta de planificación genera una descoordinación entre los participantes de los proyectos. Una no planificación o mala planificación del

proyecto genera una falta de coordinación. Por ejemplo, al final del plazo de entrega de la obra y con la intención de cumplir con el plazo, se mete a todas las subcontratas a trabajar a la vez y se estorban entre ellas.<sup>1</sup>

Por último, la falta de información es la causante de que los dos conceptos anteriores se produzcan. La descoordinación entre una empresa subcontratista y el resto, es generada por la falta de información de la empresa contratista hacia ellas y la falta de comunicación entre ellas mismas. Donde en muchas ocasiones no se ha producido a su vez una planificación adecuada.

La conclusión de los problemas analizados hasta ahora, es que la falta de información genera una falta de coordinación y una imposibilidad de realizar una planificación adecuada. Además los tres conceptos se retroalimentan entre sí. Estos tres elementos generan una serie de problemas en el proceso del proyecto que no permiten llegar a entregar el producto final.

La colaboración entre agentes un principio básico para poder ejecutar un proyecto de construcción con éxito. En este estudio, los mismos agentes declaran y manifiestan que esta colaboración no es efectiva en la actualidad ya que genera los problemas estudiados hasta ahora.

---

<sup>1</sup> Ver anexo entrevistas.





## 1.4. LA COOPERACIÓN. SITUACIÓN ACTUAL.

### 1.4.0. Introducción

Los proyectos de construcción, según lo estudiado, acucian problemas causados por la ineficacia de las herramientas de colaboración entre los agentes intervinientes.

Estas herramientas de colaboración se rigen por unas reglas y normas creadas por el sistema contractual más común de “Proyecto-Licitación-Ejecución”.

Este es uno de los sistemas más utilizados en España y Europa, según mi experiencia profesional, las entrevistas realizadas a los profesionales del sector y la tormenta de ideas realizada en Luxemburgo (ver anexos), y se divide en 4 fases:

1. Redacción de proyecto
2. Licitación
3. Ejecución de obra o producción
4. Entrega al usuario del producto final

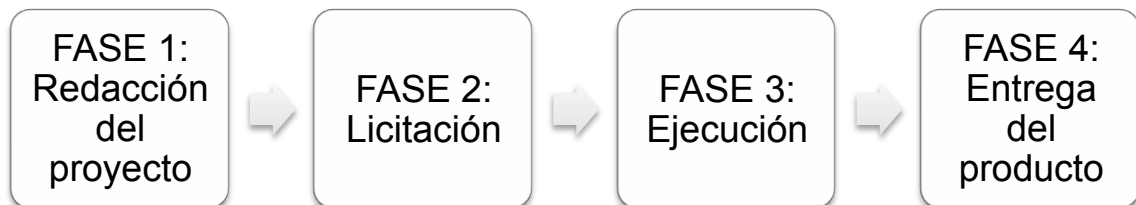
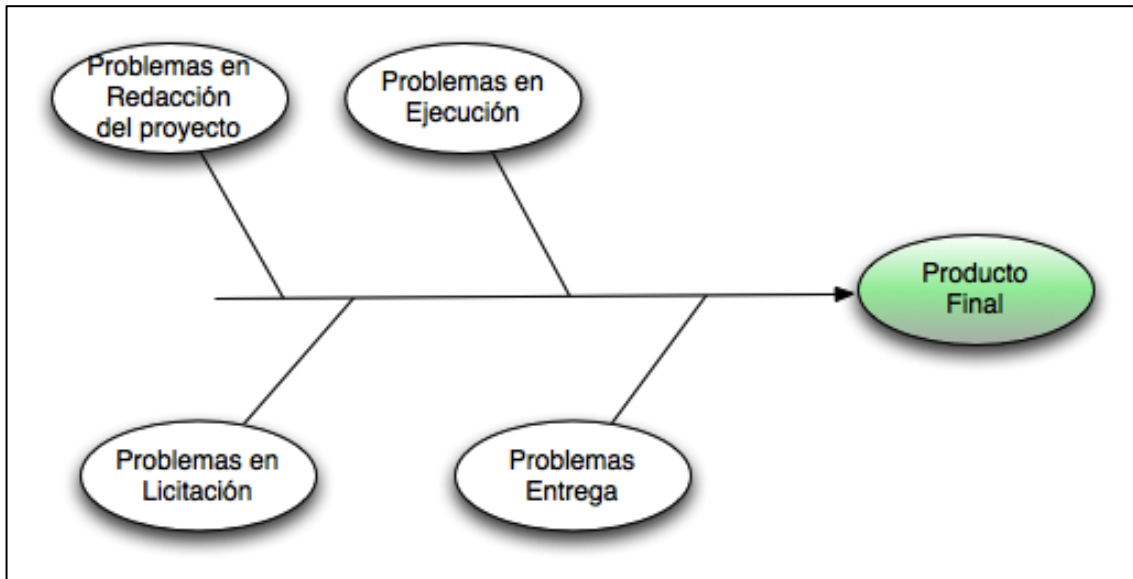


Ilustración 7: Fases del sistema común. Elaboración propia.

Aparece un problema fundamental en cada una de estas fases, y por múltiples causas. Pero los tres problemas fundamentales vienen de las tres primeras fases y la cuarta es la que sufre las consecuencias. Es decir, cada fase genera un problema que perjudica a la siguiente, y esta a su vez genera otro diferente que perjudica al siguiente hasta llegar a la fase de entrega de la obra que es la que sufre las consecuencias y a su vez genera un problema propio. Donde se acaban reflejando las consecuencias totales es en el producto final.



Cada una de las fases acusa de un o unos problemas provenientes de la fase anterior<sup>2</sup>. Los tres problemas fundamentales que nos anuncian los métodos de detección son los siguientes:

1. Fase 1: Indefinición del proyecto.
2. Fase 2: Los presupuestos de la licitación indefinidos o irreales.
3. Fase 3: Ejecución deficiente, retrasada en plazo y por encima de lo presupuestado.
4. Fase 4: Dificultad y retrasos en la realización de los repasos.

- *“...Dónde encuentro más problemas es a la hora de definir planos del proyecto...”*

<sup>2</sup> *“...si las fases anteriores las cosas se han hecho bien no deben de aparecer precios nuevos, y si aparecen se deben de controlar...”* García Gamborino, D. (2010 йил 6-Junio). Entrevista a ex-jefe de obra y actual propiedad delegada. (F. Cerveró, Interviewer)



- *“...En definitiva, estudiamos los proyectos muy por encima. Hacemos la memoria técnica y la económica a la vez. Lo ideal sería estudiar la obra, hacer una planificación y buen estudio técnico y luego acabar con el presupuesto...”*
- (A.A., 2010)
- *“...distribuciones, sistemas injustificados y no operativos...”*
- *“...Por eso esa necesario una mayor definición y especificación del proyecto...”*
- *“...Si el proyecto esta muy definido el comparativo es muy homogéneo. Si el proyecto es indefinido, el comparativo es heterogéneo, se ha de producir una redefinición, diferentes versiones de presupuesto...”*
- (G.G, 2010)
- *“...Al entregar la obra se le dedica mucho tiempo a los repasos y eso implica un problema para la constructora que ya no le interesa a pesar de las retenciones, implica un problema para los clientes y para el promotor que ha de trabajar mucho tiempo por algo que ya no le reporta beneficio. Además se crea un mal clima entre promotor y cliente...” (C.G L. M., 2010)*
- *“...Hay muchas reclamaciones de las viviendas de cosas que no has visto. El cliente busca cierta atención...” (M.B., 2010)*

Además de que la colaboración entre los agentes no es eficaz, las reglas que rigen el sistema contractual entre estos hace que la cooperación sea imposible a causa de los intereses antagonistas que genera.

### **1.4.1. Intereses antagonistas. Individualismo**

Hemos visto la relación que existe entre los tres elementos más importantes que generan problemas en la gestión de proyectos en la construcción en España. La falta de información, la falta de planificación y la descoordinación se retroalimentan entre sí<sup>3</sup>.

Sabemos que el sistema más usado en muchos de los proyectos es el compuesto por las cuatro fases de redacción de proyecto, licitación, ejecución y entrega. Conocemos que cada una de esas fases genera un problema a la siguiente. Estos problemas se van acumulando repercutiendo todos en el producto final.

Según el análisis del trabajo de campo se llega a la conclusión de que los causantes de que el sistema no funcione en si mismo son los conflictos de intereses de los agentes intervinientes y el individualismo.

#### **INTERESES ANTAGONISTAS**

El interés común de un promotor público y privado reside en que se le entregue la obra edificada o construida en el coste, plazo y alcance (calidad, requisitos, etc...) previstos al principio del proyecto. Para alcanzar ese éxito, intenta que el precio de cada una de las fases sea lo menor posible, que el plazo sea el menor posible y el alcance del producto final cumpla con la totalidad de lo requerido en un principio.

El interés fundamental de una empresa contratista es ejecutar la obra al menor coste posible cobrando lo máximo posible al promotor siguiendo las bases de calidad requerida por los técnicos y en el menor plazo posible.

El interés más importante de las empresas subcontratistas<sup>4</sup> es el de ejecutar su tajo al menor coste posible cobrando lo máximo posible a la empresa contratista y en el menor plazo posible. La calidad queda relegada respecto al coste.

---

<sup>3</sup> Ver ilustración 6.

<sup>4</sup> Trabajan pensando en si mismos porque van a metros e intentan acabar lo antes posible, haciendo el mayor numero de metros posible y sin mirar lo que viene o lo que hay. M.B., J. (2010 йил 1-07). Entrevista con exjefe de obra y actual redactor de proyectos y Dirección Facultativa de obras. (F. Cerveró, Interviewer)



El interés de los técnicos es el de conseguir lidiar con el resto de agentes del proceso para conseguir llegar al producto final con la calidad requerida por la normativa.

El conflicto de intereses se representa en el siguiente gráfico, donde cada uno de los agentes tira hacia abajo o hacia arriba dependiendo de sus objetivos.

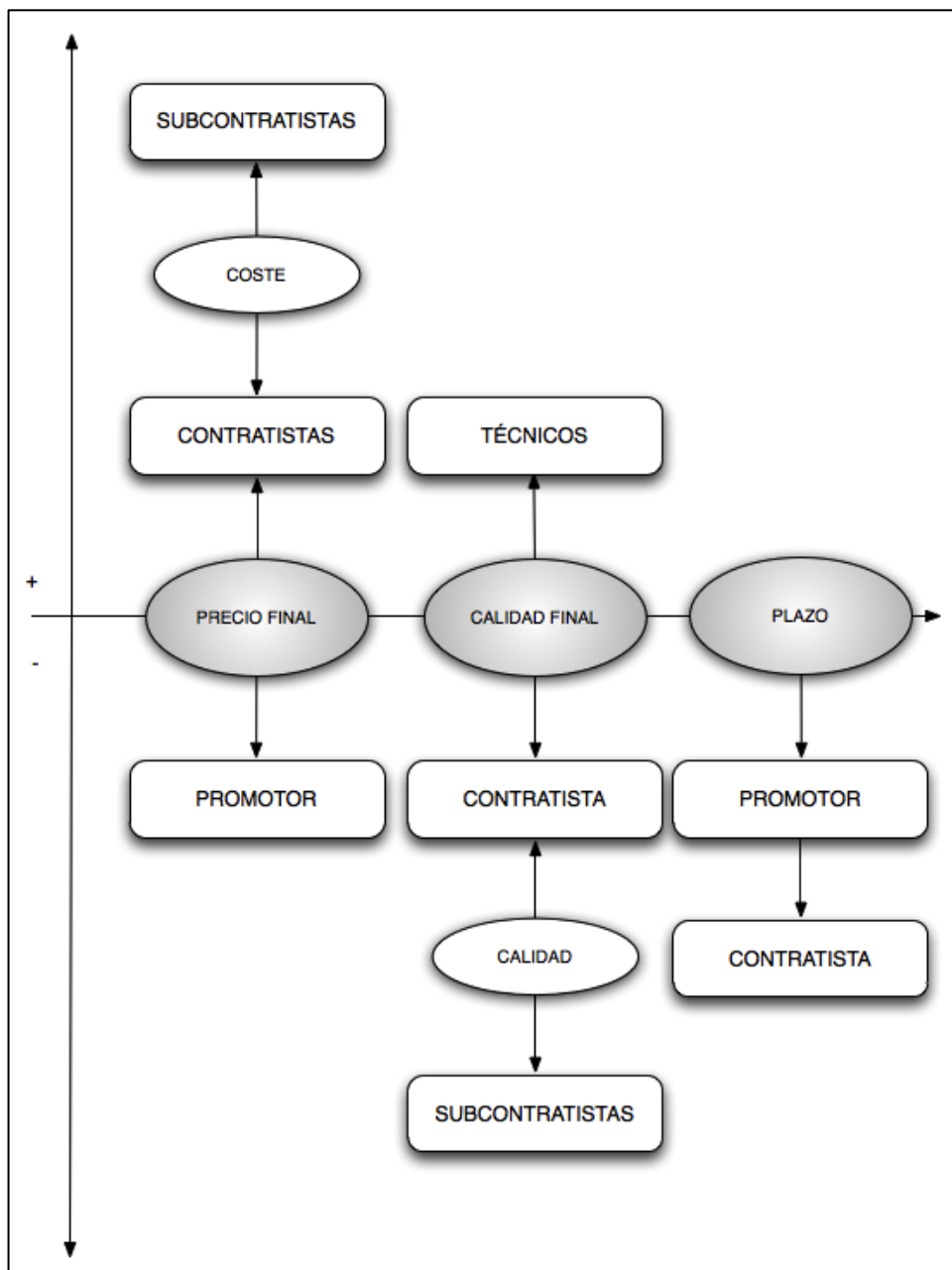
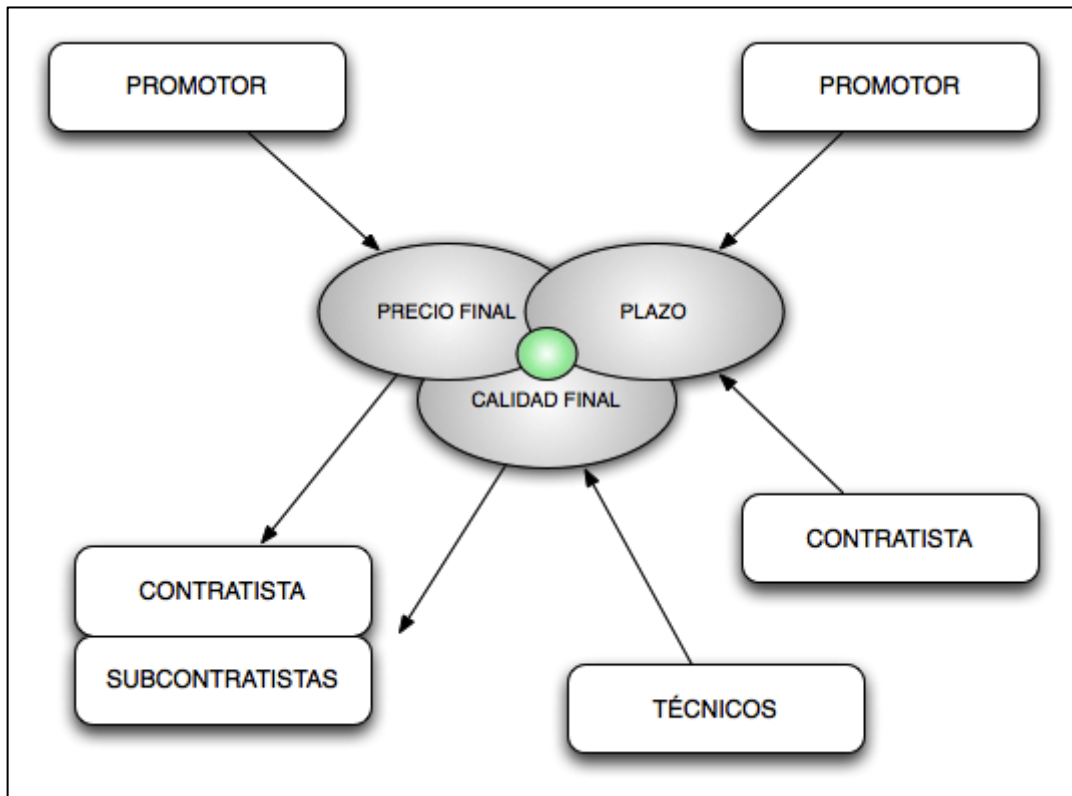


Ilustración 9: Intereses de los agentes. Elaboración propia.

El objetivo final de todo gestor de proyectos es la entrega de una obra o edificación con el coste, plazo y alcance requerido según el Project Management Institute (Project Management Institute, 2008).

Sin embargo los intereses de cada uno de los agentes no son los mismos. Cada uno estira hacia lados contrapuestos de cada uno de estos tres elementos fundamentales para llegar al éxito del proyecto<sup>5</sup>.



**Ilustración 10: Intereses contrapuestos al objetivo final. Elaboración propia**

Esta ilustración muestra los intereses contrapuestos que no ayudan a la consecución del éxito final representado por el círculo central en verde. Las flechas indican la tendencia de los agentes a acercarse o alejarse del objetivo final

<sup>5</sup> “...Creo que la mayoría de las empresas promotoras acaban teniendo algún tipo de problema con el plazo, los repasos y los extras económicos...”  
Caballero Gonzalez, L. M. (2010 йил 6-Октябрь). Entrevista a promotor inmobiliario. (F. Cerveró, Interviewer)



durante la ejecución del proyecto. El plazo es el único elemento que nadie intenta alejar del objetivo. Esta es una prueba más de que el método no funciona.

#### INDIVIDUALISMO.

Además el propio sistema tiene sus cuatro fases bien diferenciadas y acotadas. Cada uno de los agentes realiza una función y no se promueve la colaboración entre ellos, sino más bien el trabajo individualista. Por ejemplo, el redactor, redacta su proyecto, el constructor lo construye, los técnicos controlan ciertos aspectos de la ejecución y el promotor paga.

Como ejemplo clarificador no hay más que ver muchas de las empresas importantes de nuestro país y de nuestra comunidad. Muchas de estas empresas están divididas, por un lado la división inmobiliaria y por otra la división construcción. Este hecho es lógico desde el punto de vista financiero y de responsabilidades. Sin embargo no es tan lógico que a la hora de intervenir en un proyecto común actúen como empresas diferentes, adecuándose al sistema actual promoviendo el individualismo de cada una de las divisiones. En ocasiones han llegado a acudir a la justicia divisiones o empresas del mismo grupo. Sin duda este factor acaba perjudicando al producto final tanto en coste, plazo y calidad. Incluso significa un derroche de recursos innecesario.

Sin duda el conflicto de intereses y el individualismo no ayudan a la consecución de objetivos.

### **1.4.2. Análisis de los problemas analizados.**

Basándonos en los métodos utilizados, en la mayoría de los casos, no se cumple con alguno de estos tres elementos, o bien no se cumplen dos de ellos o incluso ninguno de los tres. (ver tabla 2).

- PRECIO FINAL.
- CALIDAD FINAL
- PLAZO

#### PRECIO FINAL

Desde el inicio de estos proyectos, la relación entre promotor y contratista esta basada en mentiras. Los contratistas, más si cabe en la actualidad, presupuestan a la baja el proyecto siendo conocedores de que el precio final no tendrá nada que ver con el presupuestado.

- *“...Por ejemplo, si la licitación es de 10 millones y nuestro precio es de 8 millones hacemos una baja hasta 7 millones para llevárnosla. Luego si nos la dan, pues durante la ejecución sacamos contradictorios, variantes, “mejoras” de dónde se pueda , todo porque el precio esta excesivamente ajustado...”*
- *“...Al final el coste de la obra acaba siendo mayor al de la oferta, normalmente el 10% más y si la obra ha sido un caos, aún se consigue más. Aunque en otras ocasiones ni siquiera con eso cubres gastos y eso es lo que esta ocurriendo en la actualidad...”*  
(A.A., 2010)
- *“...Las constructoras, tienen departamentos de estudios para licitar a la baja...Después los departamentos de ejecución e ingeniería , tienen que darle la vuelta al proyecto. Es ahí donde consiguen ganar dinero, en el modificado no en la licitación...”*  
(García Gamborino, 2010)
- *“...En los últimos años en la Generalitat donde las bajas eran del 30 y 40 %...”*  
(S.L., 2010)

Siendo este el paradigma actual obtenemos como resultado final el incumplimiento del precio pactado.





## CALIDAD FINAL

Durante el proceso integral del proyecto las personas más interesadas en que el producto final cumpla con los requisitos de calidad son los técnicos. Es cierto que el promotor los desea, pero en muchas ocasiones no es especialista en la materia y no conoce exactamente esos requisitos.

Por otro lado el contratista desea entregar un buen producto, pero debido a las exigencias en el precio de licitación se ve obligado a disminuir en cierto modo los requisitos deseados.

Asimismo, la calidad se ve perjudicada por otro hecho, el sistema de producción. En el sistema de producción de las constructoras los intereses de esta y la de los subcontratistas no tienen todos los puntos en común. Igualmente, la planificación, como hemos visto, no es la correcta y cuando el plazo se está acabando se integran a todas las subcontratas a la vez en obra y esto se convierte en repasos al final de la obra.

- *“...Esto va muy relacionado con los repasos. Si se dan cuenta de que van muy retrasados ponen a muchos industriales a trabajar a la vez y esto conlleva un aumento en los repasos finales...”*  
(C.G L. M., 2010)
- *Metes a todos a trabajar y acaban rompiendo cosas y eso se convierte en repasos.*  
(A.A., 2010)
- *“...Por razones de inercia de la constructora esta fase (entrega de obra) se suele hacer interminable. Esto hay que atarlo muy bien en contrato, pero de todos modos es muy complicado aunque utilices las retenciones. La causa es que normalmente desmantelan el equipo de la obra y empiezan otra. Ese equipo ya esta trabajando en el arranque de otra y es casi imposible hacer que vuelvan. Es realmente agotador...”*  
(García Gamborino, 2010)
- *“...Si he tenido muchos repasos...”*
- *“...Hay muchas reclamaciones de las viviendas de cosas que no has visto. El cliente busca cierta atención...”*  
(M.B., 2010)

Incluso la redacción del proyecto sufre una falta de calidad o requisitos del cliente que repercute directamente en el producto final.

- *“...Los proyectos te encuentras copia y pegas .Erratas que se acaban manifestando como grandes...”*
- *“...Durante la fase de proyecto o modificado no se ha definido que se quiere pues no se puede entregar bien (la obra)...”*  
(S.L., 2010)
- *“...el proyecto no se adecua a las necesidades del cliente...”*
- *“...Por eso esa necesario una mayor definición y especificación del proyecto...”*  
(García Gamborino, 2010)

## PLAZO

A pesar de que el plazo es el único factor dónde todos los agentes constructivos desean que sea el menor posible, este objetivo es uno de los que menos se cumple.

- *“...Lo más común en todos los proyectos es que no se cumplan los plazos fijados de entrega de este...”*
- *“...Lo más complicado es definir el plazo de entrega de la obra. Si impones un plazo de entrega apretado tienen prisa por entregarlo y los repasos finales son mucho mayores y se alarga mucho en el tiempo. Al contrario, si defines un plazo de entrega largo se duermen en los laureles. Lo cierto es que no he sabido solucionar este problema aún...”*  
(C.G L. , 2010)
- *“...La redacción del proyecto no se retrasa porque se deja para después lo que no se ha podido definir antes y dejando el problema para después. Sin embargo las obras porque ya no hay una siguiente fase a la cual pasarle el testigo del retrasos. Y todo a causa de lo que no se ha podido resolver en la fase de proyecto...”* (I.C., 2010)
- *...El mayor problema viene por el plazo...”* (A.A., 2010)



### 1.5. CONCLUSIONES PARCIALES

El objetivo en la gestión de proyectos de construcción es la de entregar una obra de construcción o edificación según el coste, plazo y alcance (calidad) requeridos, según el Project Management Institute (PMI, 2010).

En estos proyectos es necesaria la participación de muchos agentes independientes que se unen para su ejecución. Esta unión requiere de una colaboración que no es lo suficientemente eficaz en la mayoría de las ocasiones según los datos obtenidos (ver anexos). Esta ineficacia causa tres problemas principales, falta de información, falta de planificación y descoordinación que impiden el correcto desarrollo del proyecto reflejándose en el resultado final.

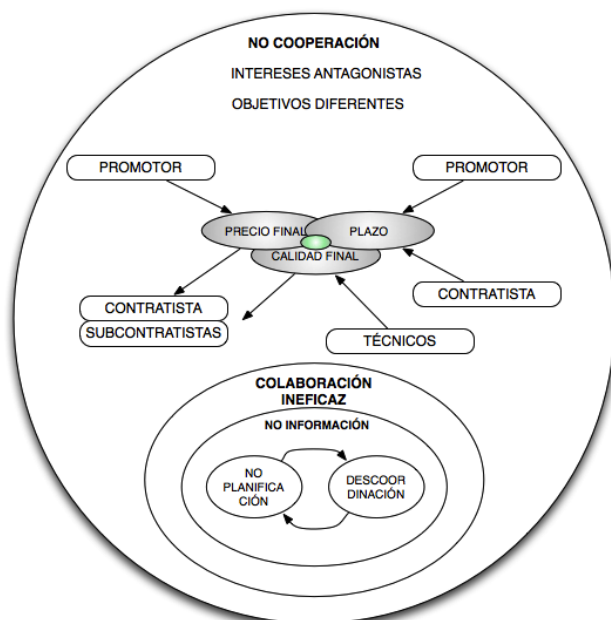


Ilustración 11: Paradigma actual de la cooperación y colaboración. Elaboración Propia

Las reglas y principios contractuales de Proyecto-Licitación-Construcción, impiden la cooperación entre los participantes del proyecto. Generan que los intereses de los agentes no sean comunes, incluso en muchos aspectos son antagonistas. La participación de equipos y personas con intereses desiguales dificulta la visión del objetivo común. Esta situación crea relaciones GANAR-PERDER entre esos socios ocasionales. La tendencia actual a nivel empresarial se basa en las relaciones GANAR-GANAR como única solución, ya que las primeras acaban convirtiéndose en relaciones PERDER-PERDER.





*"No podemos resolver los problemas usando el mismo tipo de pensamiento que usamos cuando se crearon."*

**Albert Einstein**





## **2. ESTADO DEL ARTE DE LA COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN BAJO LA FILOSOFÍA LEAN**

### **2.0. INTRODUCCIÓN**

En un trabajo anterior (Gosálvez Botella, 2010) ya se presento de una forma más extensa los principios y conceptos de la filosofía Lean. Sin embargo, antes de abordar la construcción Lean o Lean Construction, es necesario examinar aspectos fundamentales de esta filosofía como base teórica.

Se amplia el conocimiento en esta materia respecto al trabajo anterior gracias a la concentración en sus herramientas de colaboración y cooperación a través de una visita guiada en la aplicación de un caso real.







*"Lo que ha cambiado la fabricación, y ha mejorado fuertemente la productividad, son conceptos nuevos. La información y la automatización son menos importantes que las nuevas teorías de fabricación, las cuales son un avance comparable a la llegada de la producción en masa hace 80 años."*

(Drucker, 2001)





## 2.1. LA FILOSOFÍA LEAN.

### 2.1.0 .Introducción.

*Lean es una forma diferente de entender la producción. La base de esta filosofía se focaliza en crear lo que el cliente quiere, a esto se le llama valor, y haciéndolo con las menores pérdidas posibles, de forma que los operarios puedan ser lo más productivos posible. Siempre focalizando la producción en la calidad y de esa forma reducir el coste y aumentar la producción.*(Mossman, Making construction projects more reliable using a lean approach: an introduction to lean construction & last planner, 2010)

A priori esta afirmación puede resultar chocante, incluso imposible, pero si recordamos la anécdota de una de las personas entrevistadas en la primera parte del presente trabajo en su faceta de jefe de obra, seguro que se entiende mejor. “ Recuerdo una anécdota, era una obra muy ajustada en precio e intentábamos sacar dinero de donde fuera, ahorrando por todos los lados. Así que para una tubería echamos 10 cm de capa de arena en lugar de 20 cm. que pedía el proyecto y nadie se enteró, pero cuando ya estaba todo urbanizado se rompió y aquello nos costó mucho tiempo y dinero.” (A.A., 2010)



Ilustración 12: Edwards Deming's Quality Chain Reaction. (Deming, 1986)

### 2.1.1. Resultados del Lean Manufacturing en el sector del automóvil

La intención de este trabajo no es el de analizar el estado del arte del Lean Manufacturing o Lean Production sobre el que ya se ha escrito en anteriores trabajos. No obstante, ha resultado imprescindible pasar por un proceso de investigación sobre este tema.

La filosofía Lean nace de la empresa Toyota para más tarde pasar a aplicarse muchas de sus herramientas a un sin fin de empresas manufactureras. Hay que recordar que la filosofía Lean se basa en la mejora dentro del sistema de producción de las empresas, sea cual sea su mercado tanto de productos como de servicios.

Pero lo más impactante de esta filosofía de gestión no es otra que los buenos resultados que ofrece a las empresas. Sin ir más lejos a continuación muestro unas tablas del libro “The Machine that Changed the World” by Womack, Jones & Roos y que el Profesor Ballard nos mostró en sus clases de la University of California, Berkeley así como Alan Mossman nos lo enseñó en el Workshops de Luxemburgo comentado ya en este trabajo:

#### ‘Lean’ Compared to ‘Mass’ – 1980’s

Metric	Japan	USA
<b>Output:</b>		
•Productivity (hrs/vehicle)	16.8	25.1
•Quality (defects/100 vehicles)	60.0	82.3
<b>Work Force:</b>		
•% of Work Force in Teams	69.3	17.3
•Number of Job Classes	11.9	67.1
•Suggestions/Employee	61.6	0.4
<b>Layout:</b>		
•Space (Square.ft./vehicle/year)	5.7	7.8
•Repair Area (% of assembly space)	4.1	12.9
•Inventories (days)	.2	2.9

Source: *The Machine that Changed the World* by Womack, Jones & Roos



**Tabla 5: “Lean” Compared to “Mass”**

(Ballard, Lean Construction Concepts and Methods, 2010)

## Design Performance

	Japan	USA
■ Avg. Engineering Hours (millions)	1.7	3.1
■ Avg. Development Time (months)	46.2	60.4
■ # Employees in Project Team	485	903
■ # of Body Types per New Car	2.3	1.7
■ Supplier Share of Engineering	51%	14%
■ Ratio of Delayed Products	1 in 6	1 in 2
■ Prototype Lead Time (months)	6.2	12.4
■ Prod. Start to First Sale (months)	1	4
■ Return to Normal Quality (months)	1.4	11

Source: *The Machine that Changed the World* by Womack, Jones & Roos

**Tabla 6: Design Performance**

(Ballard, Lean Construction Concepts and Methods, 2010)

En ambas tablas, se compara el sistema de producción en masa en el sector del automóvil americano con el Toyota Production System (TPS) o Lean Manufacturing.

Si nos fijamos en la primera tabla y los datos señalados con un círculo vemos las diferencias enormes entre la productividad de Toyota respecto a la producción en masa y su relación con la disminución del inventario y el aumento de sugerencias de los trabajadores.

Además, en la segunda tabla comprobamos que Toyota con una menor inversión en ingeniería desarrolla en menos tiempo más nuevos tipos de coches.

No cabe duda de que la diferencia es abismal y que cuanto menos despierta la curiosidad en conocer como y porque se consigue. ¿ Y si se pudiera conseguir

esos mismos resultados en el sector de la construcción? Imagino que esto es lo que pensaría Lauri Koskela para empezar su tesis doctoral “An Exploration towards a Production Theory and its Application to Construction” May, 2000

### **2.1.2. Principios de la filosofía Lean**

La primera vez que acudes a una clase o taller sobre Lean que se precie, lo primero que te encontrarás será con la realización de un juego. Es un simple juego donde se acaba llegando a una serie de conclusiones y que están basadas en las técnicas Lean.

Estas conclusiones a las que se llega para mejorar la producción y que son propias del Lean Production se podrían resumir en estos puntos:

- Minimizar el movimiento de materiales y de los trabajadores, secuenciando y posicionando los puestos de trabajo (diseño) mediante el mantenimiento de los materiales en las estaciones de trabajo.
- Trasladar el trabajo (materiales o información) desde una estación de trabajo a la siguiente bajo el sistema pull frente al push.
- Minimizar los tamaños de los lotes para reducir el tiempo de ciclo.
- Hacer a cada uno responsable de la calidad del producto.
- Nivelar la carga de trabajo en las estaciones de trabajo conectadas.
- Alentar y ayudar a los especialistas para ayudarse unos a otros según sea necesario, para mantener el flujo constante de trabajo (polivalencia).
- Parar la línea en lugar de poner a la venta un mal producto al cliente.
- Reducir al mínimo el tiempo de cambio de máquina para permitir el flujo de la pieza.
- Hacer el proceso transparente para que el estado del sistema puede ser visto por cualquier persona desde cualquier lugar.

(Ballard, Lean Project Delivery, 2010)

Sin duda estas técnicas o conclusiones a las que se llega están basadas en los 14 principios del modelo Toyota desarrollados en el libro “The Toyota way”



Los 14 principios del modelo Toyota:

1. Basar las decisiones de gestión en una filosofía de largo plazo, aún a costo de las metas financieras de corto plazo.
2. Crear flujos de procesos en flujo continuo para hacer que los problemas salgan a la superficie.
3. Utilizar sistemas Pull para evitar producir en exceso.
4. Nivelar la carga de trabajo. (heijunka). (trabajar como la tortuga no como la liebre.)
5. Crear una cultura de para a fin de resolver los problemas, para lograr una buena calidad a la primera.
6. Las tareas estandarizadas son el fundamento de la mejora continua y de la autonomía del empleado.
7. Usar el control visual de modo que no se oculten los problemas.
8. Utilizar tecnología fiable y absolutamente probada que dé servicio a la gente y los procesos.
9. Hacer crecer a líderes que comprendan perfectamente el trabajo, vivan la filosofía y la enseñen a otros.
10. Diseñar personas y equipos excepcionales que sigan la filosofía de su empresa.
11. Respetar a la red de socios y proveedores, desafiándoles y ayudándoles a mejorar.
12. Ir a verlo por uno mismo para comprender a fondo la situación (genchi genbutsu).
13. Tomar decisiones por consenso lentamente, considerando concienzudamente todas las opciones; implementándolas rápidamente.
14. Convertirse en una organización que aprende mediante la reflexión constante (hansei) y la mejora continua (Kaizen).

(Liker, 2006)

### ***2.1.3. Herramientas del Lean Manufacturing. El caso de una empresa de la Comunidad Valenciana.***

Se visitaron varias empresas de la Comunidad Valenciana y del estado californiano de Estados Unidos. Algunas de estas empresas tienen muy integrada la filosofía Lean y otras estas trabajando en ello.

Sorprendentemente, una de las empresas que más interiorizada tiene esta filosofía se encuentra en nuestra comunidad. Se realizó una entrevista a su jefe de producción y se estuvo durante un turno realizando una visita a la fábrica haciendo fotos y hablando con sus trabajadores. No hay mejor forma de mostrar las técnicas utilizadas por una empresa Lean de una forma visual tal y como mandan los cánones de esta filosofía. Así que a continuación se muestran unas fotografías que ilustran las técnicas utilizadas y que tan bien describe Vicent Gosàlvez Botella en su trabajo final de master "Cultura Lean Construction. Mejora de la clave competitiva.

(Gosàlvez Botella, 2010)

(D, 2010)





**Ilustración 13: Señalización**

**LAS 5S.**

SEIRE – Clasificar

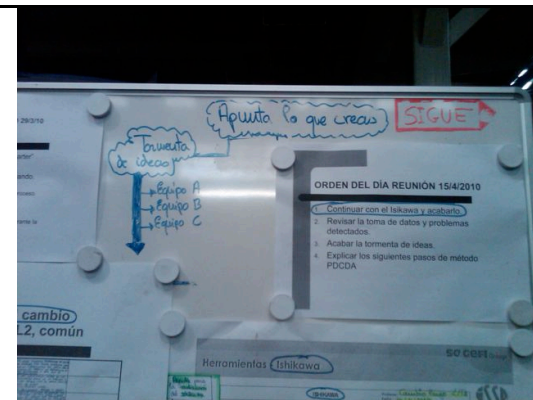
SEITON – Ordenar

SEISO – Limpia

SEIKETSU – Estandarizar

SHITSUKE – Mantener

Desde el pasillo se ha de ver toda la línea de producción. Todo está completamente, clasificado, ordenado, limpio, estandarizado y se mantiene durante años.



**Ilustración 14: Grupos de Trabajo**

**GRUPOS DE TRABAJO.**

**Empowerment.**

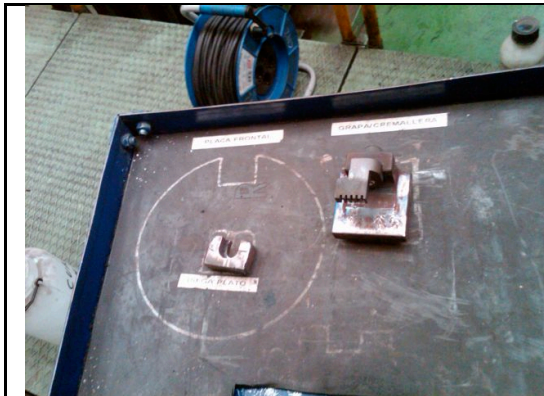
Importancia al potencial humano.

Búsqueda del despilfarro y la muda.

Reuniones periódicas.

Personal involucrado y motivado en la organización.

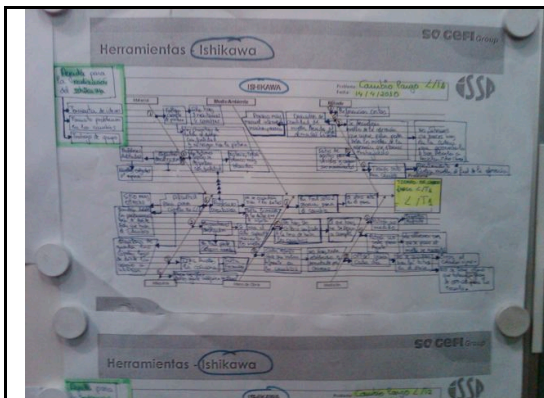
(Gosàlvez Botella, 2010)



**Ilustración 15: Gestión Visual**

## **GESTIÓN VISUAL**

Herramientas contorneadas en el panel informando de su ubicación.



**Ilustración 16: Ishikawa**

## **ISHIKAWA**

Diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de causa-efecto o diagrama de espina de pescado.

Herramienta para facilitar el análisis de problemas y sus soluciones.

Todo realizado por los equipos de trabajo.



**JUST IN TIME.** Almacén de materias primas con el stock óptimo.

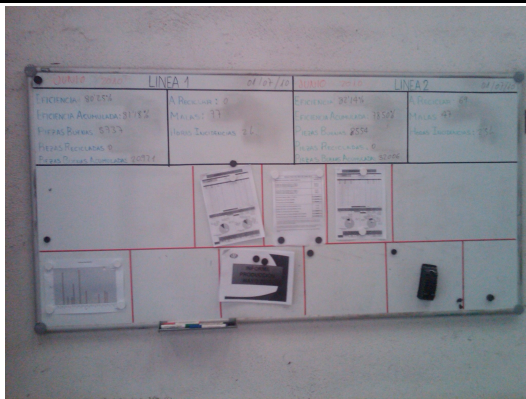
**Ilustración 17: Just in Time**



**JIDOKA** – Dispositivos a prueba de errores **POKA YOKE**.

Piezas realizadas para meter el muelle por un extremo y poner funda por el otro. Cuando el muelle se coloca como toca se enciende una luz verde, si se coloca mal esta no se enciende. Así se evita poner la funda en el extremo incorrecto.

**Ilustración 18: Jidoka-Poka Yoke**

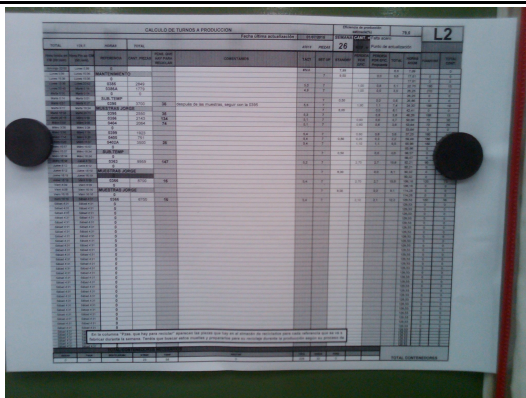


**Ilustración 19: Heijunka**

## HEIJUNKA

Producción equilibrada. Producción en pequeños lotes de varios modelos en periodos cortos de tiempo según mercado.

Los resultados de la producción y eficiencia de esta están a la vista de todos los trabajadores.

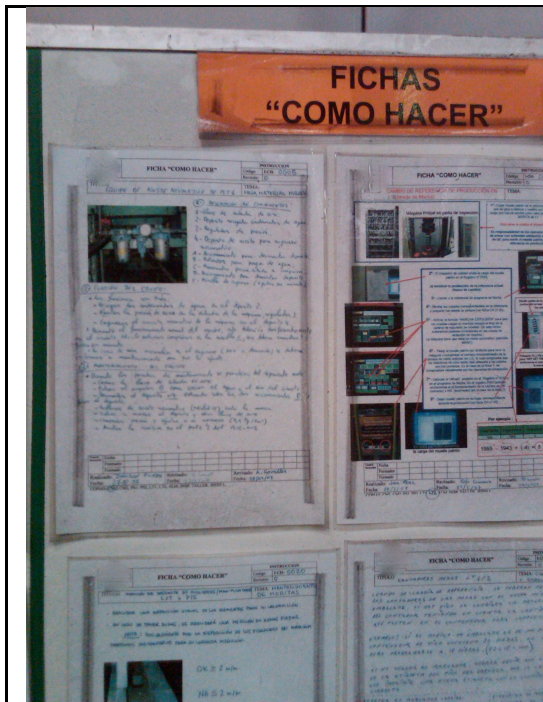


**Ilustración 20: Production Preparation Proces**

## PRODUCTION PREPARATION PROCESS. 3P.

**Proceso de la planificación de la producción.**

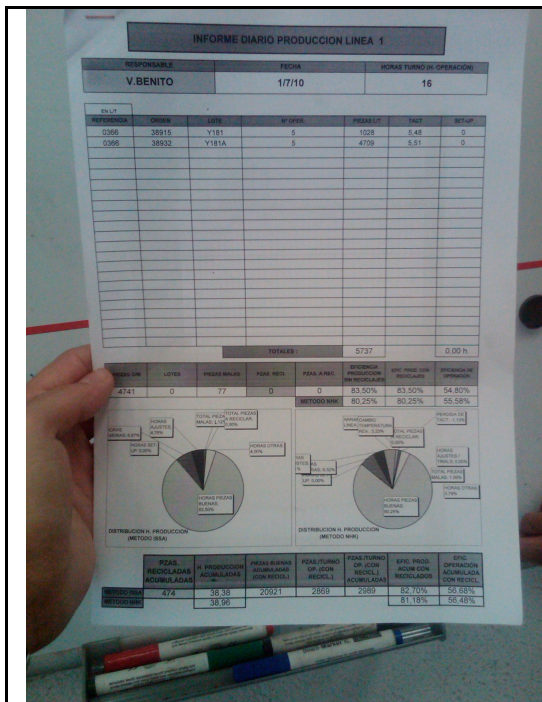
Con esta técnica se realiza la planificación del producto (desde la definición de las funciones del producto) y la planificación y diseño del proceso productivo de una forma conjunta.



### FICHAS COMO HACER

Los grupos de trabajo definen las tareas con el objetivo de la eliminación de pérdidas.

Ilustración 21: Fichas “Como Hacer”



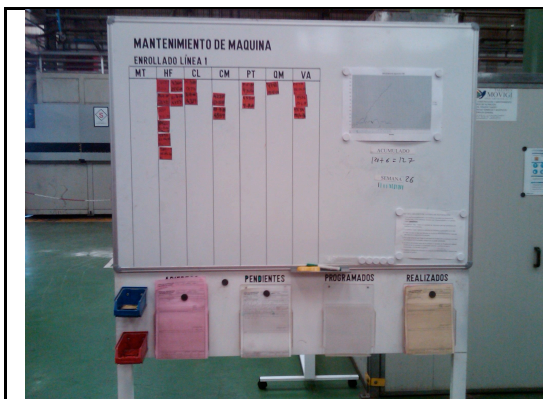
**Ilustración 22: Indicadores de rendimiento**

### INDICADORES DE RENDIMIENTO

Se realizan informes que indican el rendimiento tanto de la productividad como de los factores que implicados en la filosofía Lean como:

- Actitud
- Seguridad y Salud
- First Time Through
- Dock to Dock
- Built to Schedule
- Overall Equipment Effectiveness
- Total Cost.

(Gosálvez Botella, 2010)



**Ilustración 23: TPM**

### TPM.

### MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Los propios operarios son capaces de realizar el mantenimiento de las máquinas. Cuando una de las máquinas se estropea el resto de los equipos ayudan al que tiene el problema para que la producción continúe.

En esta imagen el panel informa de forma muy visual cual de las máquinas sufre más averías.



### **DISEÑO DE ESTACIONES DE TRABAJO Y MEJORAS ECONÓMICAS.**

En esta imagen se observa una cámara, la cual facilita la visión del operario de la línea de producción sin necesidad de estar en una posición incómoda. Esto repercute directamente en la calidad y productividad de la empresa. Además evita accidentes y mejora el clima laboral.

Esta cámara también graba 24 horas lo que ocurre ya que se trata de un sitio conflictivo de la línea de producción.

**Ilustración 24: Ergonomía**



**Ilustración 25: SMED**

### **SMED**

#### **SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE. TÉCNICAS DE CAMBIO RÁPIDO.**

Estas son las piezas de recambio y puesta a punto de la maquinaria. Siempre a punto y en la cantidad necesaria para realizar el cambio en el menor tiempo posible. Esta herramienta es imprescindible para conseguir una producción en pequeños lotes y mayor flexibilidad.

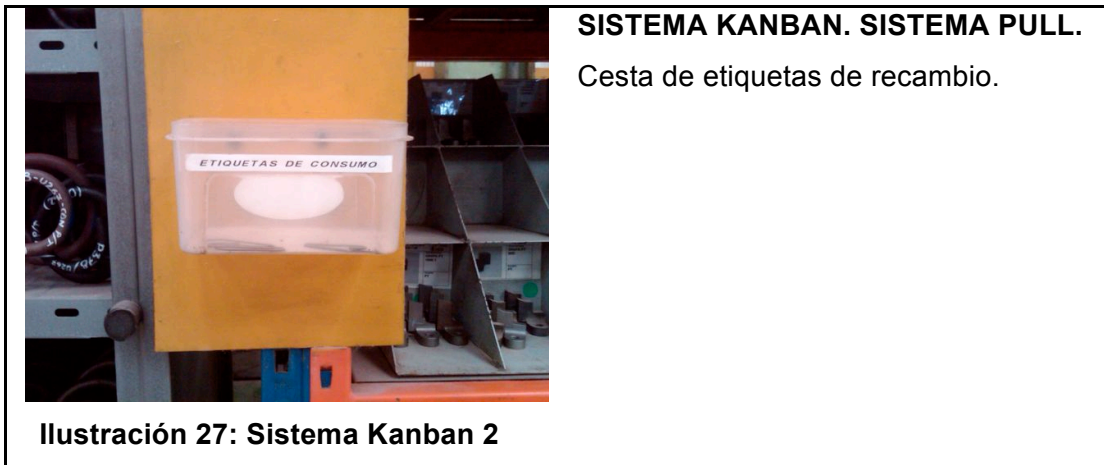


**Ilustración 26: Sistema Kanban 1**

### **SISTEMA KANBAN. SISTEMA PULL.**

3 unidades mínimo. Cuando se acaban se coge la tarjeta de abajo y se pone en la cesta de etiquetas de recambio.





Además de estas técnicas que se pueden observar en esta fábrica Vicent Gosàlvez añade en su trabajo final de master:

- Seguimiento y Mejora de los “Cuellos de Botella”
- Mapa de Flujo de Valor (Value Stream Mapping – VSM)

Sin duda todas estas técnicas han quedado reflejadas a partir del estudio del caso de esta empresa. Pero no sólo eso, sino que queda claro que siguen a raja tabla los 14 principios de Toyota. Sin duda como nos dice el 14 de esos principios esta empresa es una organización que aprende mediante la reflexión constante (Hansei) y la mejora continua (Kaizen).



### **HANSEI, KAIZEN.**

Área de formación. Realizado por los propios operarios.

**Ilustración 28: Área de Formación**

Hemos visto los principios y técnicas fundamentales del Lean Production. En el libro *Lean Thinking*, de Womack y Jones detallan cinco principios del sistema de producción de Toyota:

1. Especificar el *Valor*
2. Flujo de Valor
3. Flujo
4. Pull (Atracción)
5. Perfección

(Womack & Jones, 2005)

Además de estos cinco, están generalmente aceptados como importante dos más:

6. Involucrar a todos a través de la colaboración
7. Optimizar todo el sistema

(Mossman, *Making construction projects more reliable using a lean approach: an introduction to lean construction & last planner*, 2010)

1. Especificar el *Valor*:

El punto de partida básico para el pensamiento Lean es el Valor. El valor solo puede definirlo el consumidor final.

2. Identificar el *flujo de Valor*:



El flujo de valor es el conjunto de todas las acciones específicas requeridas para pasar un producto específico por las tres tareas de gestión críticas de cualquier empresa:

- La tarea de solución de problemas:

Que se inicia en la concepción, sigue en el diseño detallado e ingeniería, hasta su lanzamiento a la producción.

- La tarea de gestión de la información:

Que va desde la recepción del pedido a la entrega, a través de una programación detallada.

- La tarea de transformación física:

Con los procesos existentes desde la materia prima hasta el producto acabado en manos del consumidor.

### 3. Flujo:

Hacer que fluyan las etapas creadoras de valor que quedan.

### 4. Pull (Atracción):

Dejar que sea el cliente quien atraiga (pull) el producto de acuerdo con sus necesidades, en lugar de empujar productos, a menudo no desados, hacia el consumidor.

### 5. Perfección:

A medida que las empresas empiezan a especificar el valor de modo preciso, identificar la totalidad del *flujo de valor*, a hacer que las etapas creadoras de valor para los productos específicos *fluyan* constantemente, y dejan que sean los consumidores quienes atraigan hacia sí (*pull*) valor desde la empresa, algo extraño empieza a suceder. Las personas involucradas caen en la cuenta de que no hay límite en el proceso de reducción de esfuerzo, tiempo, espacio, coste y fallos, mientras ofrecen un producto que cada vez está más cerca de lo que el consumidor verdaderamente desea.

6. Involucrar a todos a través de la colaboración
7. Optimizar todo el sistema

En 2001 Toyota publicó The Toyota Way 2001, un documento interno que establecía las bases de la cultura de la compañía. The Toyota Way describe los dos pilares de Toyota:

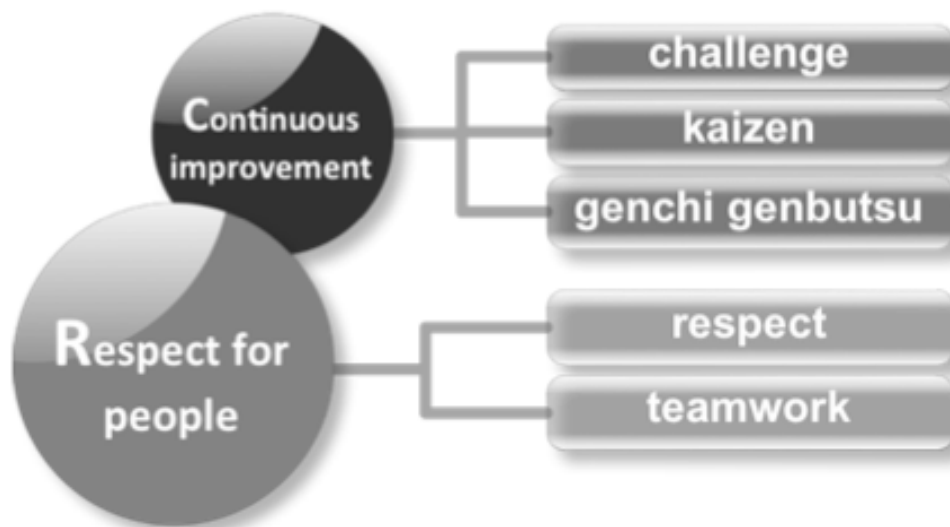


Ilustración 29: The two pillars of the Toyota Way 2001

### 1. Continuous Improvement ( la Mejora Continua):

Nunca estamos satisfechos con donde estamos y siempre mejorando nuestro negocio a base de poner nuestras mejores ideas y esfuerzos.

**Challenge:** Tenemos una visión a largo plazo, afrontando los desafíos con valentía y creatividad para alcanzar nuestros sueños.

**Kaizen:** Mejoramos el funcionamiento de nuestro negocio continuamente, siempre impulsando la innovación y la evolución.



**Genchi Genbutsu:** Vamos a la fuente para determinar los hechos y tomar las decisiones correctas, crear consenso y alcanzar los objetivos.

## 2. Respect for people (Respeto por la gente)

Toyota respeta a su comunidad, a sus miembros y a sus colaboradores y partes interesadas.

**Respect (Respeto):** Respetamos a los otros, haciendo todo lo posible para entenderse entre si, siendo responsable y poniendo lo mejor de nosotros para construir la confianza mutua.

**Teamwork (trabajo en equipo):** Estimulamos el crecimiento personal y profesional, compartiendo las oportunidades de desarrollo y maximizando el rendimiento individual y del equipo.

### **3. LEAN CONSTRUCTION. CONCEPTOS PREVIOS Y SUS HERRAMIENTAS DE COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN.**

#### **3.1. CONCEPTOS PREVIOS**

Aparte del Lean Manufacturing o Lean Production, esta filosofía se ha aplicado a una infinidad de sectores tales como servicios, contabilidad, software e incluso en el marketing. Por eso mismo no hay que quedarse con la idea de que las herramientas que acabamos de analizar son las que se han de aplicar a cualquier empresa o sector. Lean no son una serie de herramientas que se han de aplicar allá donde vayamos, sino que se han de crear nuevas herramientas y sistemas dependiendo de la empresa y del sector. Lo importante no son sus herramientas sino su filosofía y sus principios.

En el sector de la construcción, como ya se ha dicho, se están aplicando estos principios gracias a diversas herramientas. El objetivo de este trabajo no es tanto mostrar la filosofía como sus herramientas y resultados. Como se explica en la introducción, este trabajo es una continuación de otros dos presentados con anterioridad en este master. En ambos se hablaba de la filosofía Lean. Por lo que se van a mostrar las herramientas más usadas y aceptadas por el sector de la construcción alrededor del mundo.

Sin embargo no podemos pasar por alto varios puntos. El Lean Construction focaliza sus esfuerzos en generar valor al producto final. Para generar valor, el primer paso es el de eliminar las pérdidas. Pérdidas que se generan durante todo el desarrollo de un proyecto de construcción. Estos dos conceptos son los dos primeros que vamos a tratar.

En el siguiente punto se muestran los conceptos y herramientas en el proceso de producción de la construcción gracias a un gran número de lecturas de artículos sobre la teoría y aplicación con éxito de estas herramientas, y la visita al Project Production System Laboratory de la Universidad de California, Berkeley.



Se comentan los principios y herramientas usadas en las fases de redacción de proyecto y anteriores a través de la visita al proyecto más avanzado en Lean Construction del mundo. El Cathedrall Hill Hospital de San Francisco.

En Lean Construction se habla de generar valor al producto final. La generación del valor está directamente relacionada con la eliminación de los desperdicios. Es decir, hay que eliminar del proceso todo aquello que no genera valor al producto y que por lo tanto está generando pérdidas. Algunos autores han denominado al Lean Construction o Construcción Lean como “construcción sin pérdidas”. (Pellicer Armiñana & Alarcón Cárdenas, 2009)

### **3.1.1 El valor**

En español, la definición más apropiada para el sector de la construcción es: “Grado de utilidad o aptitud de las cosas, para satisfacer las necesidades o proporcionar bienestar o deleite.” (RAE, 2010). Para satisfacer las necesidades, proporcionar bienestar o deleite a través de una obra de construcción o edificación se han de tener en cuenta muchas variables.

La primera variable sería la de los requerimientos del cliente. Es decir, conocer las necesidades de este. Pero en realidad no nos basta solo con eso. Se ha de tener en cuenta que el concepto de valor es “subjetivo, relativo, depende del contexto y además es dinámico”. (Salvatierra-Garrido, Pasquire, & Thorpe, 2010). No obstante no se trata más en profundidad este tema, ya que es lo suficientemente amplio como para el desarrollo de una tesis doctoral. Tesis doctoral que está desarrollando, José Salvatierra-Garrido<sup>6</sup> y que en pocos meses tendremos la posibilidad de disfrutar y aprender de ella, gracias a la tutela de Christine Pasquire<sup>7</sup>. A pesar de la complejidad del propio concepto resulta fácil pensar que además de los requerimientos del cliente y/o usuario final, hemos de pensar que las obras de construcción tienen un impacto en la sociedad y en el medio ambiente. Estos dos conceptos no se dejan de lado en la construcción lean.

---

<sup>6</sup> PhD Student, Department of Civil and Building Engineering, Loughborough University, UK.

<sup>7</sup> Senior Lecturer in Commercial and Construction Management, Department of Civil and Building Engineering, Loughborough University, UK

Además hemos visto que para crear valor se siguen 7 principios:

1. Especificar el *Valor*
2. Flujo de Valor
3. Flujo
4. Pull (Atracción)
5. Perfección

(Womack & Jones, 2005)

Además de estos cinco, están generalmente aceptados como importantes dos más:

6. Involucrar a todos a través de la colaboración
7. Optimizar todo el sistema

(Mossman, Making construction projects more reliable using a lean approach: an introduction to lean construction & last planner, 2010)

*“La creación de valor en construcción requiere de la transformación de materiales. Hay siete flujos: Información, equipamiento, materiales, tareas precedentes, espacio seguro y entorno de trabajo seguro. Han de ir juntos para permitir la transformación hacia el flujo. Si alguno de los siete se interrumpe o no existe no se puede generar valor.”* (Mossman, Making construction projects more reliable using a lean approach: an introduction to lean construction & last planner, 2010)

Dejando de lado la parte más teórica del concepto de valor si que hay un concepto claro. Durante el proceso se ha de eliminar todo proceso que no genere valor, de lo contrario estamos generando pérdidas.





### **3.1.2. Las pérdidas**

En español, la definición más apropiada para el proceso de producción es: Daño o menoscabo que se recibe en algo. (RAE, 2010) Es decir, cada proceso que no genera valor es un proceso que genera un daño al objetivo final. Por lo que se considera un desperdicio. La filosofía Lean clasifica esos desperdicios en siete:

1. Sobreproducción: Producir por encima de la demanda. Aparece stock, si se produce sin responder a la necesidad del cliente se consumen recursos.
2. Tiempo de espera: Esperar al anterior o al siguiente proceso de producción.
3. Transporte: Transportar productos no necesarios en ese momento para producir el producto final.
4. Exceso de procesado: A causa del diseño o del uso de herramientas de baja calidad la actividad no es eficiente. Se ha de rehacer el trabajo ya realizado.
5. Inventario o stock: Todo lo que se ha producido y que aún no se ha vendido.
6. Movimiento: Personas o maquinaria moviéndose más de lo necesario para producir el producto final.
7. Defectos: Esfuerzo realizado para investigar sobre los defectos producidos y tener que arreglarlos.

Eliminando el despilfarro, la calidad mejora y el tiempo de producción y el coste, se reducen.

### **3.2. HERRAMIENTAS DE COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN DEL LEAN CONSTRUCTION**

Siguiendo estos dos conceptos básicos, de añadir valor eliminando pérdidas, se han creado varias herramientas para la fase de ejecución o producción de obras.

La más conocida y utilizada por las empresas constructoras alrededor del mundo es el **LAST PLANNER SYSTEM**™ creado por Glenn Ballard y Greg Howell. También se le conoce en español como sistema del último planificador. Esta herramienta está aportando grandes beneficios a las empresas constructoras, solo hay que leer los innumerables artículos sobre su aplicación y resultados. (Ballard H. G., 2000) (Botero Botero & Álvarez Villa, 2005) (AlSehaimi, Tzortzopoulos, & Koskela, 2009) y muchos más.

Esta herramienta tan potente favorece la aplicación de los principios de la filosofía Lean. Pero pueden apoyarse en otras herramientas como la **GESTIÓN VISUAL** dentro de la obra. El **LEAN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT** como ayuda a la cadena de suministro de materiales “just in time” y favorecer así la limpieza en obra y las **5S**. A su vez las **5S** favorecen la seguridad y Salud de los trabajadores dentro de la obra.

Vicent Gosàlvez Botella en su proyecto final de este master “cultura Lean Construction: Clave de la mejora competitiva” (Gosàlvez Botella, 2010) nos explica perfectamente el Last Planner System También nos da las claves de cómo implementarlo en una empresa constructora a través de la generación de plantillas. Sin embargo se va explicar en que consiste y se intenta introducir algún concepto más para llegar a su entendimiento

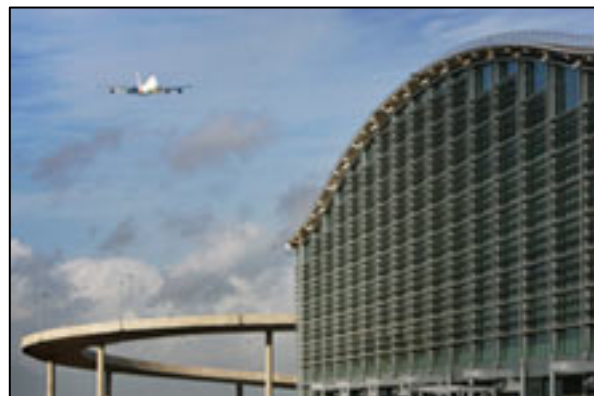


### **3.2.1. LAST PLANNER SYSTEM TM o SISTEMA DEL ÚLTIMO PLANIFICADOR.**

*“Este sistema ayuda a dirigir las relaciones entre los participantes en el proceso, la comunicación entre ellos y sus promesas, dónde colaborando juntos son capaces de tomar decisiones sobre el planning inicial y el de producción al nivel más bajo posible.(...)”*

*El Last Planner System (LPS) tiene en cuenta los siete flujos definidos por Lauri Koskela (Koskela, 1992) . Para ser capaz de controlar estos siete flujos es necesario un alto nivel de colaboración, comunicación y compromiso. El CPM, método de la cadena crítica usado en la gestión de proyectos solo se focaliza en uno de esos flujos, la tarea precedente.(...)”*

*Esta herramienta sirve tanto para proyectos pequeños como para grandes proyectos donde se ha usado, como el de la T5 del aeropuerto de Heathrow de 6.100 millones de euros de presupuesto. Ilustración 30. Sin embargo el sistema solo funciona a la perfección en un entorno de cultura Lean. La cultura del control y mando o la de búsqueda de responsables acabaría destrozando todos sus beneficios. (Mossman, Making construction projects more reliable using a lean approach: an introduction to lean construction & last planner, 2010)*

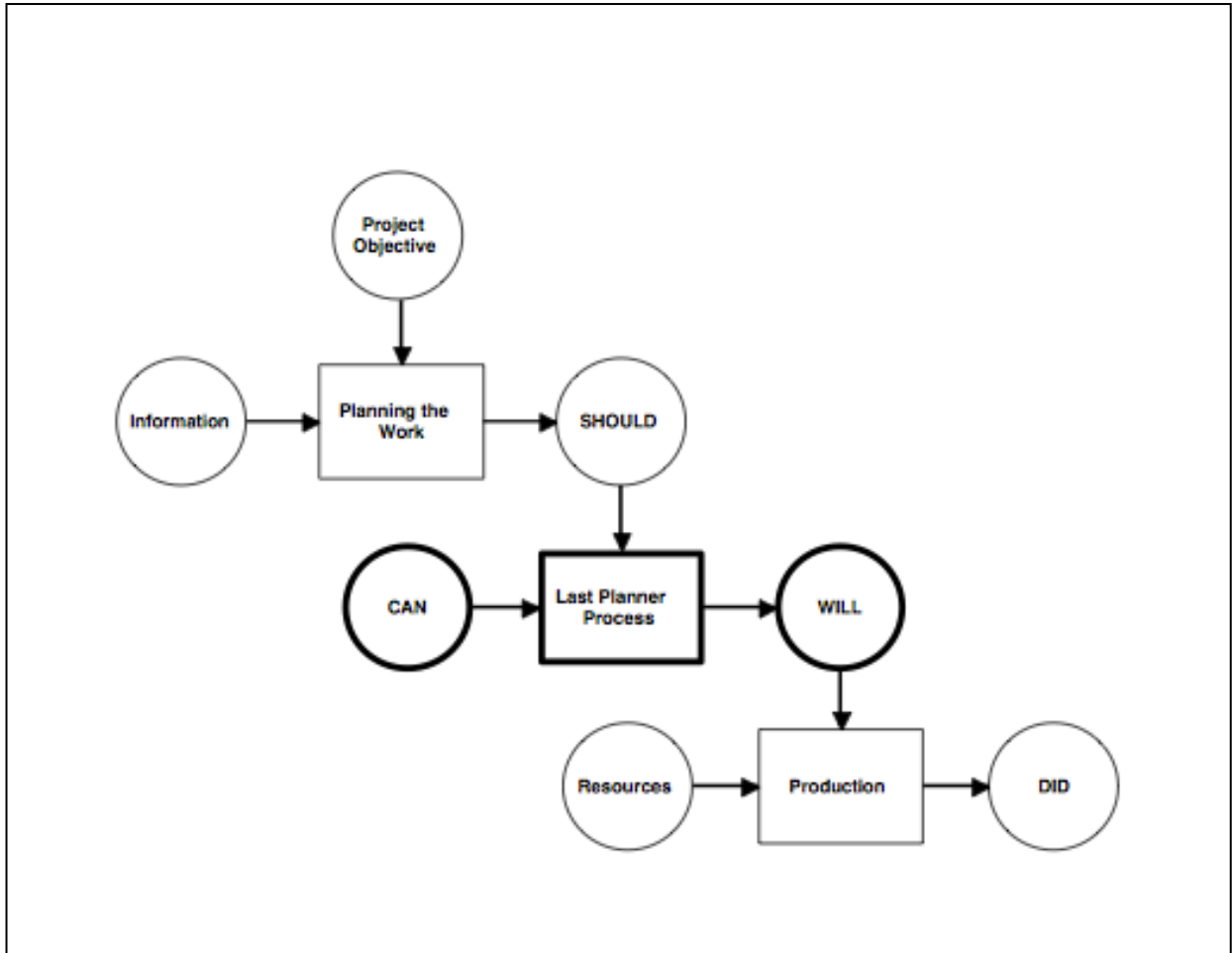


**Ilustración 30: Heathrow T5. Fuente: [www.ferrovial.es](http://www.ferrovial.es)**

*La Terminal 5 es uno de los proyectos de construcción más complejos y de mayor tamaño de Europa, pero se ha construido dentro de los plazos y del presupuesto estimado. (Ferrovial)*

El LPS, está basado en un sistema Pull. Añade un componente de control de producción al sistema de gestión de proyectos tradicionales. Como se muestra en la Ilustración 31: Figura de la tesis de Glenn Ballard. LPS, sistema Pull Ilustración 31, el LPS puede entenderse como un mecanismo para la

transformación de lo que debe hacerse en lo que se puede hacer, formando así un inventario de obra, dónde los planes de trabajo semanales se pueden hacer. Las asignaciones de los planes de trabajo semanal son un compromiso por parte de los últimos planificadores (capataces, encargados) sobre lo que realmente van a



**Ilustración 31: Figura de la tesis de Glenn Ballard. LPS, sistema Pull**

hacer. (Ballard H. G., 2000)

Esto se observa mejor si la comparamos con el sistema tradicional. Ver Ilustración 32.

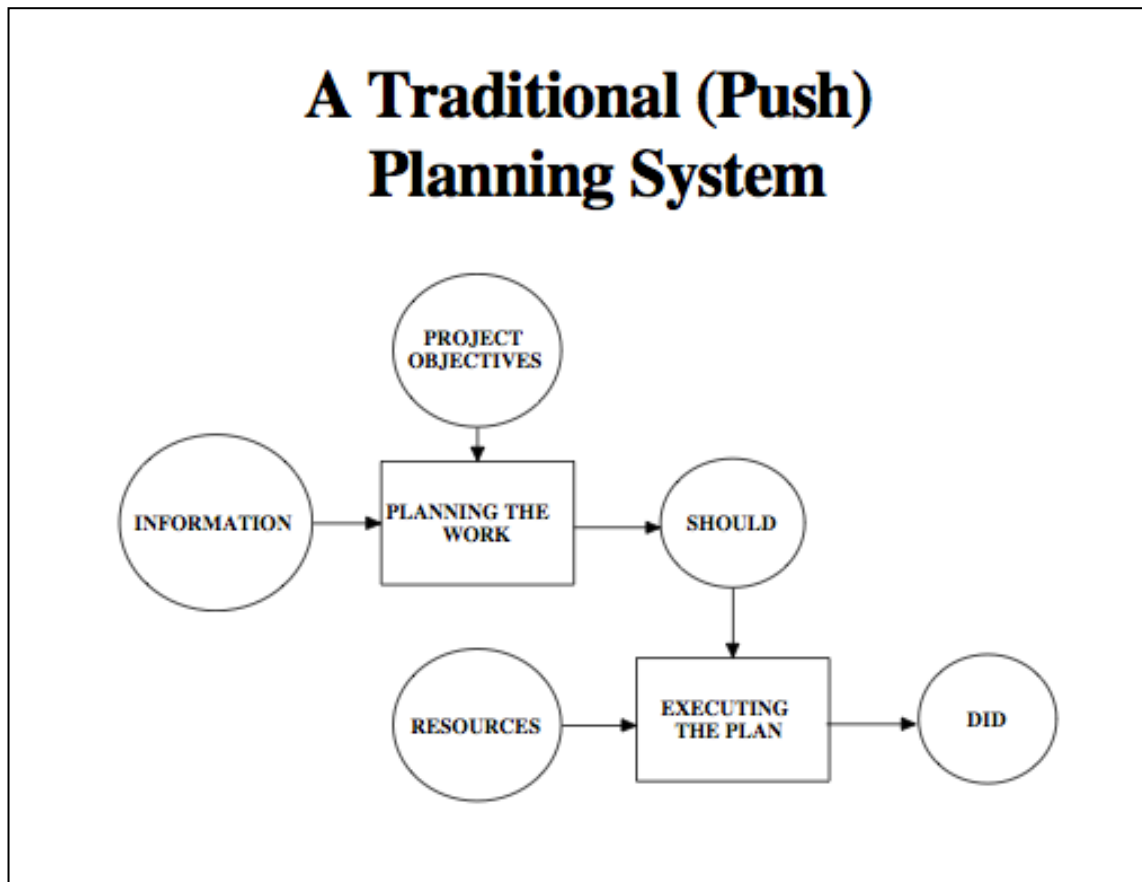


Ilustración 32: Figura de la tesis de Glenn Ballard. Sistema tradicional Push

El objetivo de este sistema es el de generar una planificación realista, en lugar de una irreal y muchas veces optimista. Ilustración 31

Pero esto se realiza gracias a la colaboración entre los agentes y de la siguiente forma. Ilustración 33

DEBERÍA: Primero se fijan los objetivos globales teniendo en cuenta las restricciones fundamentales del proyecto.

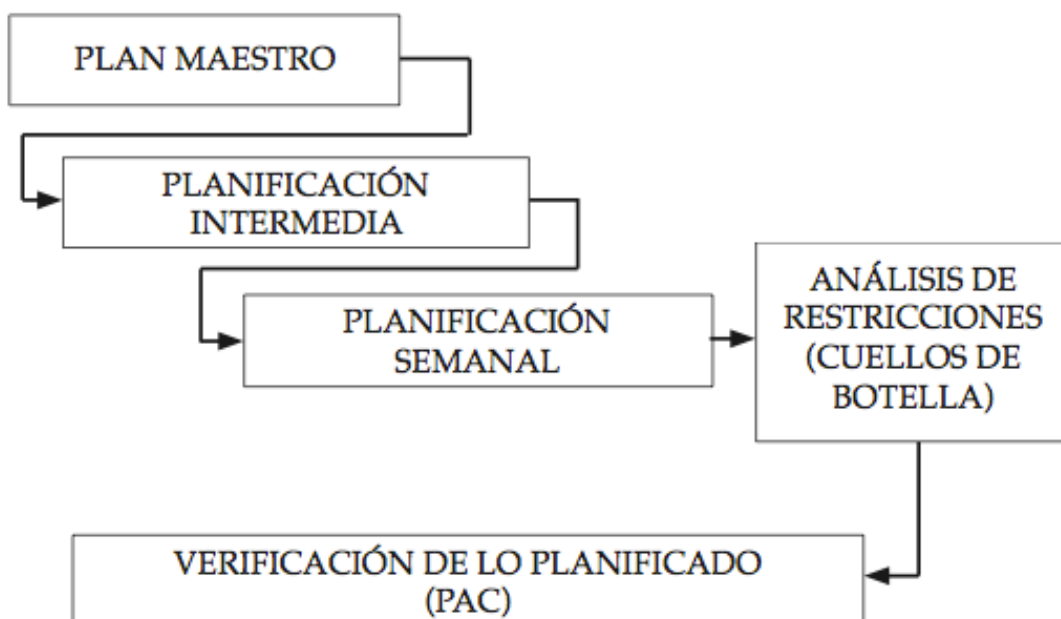
PUEDE: Se utilizan esos objetivos para planificar procesos más detallados y se especifican los medios necesarios para conseguir los objetivos.

SE HARÁ: Se eliminan las restricciones y el último planificador decide que hará, y se compromete a ello, al día o semana siguiente. Las actividades se les denomina asignaciones.



Ilustración 33: Debería-Puede-Se hará

Además de tener la planificación inicial, que suele ser la que utilizamos en la actualidad, y lo llamamos PLAN MAESTRO, se realizan planificaciones intermedias, planificaciones semanales y se realiza un seguimiento de lo planificado gracias al indicador PAC (Porcentaje de asignaciones completadas).





## PLAN MAESTRO

Se le denomina así al planning inicial y que se hace hincapié en los hitos demandados por el cliente o por alguna otra causa.

## PLANIFICACIÓN INTERMEDIA

Viene después del plan maestro y precede a la planificación semanal basada en el compromiso. Esta planificación tiene una visión de entre 4-6 semanas y es adaptable a las necesidades y características del proyecto. En esta fase se detallan más las actividades a ejecutar así como las subtareas para su ejecución, y que pueden entenderse como prerequisites de trabajo, directrices o recursos necesarios para su realización, que se conocen como restricciones. Una vez éstas se determinan, las actividades deben someterse al proceso de preparación, donde las restricciones son eliminadas, dejando la actividad lista para ser ejecutada.

## PLANIFICACIÓN SEMANAL

El sistema del último planificador pretende incrementar la calidad del plan de trabajo semanal (PTS), el cual cuando se combina con el proceso de planificación intermedia genera el control del flujo de trabajo.

Algunas características comprometidas en la realización de planes acertados de trabajo semanal son las siguientes:

- La correcta selección de la secuencia del trabajo, de acuerdo con el plan maestro establecido, las estrategias de ejecución y la constructabilidad (características que hacen que un diseño pueda ser construido).
- La correcta cantidad de trabajo seleccionada, teniendo en cuenta la capacidad de trabajo de las cuadrillas que ejecutarán las actividades.
- La definición exacta del trabajo por realizar y que puede hacerse, es decir, la garantía de que todos los prerequisites se han ejecutado y que se cuenta con recursos disponibles para tal fin.

La Ilustración 35 es de la ejecución de un proyecto del aeropuerto de Gatwick de Londres. Por temas de seguridad, el diseño requería la creación de 10 nodos. Los primeros planificadores llegaron a la conclusión que para la ejecución de cada uno de los nodos harían falta al menos 22 semanas. El contratista y un subcontratista organizaron un día de programación colaborativa junto con los diseñadores y cliente. Durante ese día se definió como poder hacer el trabajo en 16 semanas. Después de la ejecución del primer nodo, el equipo entregó los siguientes en 12 semanas. El último nodo se acabó en 10 semanas.



**Ilustración 35: Foto cedida por Alan Mossman. Planificación en colaboración. (Mossman, Making construction projects more reliable using a lean approach: an introduction to lean construction**

Las columnas grises son los fines de semana. Cada post-it es un día de trabajo de un individuo o equipo. Cada color representa un industrial. (Mossman, Making construction projects more reliable using a lean approach: an introduction to lean construction & last planner, 2010)





## VERIFICACIÓN DE LO PLANIFICADO CON EL PORCENTAJE DE ASIGNACIONES COMPLETADAS (PAC)

El sistema del último planificador necesita medir el desempeño de cada plan de trabajo semanal para estimar su calidad. Esta medición, que es el primer paso para aprender de los fallos e implementar mejoras, se realiza a través del porcentaje de asignaciones completadas (PAC), que es el número de asignaciones completadas programadas divididas por el número de asignaciones programadas para una semana dada. De esta manera, el PAC evalúa hasta que punto el sistema del último planificador fue capaz de anticiparse al trabajo que se haría en la semana siguiente; es decir, compara lo que será hecho según el plan de trabajo semanal con lo que realmente fue hecho, reflejando así la fiabilidad del sistema de planificación.

Un buen logro ejecución se sitúa por encima del 80%; un logro pobre está por debajo del 60%. Equipos con experiencia en el sistema mantienen un logro por encima del 85%.

## **Análisis del sistema del último planificador.**

Después de un estudio realizado en Colombia, con siete empresas constructoras donde se aplicó este sistema, llegaron a las siguientes conclusiones:

*Last planner system (sistema del último planificador), como sistema de planificación y control de proyectos de construcción, es una herramienta muy útil para mejorar la confiabilidad y rebajar la incertidumbre en la planificación.*

*La planificación intermedia, el plan de trabajo semanal y las reuniones de control de lo planificado afectan positivamente el desarrollo de la obra y su desempeño en diferentes aspectos:*

- **Comunicación**, ya que la planificación intermedia y del día a día (plan de trabajo semanal) se realiza conjuntamente en la obra.
- **Compromiso**, al ser tenidos en cuenta para la planificación, los actores que intervienen directamente en el desarrollo de la misma (últimos planificadores): maestros, supervisores y subcontratistas.
- **Cultura de medición**, necesaria para establecer referencias del desempeño del proyecto.
- **Mejora continua**, una vez establecido el indicador PAC de cumplimiento de lo planificado y la herramienta se aplica sistemáticamente.
- Con el nuevo sistema, el papel del profesional jefe de obra se torna **PROACTIVO**, ya que es necesario analizar y levantar las restricciones de las actividades para definir las asignaciones de trabajo de la unidad de producción.
- **El análisis de las causas de no cumplimiento** de lo planificado ofrece valiosa información, utilizada para evitar la recurrencia de situaciones que generan atrasos y baja productividad en la obra.

(Botero Botero & Álvarez Villa, 2005)

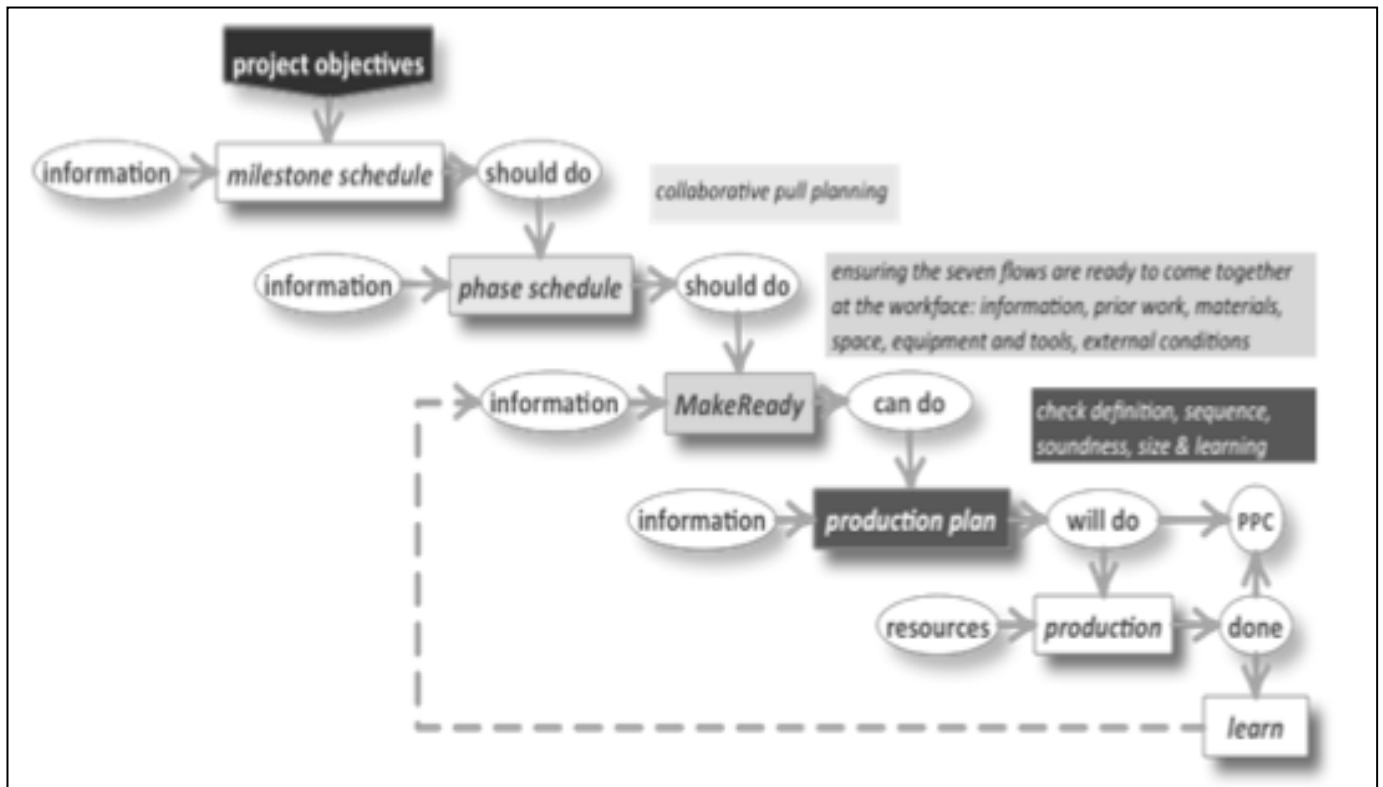


Ilustración 36: Diagrama de flujo del Last Planner. Con el permiso de Alan Mossman. (Mossman, Making construction projects more reliable using a lean approach: an introduction to lean construction & last planner, 2010)

### **3.2.3 LEAN PROJECT DELIVERY SYSTEM <sup>TM34</sup>**

Hasta ahora hemos visto como el Last planner system mejora el método en la gestión de proyectos en la construcción en la fase de producción. Elimina los problemas analizados en el capítulo 1, de información gracias a la comunicación, mejora la planificación y la coordinación. Sin embargo, los problemas del sistema, intereses antagonistas, siguen estando en todo el proceso. Gracias al Lean Project Delivery, estos problemas se pueden solucionar.

El Lean Project Delivery, no es otra cosa que una innovación en el Integrated Design and Delivery. Es decir, la integración de la fase de diseño con la de producción. El diseño y la ejecución se realiza por los mismos agentes.

En el capítulo anterior uno de los problemas que más acucian los agentes es la indefinición del proyecto. El motivo, en la mayoría de las ocasiones, no tiene nada que ver con la competencia o incompetencia de los equipos redactores. La causa principal, es porque no hay otra forma de hacer los proyectos que indefinidos en algunos aspectos. En la fase de redacción en la mayoría de las ocasiones no se sabe quien lo va ejecutar, que sistemas utilizará e incluso que materiales se emplearán finalmente. Con este panorama es normal que el proyecto no pueda entregarse con una definición absoluta. Justamente esto es lo que se trata de mejorar a través del Integrated Project Delivery. Se integra a los constructores desde la fase del diseño. De esta forma todos van entendiendo las necesidades del cliente y como poder satisfacerlas junto con los diseñadores, a la vez que son capaces de desarrollar una solución efectiva en la relación coste-producción. En la Ilustración 37 se compara el sistema histórico con el Integrated Project Delivery.

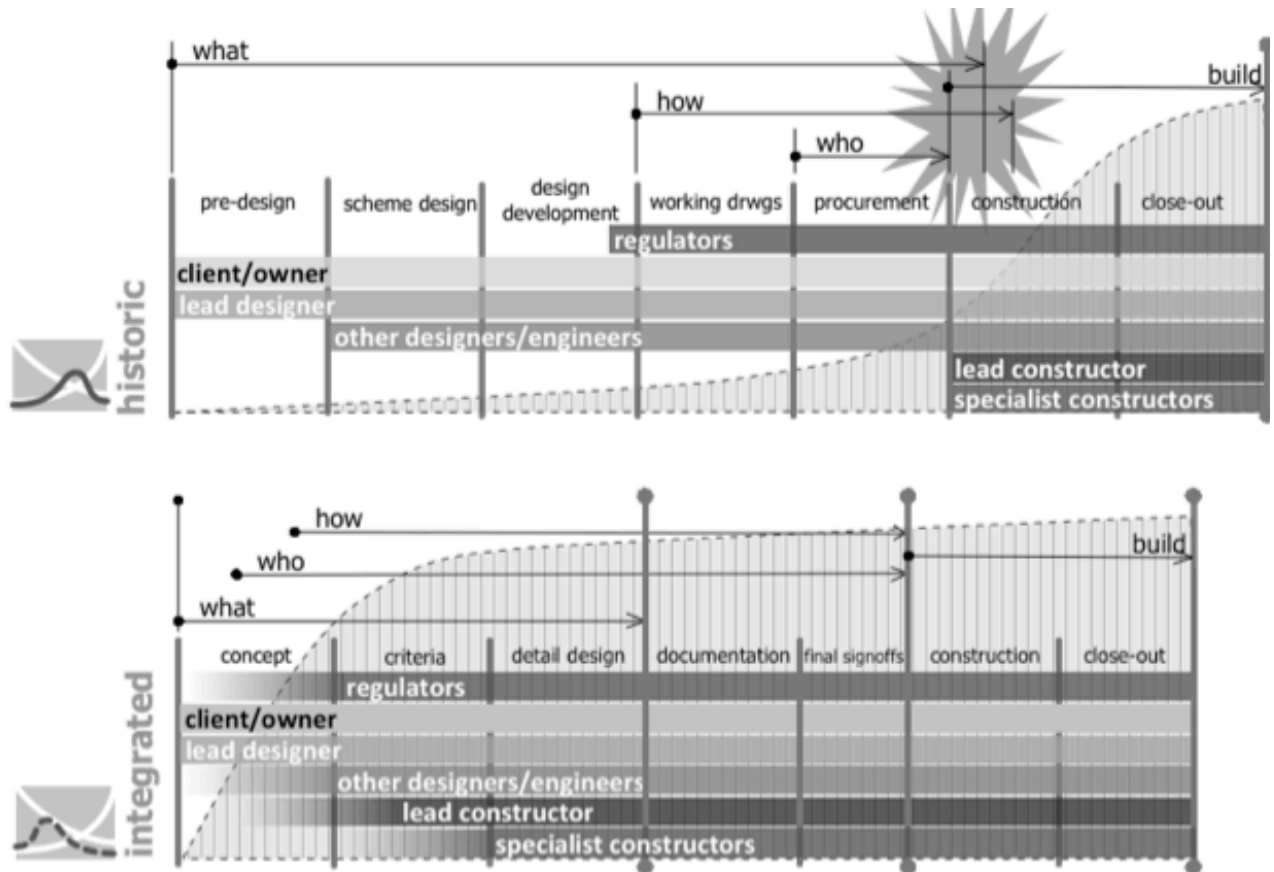


Ilustración 37: Comparación temporal entre el sistema actual y el integrated project delivery. Cedida por Alan Mossman

(Eckblad, Stuart, Bedrick, & Rubel, 2007)

Sin duda de esta forma estamos cambiando el sistema actual más utilizado en España. Esto no quiere decir que sea difícil de aplicar, ya que la leyes actuales permiten realizar este tipo de formato, incluso para las administraciones públicas. Este sistema nos ofrece unos beneficios potenciales para poder mejorar el actual.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Ver Tabla 7: Beneficios potenciales del Integrated, Lean Project Design & Delivery.

<b>BENEFICIOS POTENCIALES</b>	
<b>Para los clientes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilidad para unificar las opciones del diseño con los objetivos del negocio.</li> <li>• Mejorar el valor y elevar la calidad del producto.</li> <li>• Gran potencial de minimizar el coste de construcción y de operaciones.</li> <li>• Reducir el coste de la energía durante el uso.</li> <li>• Entrega rápida de la instalación. Recuperación de la inversión antes.</li> </ul>
<b>Para los diseñadores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menos repetición de trabajos.</li> <li>• Las relaciones, conversaciones y compromisos se gestionan.</li> <li>• Toma de decisiones en el momento oportuno.</li> <li>• Mayor facilidad para crear edificios respetuosos con el medioambiente excelente.</li> <li>• Mayor facilidad para la ejecución según el coste objetivo.</li> <li>• Reducción en el tiempo de redacción de documentos.</li> </ul>
<b>Para los constructores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición del proyecto. Menos repetición de trabajos, coste menor, finalización más rápida.</li> <li>• Más construible, la logística se considera desde el principio.</li> <li>• Las relaciones, conversaciones y compromisos se gestionan de forma sistemática.</li> <li>• Mayor exactitud en el proceso constructivo y certeza en el coste.</li> </ul>

**Tabla 7: Beneficios potenciales del Integrated, Lean Project Design & Delivery.**  
. (Mossman, Ballard, & Pasquire, Lean Project Delivery- innovation in integrated design & delivery, 2010)



EL LEAN PROJECT DELIVERY SYSTEM genera una cooperación dentro de un único equipo formado por la propiedad, arquitecto, constructor y los otros agentes críticos del proceso, los trata como iguales para intentar conseguir el objetivo común.

## Lean Project Delivery System

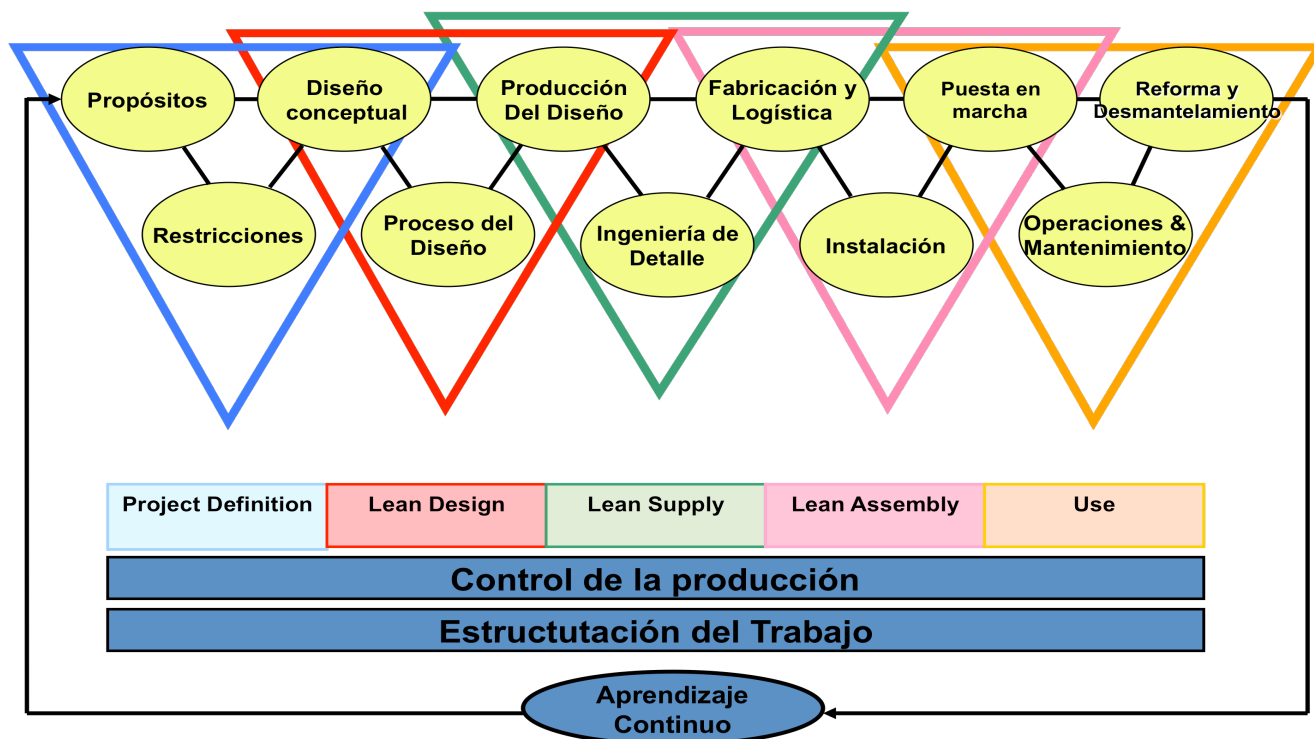


Ilustración 39: Lean Project Delivery System <sup>TM4</sup> (Mossman, Ballard, & Pasquire, Lean Project Delivery- innovation in integrated design & delivery, 2010)

La Ilustración 39 nos muestra el modelo Lean Project Delivery System. Se combina el diseño con la construcción, reconociendo la importancia de que ciertos aspectos del diseño y construcción ocurren en paralelo. Se observa que se tiene en cuenta desde las primeras ideas hasta el desmantelamiento del edificio.

## SET-BASED DESIGN.

Esta herramienta ofrece la posibilidad a los especialistas, incluyendo al constructor de desarrollar posibles soluciones a los problemas en el diseño y producción del producto y decidirlo en el momento adecuado (momento responsable). Decidir en el momento responsable, permite al equipo de diseño desarrollar varias opciones de diseño en paralelo y escoger entre ellos con el acuerdo entre el resto de agentes. Con lo cual se reduce la necesidad de rehacer trabajos a última hora. (Mossman, Making construction projects more reliable using a lean approach: an introduction to lean construction & last planner, 2010)

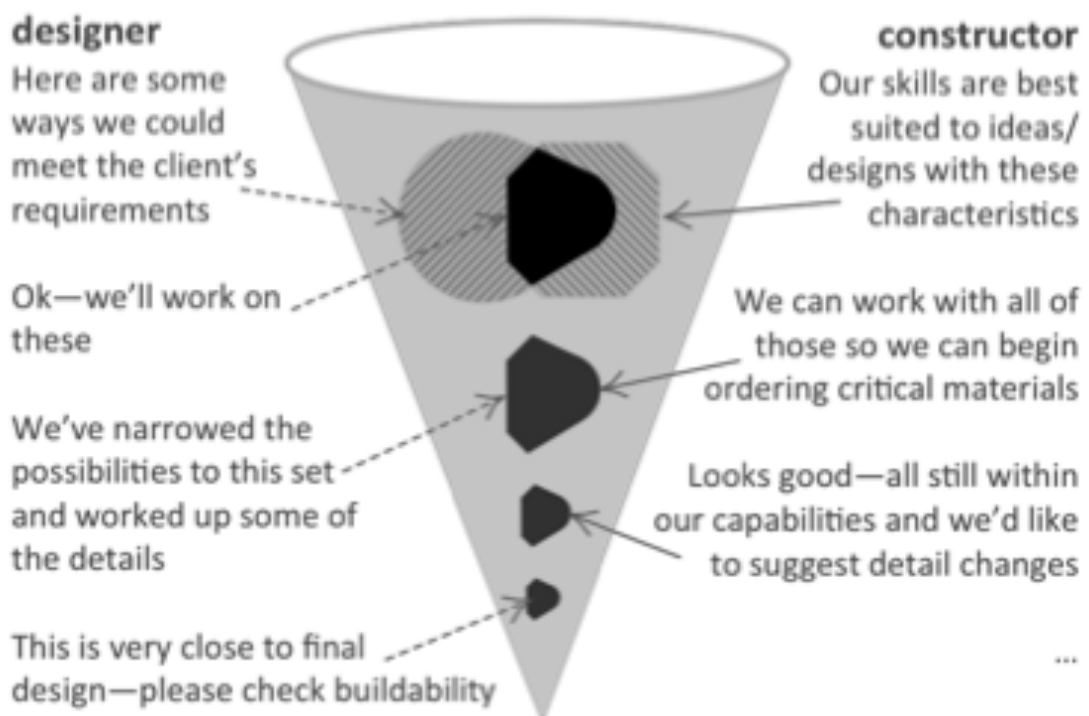


Ilustración 40.: Dialogo del set-based design (Sobek, Durward, Allen, & Jeffrey K, 1999)

Esta ilustración nos muestra el dialogo entre diseñadores y constructor. En realidad, hay muchos más agentes que intervienen, como los de ingeniería de detalle, subcontratas, etc. Cada punto de vista contribuye para optimizar el conjunto global.

Para mejorar esta herramienta se utiliza el proceso A3 (John, 2008). Más adelante, en el caso del Cathedral Hill Hospital, se da un ejemplo de esto.





## EVIDENCE-BASED DESIGN.

Evidence-based design (EBD) es una herramienta útil para conectar el diseño con los objetivos de la propiedad. Se usan datos creíbles para influir en el diseño. Sobre todo se utiliza en arquitectura para hospitales.

Se realizó un estudio para una tesis doctoral (Zofía, 2009) donde queda muy reflejado el significado de esta herramienta. Se estudiaron los historiales médicos de cuarenta y seis pacientes quirúrgicos. Todos ellos hospitalizados en ocho habitaciones diferentes. Todas ellas eran exactamente iguales, pero en cada uno de



Ilustración 41: Nuevo hospital LA FE de Valencia.

[www.elmundo.es](http://www.elmundo.es)

las alturas del edificio, la mitad de las habitaciones daban a un escenario natural y la otra mitad a un muro de ladrillo. En los historiales médicos de los pacientes cuyas habitaciones daban al escenario natural. Ocurría lo siguiente:

- Estancias postoperatorias más cortas
- Recibían menos comentarios negativos por parte de las enfermeras
- Tomaron menos analgésicos potentes que sus compañeros de la otra parte.

Este es un ejemplo de como se miden con datos reales los objetivos de la propiedad. (Mossman, Making construction projects more reliable using a lean approach: an introduction to lean construction & last planner, 2010)

Sin duda, esta es la razón de porque en el proyecto del cathedral Hill Hospital estudiado más adelante, la propiedad decidió cambiar todo el diseño del proyecto en un estado avanzado de este. Fue entonces cuando se dieron cuenta que el funcionamiento de todo el hospital estuviera basado en la filosofía Lean. Así que decidieron modificar todo el diseño adaptándolo a su nueva forma de gestionar sus hospitales.

## TARGET VALUE DESIGN.

El Target Value Design (TVD) está basado en la estrategia comercial del Target Costing. Se fija un precio de referencia de mercado y se trata de disminuir ese coste a través de la colaboración de todos los agentes. El marco contractual habitual se modifica. Se incentiva a los agentes desde el contrato para disminuir el precio de referencia tomado de las bases de datos de las propias empresas o de las instituciones dedicadas a ello.

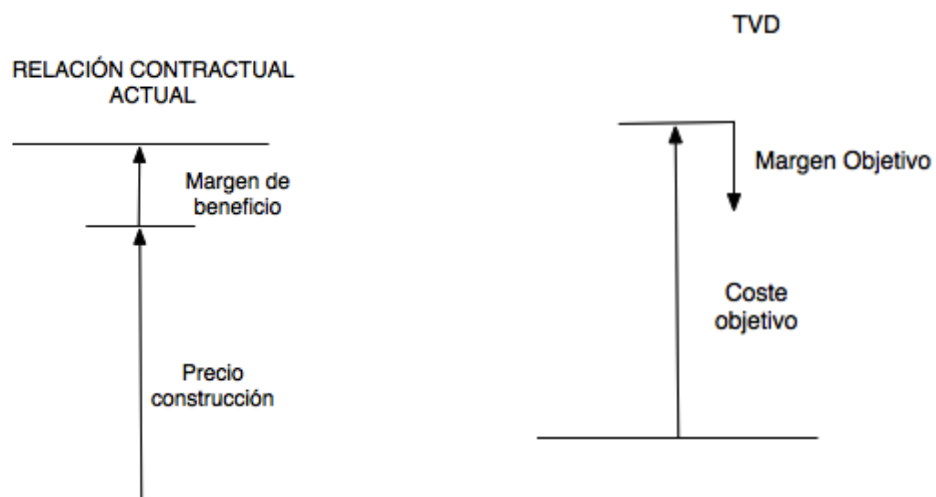


Ilustración 42: Actual vs TVD.



## **VALUE STREAM MAPPING.**

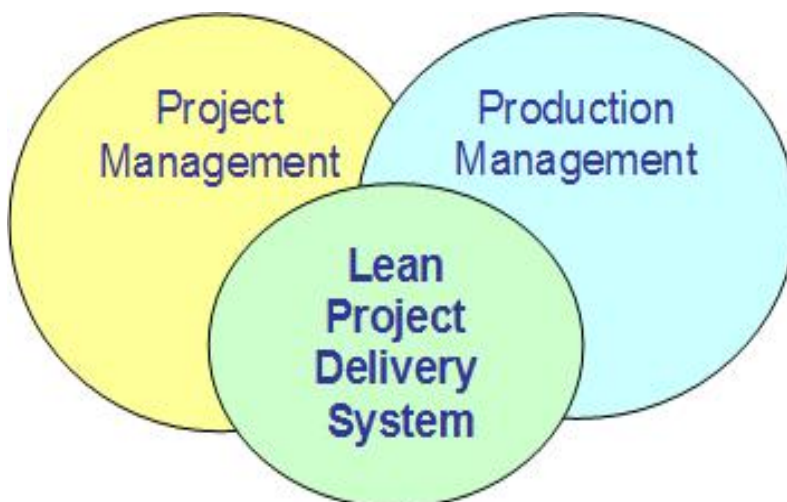
Value Stream mapping (VSM) es un gráfico que representa el flujo de un proceso para generar valor. Se analizan los procesos diferenciando las tareas que generan valor y las que no lo hacen con el objetivo de reducir el tiempo de ejecución.





### 3.3. CONCLUSIONES

La filosofía Lean es una forma diferente de entender la producción. Se crea lo que quiere el cliente (valor), eliminando las pérdidas. Siempre focalizando la producción en la calidad y así reducir el coste y aumentar la producción.



**Ilustración 43: Lean Project Delivery System. (PROJECT PRODUCTION SYSTEMS LABORATORY, 2010)**

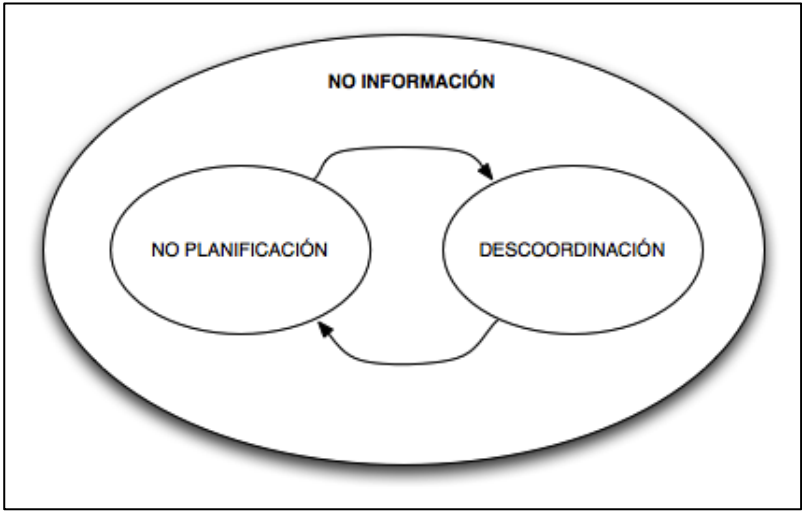
La Ilustración 43 nos muestra como el Lean Construction se centra en la gestión de proyectos focalizándose en la producción. Al contrario que el método actual más aceptado por todo el mundo del Project Management Institute.

Lean Construction es ante todo una filosofía. Para el desarrollo de esta filosofía se han creado herramientas para poder desarrollarla. Estas herramientas no son una doctrina que se ha de seguir estés en el ámbito que estés. Es decir, las herramientas se han de adaptar, e incluso crear nuevas dependiendo del país, empresa o proyecto en el que te encuentres. Sin embargo las herramientas estudiadas en este trabajo son las más desarrolladas y aceptadas alrededor del mundo y está demostrada su eficacia<sup>9</sup>.

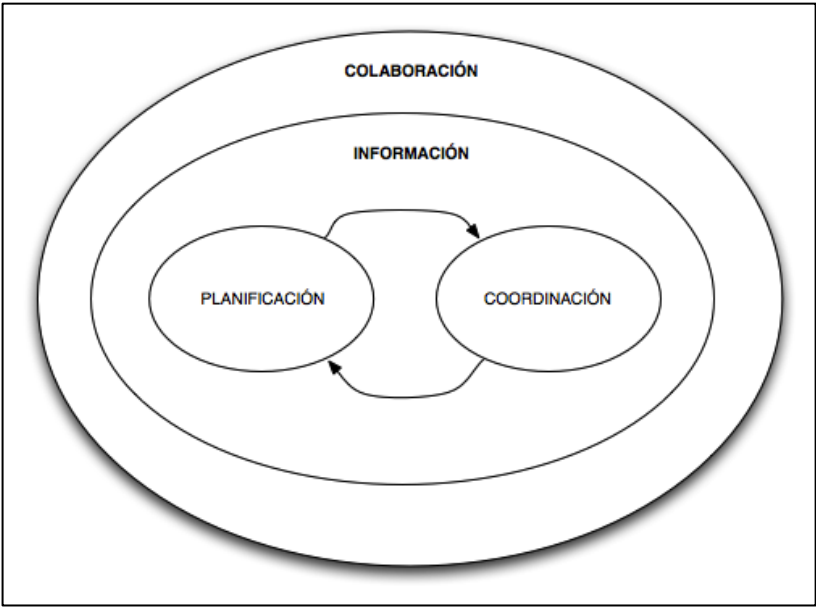
Por un lado el Last Planner System, consigue mejorar la colaboración de los agentes en la gestión de proyectos en la fase de producción y del diseño. Aumenta la coordinación de los agentes a través de la colaboración. La

<sup>9</sup> Ver papers en: [www.iglc.net](http://www.iglc.net)

planificación del proyecto mejora y está basada en la realidad y no en el optimismo. Se fomenta la comunicación y gracias a ello la información fluye.



**Ilustración 44: Antiguo paradigma del método. Elaboración propia**



**Ilustración 45: Nuevo paradigma del método. Elaboración propia**



Las ilustraciones anteriores reflejan la modificación del paradigma anterior con el del Lean construction. Se ha mejorado el método dentro del sistema más habitual. Muchas empresas en Estados Unidos, Norte de Europa, Sudamérica, y del continente asiático emplean esta herramienta dentro de ese sistema habitual.

Además el Lean Project Delivery mejora el sistema. Genera un sistema de trabajo de cooperación entre los agentes, eliminando los intereses antagonistas que impiden trabajar en conjunto para añadir valor y generando beneficios comunes a los implicados.

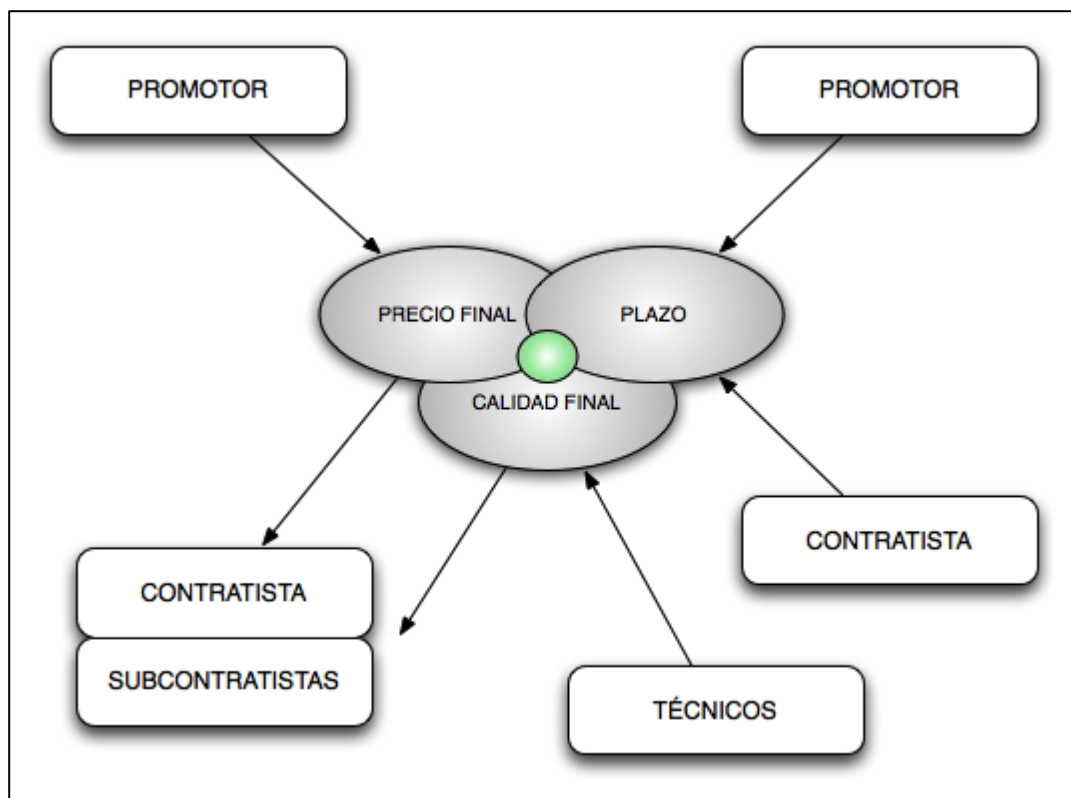
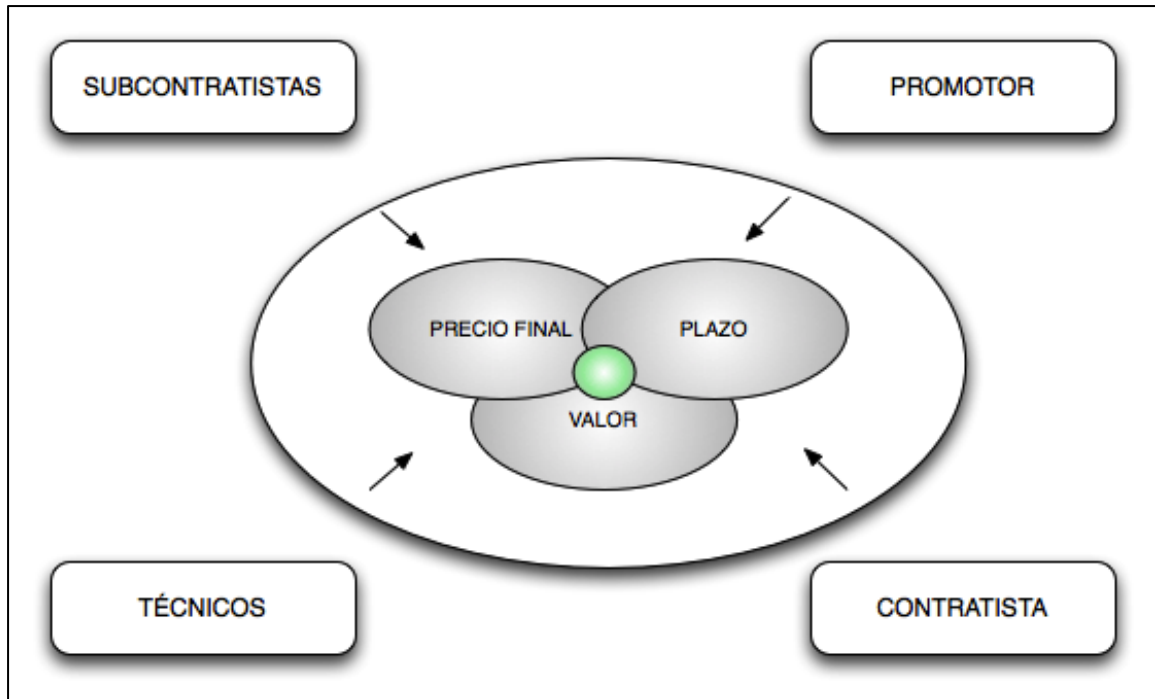


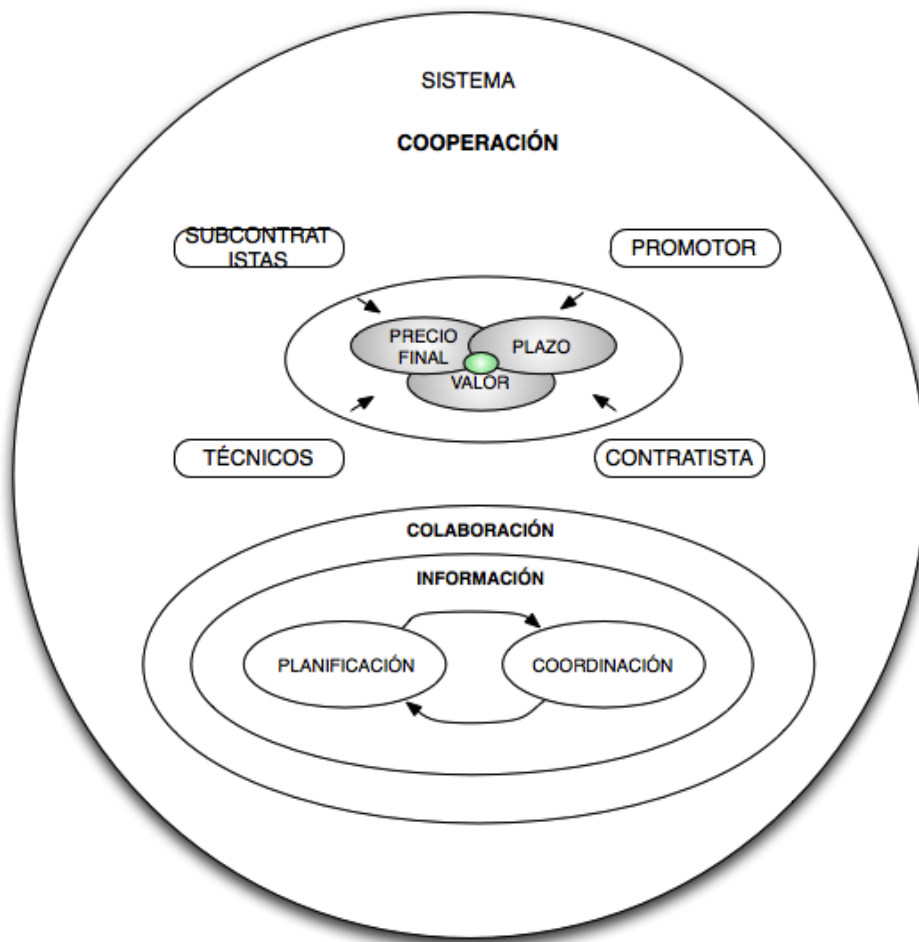
Ilustración 46: Paradigma anterior del sistema de proyectos. Elaboración propia.



**Ilustración 47: Nuevo paradigma del sistema de proyectos. Elaboración propia.**

Gracias al Lean Project Delivery todos los agentes tienen el mismo objetivo. Consiguiendo así el coste en el plazo requerido. Se modifica el concepto de calidad por el de añadir valor al producto final. Parece que de esta manera conseguir el objetivo se hace más fácil.





**Ilustración 48: Nuevo paradigma del sistema y del método. Elaboración propia**

Este es el nuevo paradigma general donde los objetivos se unifican y se mejora la colaboración. El sistema promueve los intereses comunes y el método no solo mejora la colaboración por si mismo, sino que se lleva a cabo de una forma más natural gracias al nuevo sistema.

El resultado final en los casos dónde se están aplicando todas o alguna de estas herramientas es, una disminución en el plazo, en el coste y se mejora la calidad del producto final y se satisfacen las necesidades y expectativas de todos los involucrados.

## **4. ESTUDIO DE CASOS.**

### **4.0. INTRODUCCIÓN**

Se realiza el estudio de dos casos. El objetivo del estudio es el de analizar las herramientas de colaboración y cooperación entre los agentes intervinientes en la fase inicial de la redacción de proyecto y comprobar el efecto que produce sobre la totalidad del proyecto.

El primero es el de una promoción inmobiliaria en la Comunidad Valenciana.

El segundo es el del proyecto de un hospital en San Francisco, EE.UU.

La tipología de los proyectos es notablemente diferente. Sin embargo el estudio se basa en analizar las nuevas perspectivas de gestión basadas en la interrelación entre los participantes.



## **4.1. ESTUDIO CASO 1: PROMOCIÓN INMOBILIARIA EN LA COMUNIDAD VALENCIANA**

### **4.1.1. ELECCIÓN, DESCRIPCIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO.**

#### **ELECCIÓN DEL PROYECTO.**

Se va a analizar un proyecto de edificación de viviendas desarrollado en el año 2005. El presupuesto de construcción es de 1.240.000 €.

En ese año en España se vivía una situación de boom inmobiliario. Las empresas promotoras tenían prácticamente todo su dinero invertido en solares y esperaban con ansia acabar una o varias promociones para comenzar las siguientes, dependiendo de su capacidad.

Se ha elegido el siguiente caso por diversos motivos:

1. Se trata de un proyecto de un tamaño donde se ejecutaron muchos y muchas empresas tenían la capacidad de desarrollar hasta el año 2008. Por lo tanto se trata de un proyecto representativo de lo que ha ocurrido hasta ahora en España.
2. Es un proyecto donde surgieron varios problemas pero sin llegar a ser un verdadero desastre. No se han producido reclamaciones judiciales de los clientes finales.
3. A pesar de esos problemas surgidos en este proyecto, la empresa que lo llevó a cabo es una de las pocas que se encuentra actualmente sin problemas económicos, y ha acabado todos sus proyectos sin la intervención de las entidades bancarias. Por lo que se puede decir que se trata de una empresa que siempre ha tratado de hacer las cosas bien.
4. El proyecto lo ejecutó una empresa con contrastada experiencia en el sector.

## **DESCRIPCIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO.**

El proyecto en cuestión a analizar es un edificio de 27 viviendas, 28 garajes y 9 trasteros sito en una población de la provincia de Valencia.

Se realiza el edificio por parte de una empresa promotora con el fin de sacar beneficios en la venta de sus viviendas, garajes y bajos.

El sistema contractual es el de precio cerrado. Se le entrega el proyecto a la empresa constructora y esta presupuesta un precio fijo para la ejecución completa de la obra.



#### 4.1.2. Estructura organizacional del proyecto

Para llevar a cabo este proyecto se utilizó la estructura utilizada en anteriores proyectos por parte de la empresa promotora.

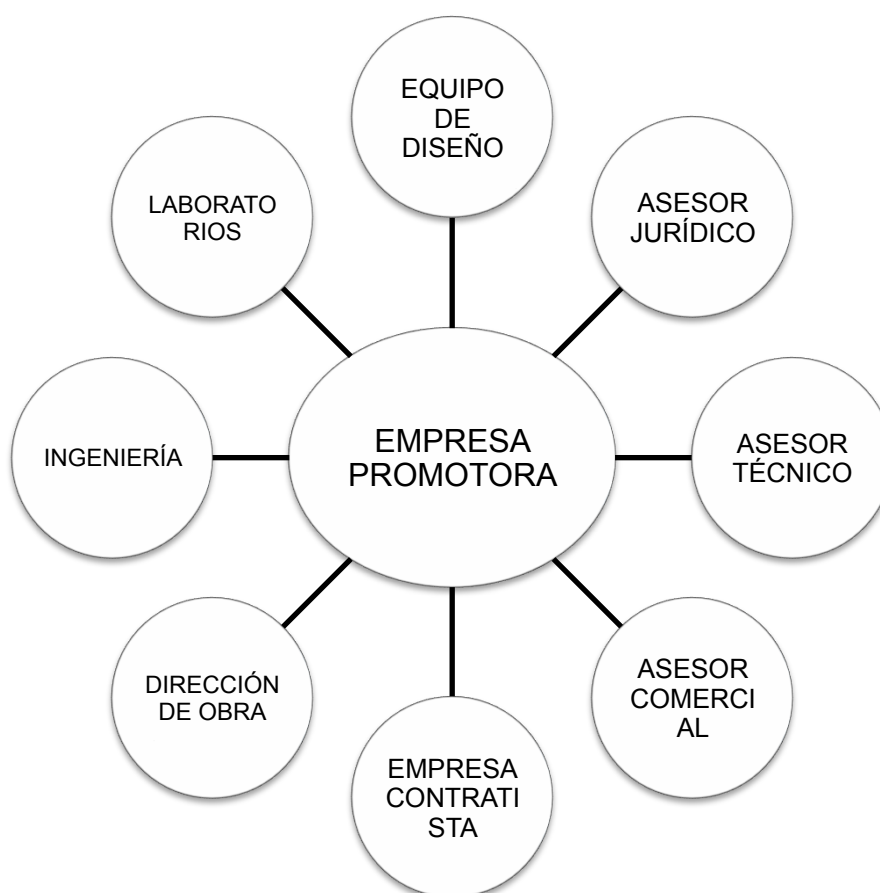


Ilustración 49: Estructura organizacional del proyecto. Fuente propia

En esta ilustración se muestra la estructura organizacional del proyecto a estudiar. Como vemos la empresa promotora es la que gestiona a los agentes intervinientes en el proceso. El tamaño de la empresa promotora hace que supla sus carencias a través de la contratación ocasional de agentes externos a la empresa para cada uno de los proyectos, aunque en muchas ocasiones algunos de esos agentes se repiten en diferentes proyectos. El resto de disciplinas tales como la gestión económica, de riesgos y de recursos humanos es asumida por la empresa.

Cada uno de los equipos y agentes que intervinieron en este proyecto han sido gestionados por la empresa promotora. La interacción entre estos equipos externos se suele realizar a través de la empresa, la cual gestiona y organiza cada una de las fases.

- Asesor jurídico: Despacho jurídico externo el cual trabaja habitualmente con la empresa en cada uno de los proyectos.
- Asesor Técnico: Persona externa que asesora a la empresa en los aspectos técnicos en diferentes proyectos.
- Equipo de diseño: El equipo de diseño es un despacho de arquitectura el cual desarrollo la redacción del proyecto a excepción de la parte de instalaciones.
- Ingeniería: Es un equipo de ingeniería el cual desarrollo la parte de instalaciones de fontanería, electricidad y telecomunicaciones del proyecto.
- Dirección de obra: Está compuesta por la dirección facultativa de la obra, Arquitecto (y redactor del proyecto) y Arquitecto Técnico. También se compone de el equipo de Ingeniería de las instalaciones. Todos ellos externos a la empresa promotora.
- Empresa Contratista: Empresa externa constructora externa contratada para el proyecto y que se hace cargo de todo el proceso constructivo. Ya se había trabajado con ella en anterioridad.
- Asesor comercial: Empresa externa dedicada a la comercialización de viviendas en la zona de la promoción.
- Laboratorios: Laboratorios externos para la realización del estudio geotécnico, ensayos de control de calidad de los materiales, y organismo de control técnico.

A pesar de parecer una pequeña empresa, esta tiene una gran experiencia en la gestión de proyectos de construcción la cual se extiende a la segunda generación familiar.



### 4.1.3. FASES DEL PROYECTO

Siguiendo la división del proyecto analizado en este trabajo, las fases de este se dividen de la siguiente forma:

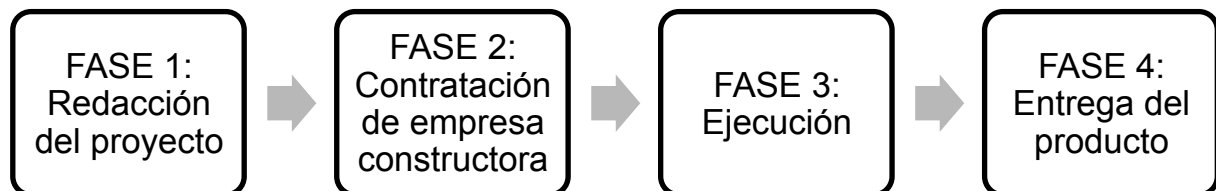


Ilustración 50: Fases del proyecto. Fuente propia.

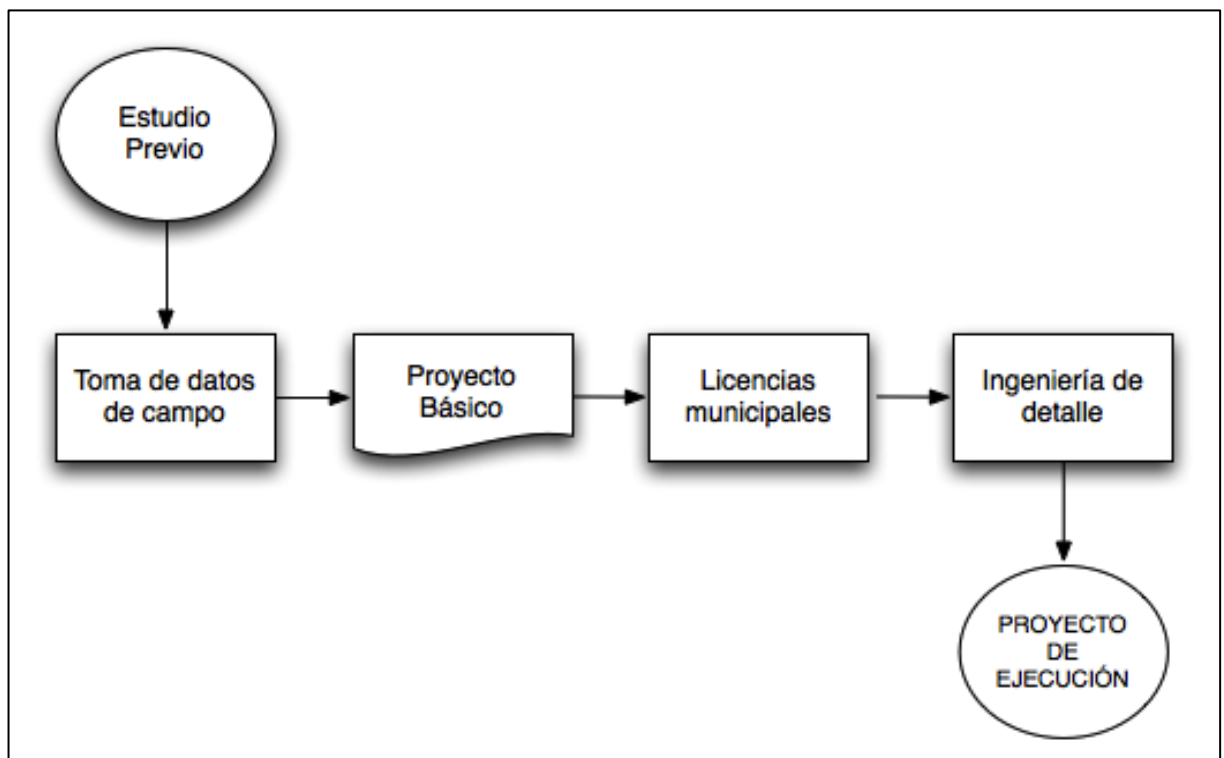
El estudio se basa en las dos primeras fases del proyecto.

Como ya se ha dicho, no cabe duda de que existen fases anteriores a estas en un proyecto de promoción inmobiliaria. Pero este trabajo trata de desarrollar la parte de cuando se ha decidido a construir, la cual ya es lo suficientemente extensa para ser objeto de estudio aparte.

Cada una de estas fases se divide en otras subfases y que siguieron una evolución temporal de acuerdo a la situación de boom inmobiliario del momento. Probablemente debido a esa situación se obviaron y se adelantaron ciertas subfases con el fin de acabar lo antes posible el proyecto.

A continuación analizamos las diferentes fases de un proyecto, con sus subfases principales y la compararemos con lo ocurrido en la realidad de este caso.

#### 4.1.4. FASE 1: REDACCIÓN DEL PROYECTO



**Ilustración 51: Fase 1. Subfases principales teóricas. Fuente propia**

En esta ilustración se muestra la secuenciación lógica de las subfases teóricas dentro de la redacción de un proyecto de edificación. Pero debido a la situación del momento estas fases se vieron alteradas.

Además esta secuencia lógica no se suele cumplir en la mayoría de los proyectos. Esto es debido a que si se espera a la obtención de la licencia municipal para continuar el proyecto el plazo de esta primera fase se alargaría hasta límites insospechados. Por este motivo se representa en la ilustración 47 la secuenciación típica de muchos de estos proyectos.



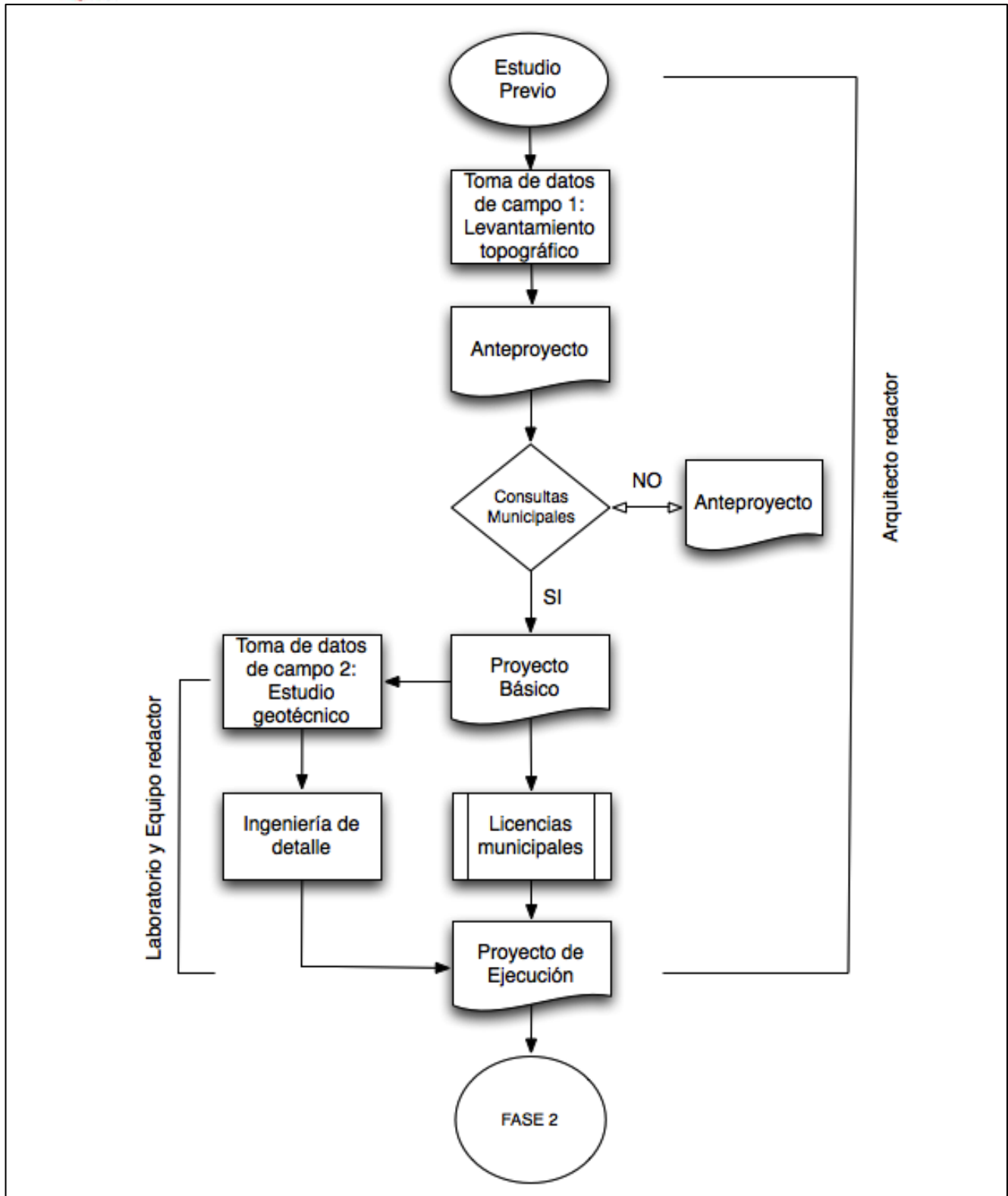


Ilustración 52: Proceso de la fase 1 en la práctica. Elaboración propia

En esta Ilustración 52 se aprecia que a la par que se pide licencia municipal se empieza a desarrollar el proyecto de ejecución. Para que no se realice trabajo en vano, se realizan consultas continuas a los técnicos municipales para trabajar sobre una base más segura en el proyecto de ejecución antes de la concesión de la licencia. Además se realizan una serie de trabajos de toma de datos de campo para conocer las dimensiones exactas de la parcela a edificar y del estado del terreno para el cálculo de la cimentación.

Sin embargo en el caso que nos ocupa, para la realización del proyecto Básico previamente se realizó un estudio previo antes de la compra del solar. A partir de ese estudio se empezó a desarrollar el proyecto Básico. Debido a las prisas de la empresa se decidió adelantar y obviar ciertas subfases.

Se empezó a desarrollar el Proyecto Básico sin haber tomado ciertos datos previos de campo. Es decir, no se hizo levantamiento topográfico.

Existía la premisa de reducir plazos y de gastar el menor dinero posible en las fases iniciales debido al tipo de financiación. Así que una vez se tuvo el Proyecto Básico se decidió realizar un cálculo aproximado de la estructura y cimentación del edificio con el único conocimiento del terreno a través de las obras ejecutadas en los alrededores, es decir, sin tener un estudio geotécnico del terreno a edificar. Este cálculo se realizó para poder realizar unas mediciones y con estas poder empezar la fase de licitación de la obra.

Por lo que el diagrama del proceso quedó de la siguiente forma.

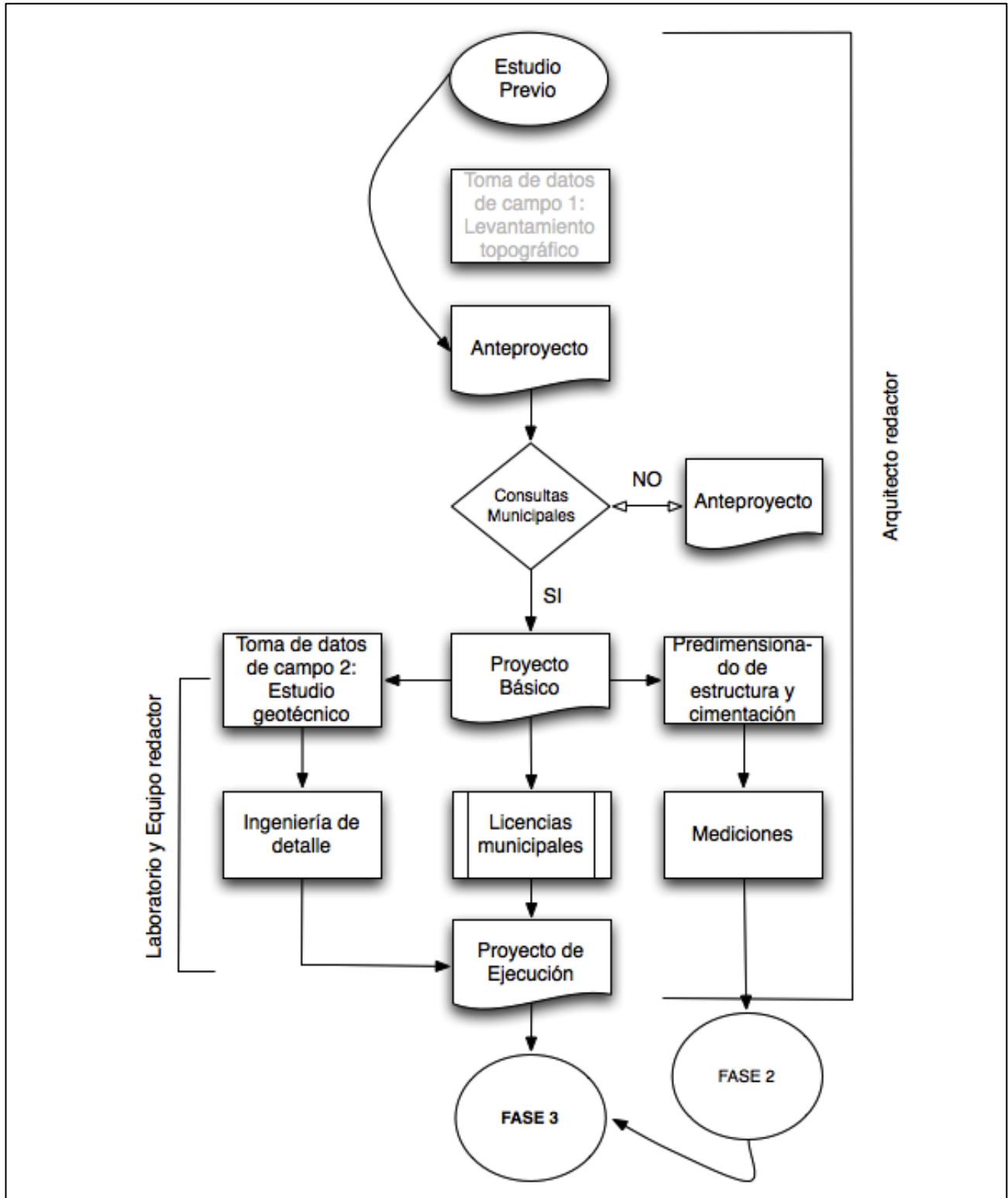


Ilustración 53: Fase 1. Subfases del caso estudiado. Elaboración propia

Como se observa en la Ilustración 53 se obviaron y se adelantaron ciertos pasos o subfase del proceso con el fin de ahorrar tiempo y dinero:

1- El primer paso que se obvio es la de toma de datos de campo 1: Levantamiento topográfico.

Confundiendo en los planos entregados por el ayuntamiento del municipio de una reciente reparcelación. Esto ocurre en ocasiones, ya que el redactor del proyecto entiende que el promotor le ha de dar la información correcta sobre la parcela. Pero el promotor piensa que el arquitecto, en este caso, conseguirá la información correcta de la parcela a edificar.

Por lo que nos encontramos con uno de los problemas detectados en el capítulo 1 del presente proyecto, la **falta de comunicación** entre promotor y redactor.

En el caso de que el promotor o el arquitecto fueran conscientes de que ese paso se había saltado se confió en que el dato obtenido hasta el momento era el correcto. Podríamos decir que se trató de una **falta de planificación**.

2- También se observa que del proyecto básico no solo se empieza el proceso de pedir licencia municipal y se comienza con la ingeniería de detalle para la realización del proyecto de ejecución sino que también se une la fase 2: Contratación de empresa constructora. Con los datos del proyecto básico se realizó primero un pre-dimensionado de la estructura y cimentación del edificio. Con estos datos se realizó unas mediciones del proyecto eligiendo los materiales que se iban a utilizar. Por lo expuesto hasta ahora se evidencia de una forma pausable que las mediciones se realizaron con una **falta de información**. No obstante el documento final de las mediciones fue el típico de cualquier proyecto de arquitectura. Sin embargo, La consecuencia fue una **indefinición del documento**.

3- No solo existen problemas en los dos puntos analizados anteriormente. Aparecen también durante el proceso de la ingeniería de detalle en combinación con el diseño. Esta subfase se controló a base de la coordinación de varias reuniones entre ingenieros y arquitecto para aumentar la **comunicación, información y coordinación** y tratar de evitar confusiones y contradicciones en el proyecto. Se impuso un **plazo de entrega** del proyecto de ejecución, el cual no se cumplió. No obstante y a pesar de las reuniones entre los agentes, estos



trabajaron por separado. Además como en todos los proyectos no se conocía con exactitud ni el proceso constructivo de la empresa que lo iba a ejecutar, ni exactamente los materiales finales a colocar, así que se hizo un proyecto con ciertas generalidades e **indefiniciones**.

### CONCLUSIONES DE LA FASE 1.

Desde el inicio del proyecto observamos una falta de información y coordinación entre los diferentes agentes. No pasa desapercibido la falta de planificación. Una hipótesis pausable es que cada uno de los agentes trabaja independientemente a pesar de los esfuerzos del director del proyecto por unificar criterios.

La presión sobre el director del proyecto sobre el coste y el plazo es evidente. Por ello “empuja” al equipo a gastar el menor dinero posible y ha acortar los plazos, obviando y anticipando fases.

La consecuencia, de momento, es la indefinición y contradicciones en el documento que servirá para definir la siguiente fase.

Una vez más vemos que la consecuencia de los problemas generados en la primera fase se convertirán en problemas para la siguiente.

Queda reflejada la falta de cooperación entre los agentes, donde cada uno de ellos realiza una tarea determinada sin contar con los demás agentes, y con interese diferentes cada uno de ellos.

Además, el contrato firmado entre promotor y constructor está lleno de cláusulas que penalizan al constructor.

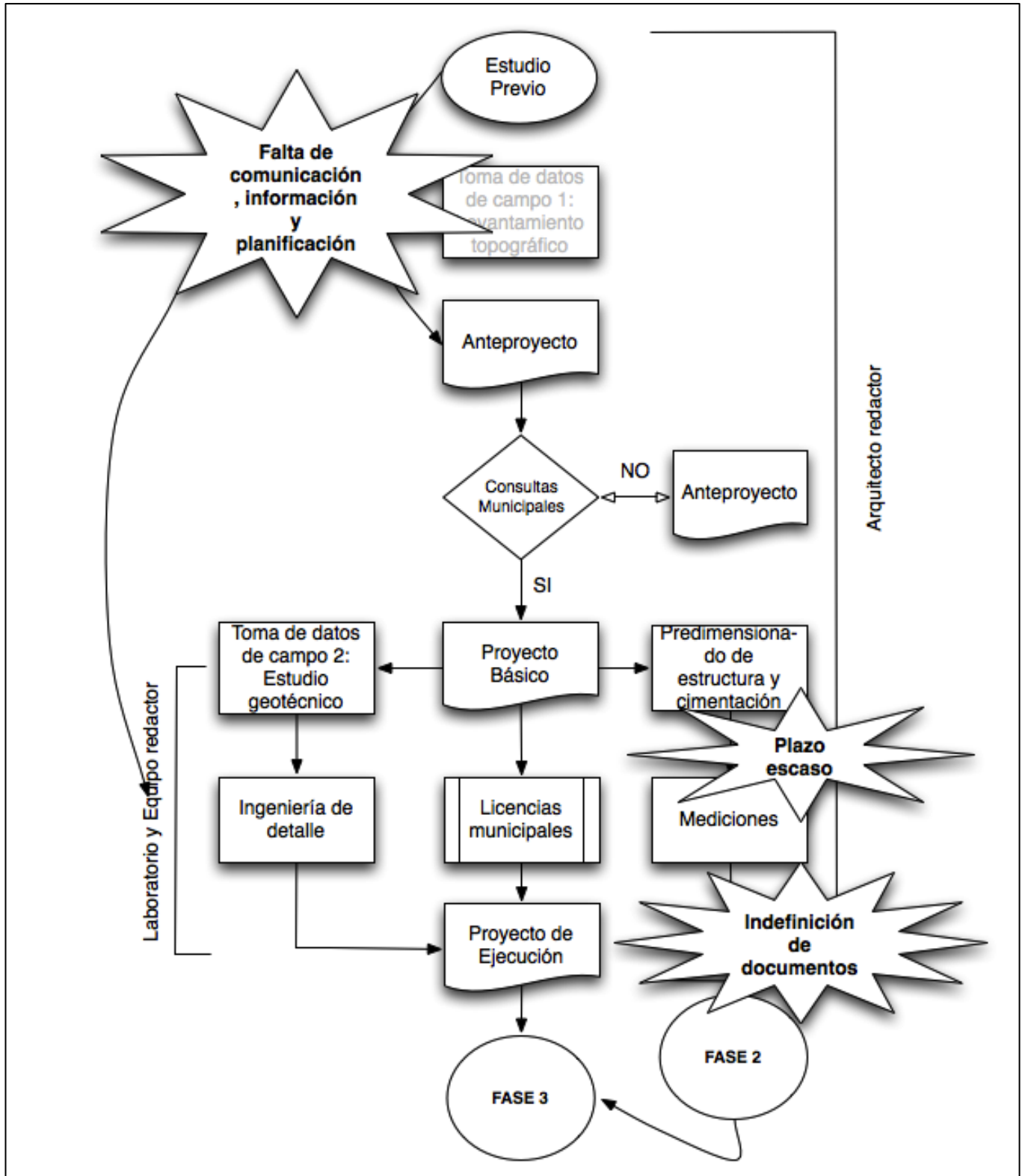


Ilustración 54: Problemas y consecuencias de la fase 1. Elaboración propia



### 4.1.5. FASE 2: CONTRATACIÓN DE EMPRESA CONSTRUCTORA

Para la elección de empresa constructora en el ámbito privado se suele seguir un proceso común, y que se siguió en este caso, el cual se define en el diagrama siguiente:

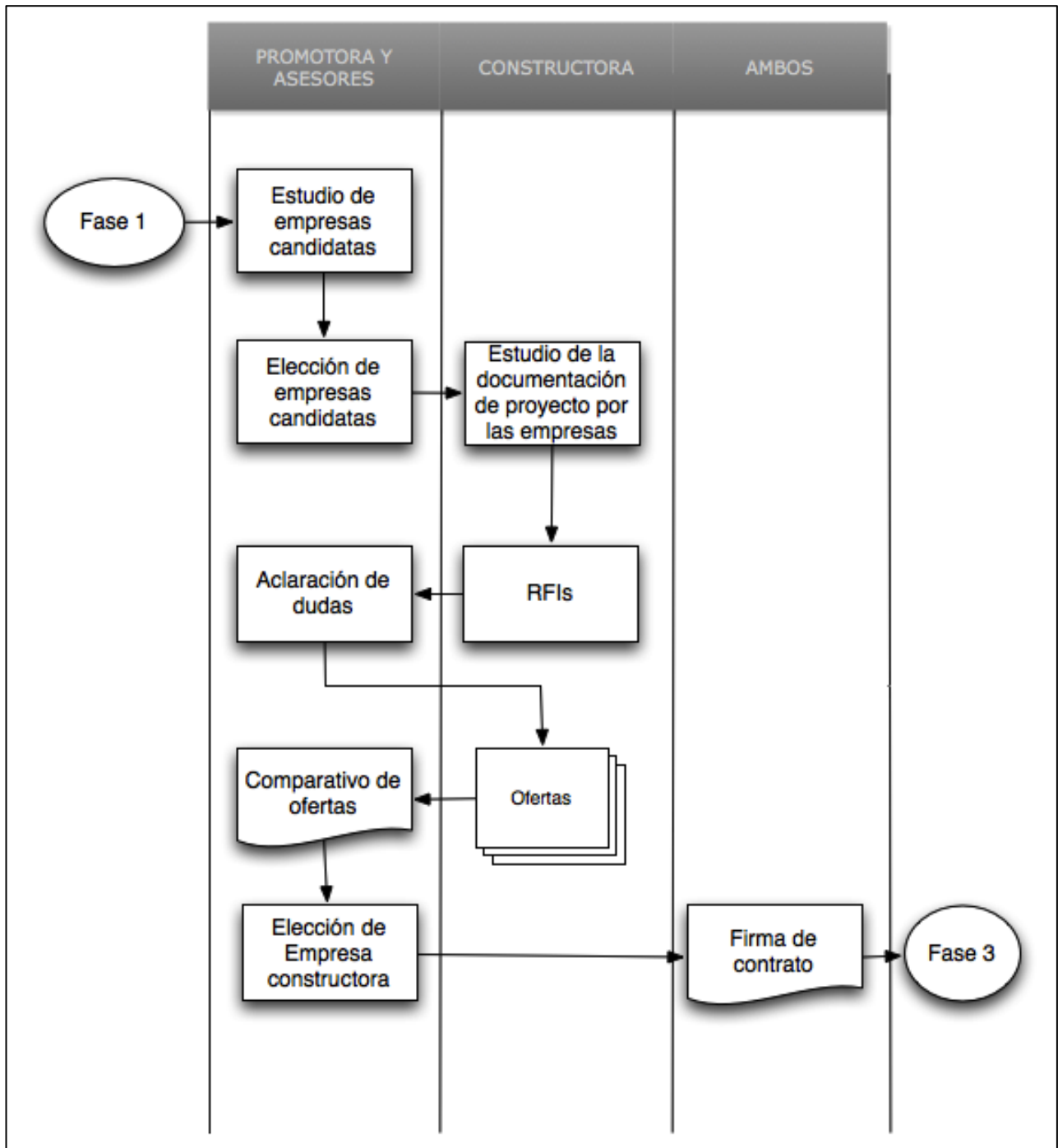


Ilustración 55: Fase 2 teórica. Elaboración propia

Una vez entre en la obra la empresa constructora, tendrá la posesión de esta y se hace complicado o casi imposible poder cambiarla. Por ello uno de los puntos más importantes para conseguir el éxito del proyecto es la elección de la empresa contratista principal que se hará cargo de la ejecución de la obra.

Otro de los factores importantes, es que el éxito en plazo de la ejecución depende en su mayor parte de la empresa ejecutora. Ni la empresa promotora, o gestor del proyecto, ni la dirección de obra tiene la potestad de intervenir directamente sobre la producción de la obra.

En el caso que nos ocupa se eligió una empresa conocida, la cual ya había realizado trabajos para la empresa promotora. De esa forma se evitaban dudas sobre la capacidad de ejecución de una nueva empresa.

Como se ha comentado, debido a las prisas, la constructora realizó la oferta con el proyecto básico, un predimensionado de la estructura y unas mediciones como base. Sin duda, estos documentos tenían indefiniciones e inexactitudes. Estas imperfecciones eran conocidas por todos pero se asumieron pensando que en fases posteriores se podría ir ajustando y resolviendo esos problemas.





#### **4.1.6. CONCLUSIONES**

El sistema contractual usado en este proyecto es el de Proyecto-Licitación-Construcción. Además se realizó a precio cerrado. En el contrato se observan múltiples cláusulas que penalizan si se producen retrasos en la entrega. El precio de ejecución era fijo y la de los materiales también. Este sistema parece asegurar al promotor que el coste y plazo.

Sin embargo, el resultado final del proyecto fue un incremento en el plazo de 3 meses.

El presupuesto se vio alterado al alza en un 7,33%.

El plazo se retraso 3 meses.

La causa del retraso y del aumento de precio fue una ausencia de información.

Los tres problemas fundamentales que surgieron fueron:

1. La indefinición del proyecto desde su fase inicial y la inadecuación al solar el cual produjo en una fase tardía conflictos con otros propietarios. Estos conflictos generaron unos sobrecostes. Gracias a la capacidad del gestor del proyectos y experiencia en la gestión de conflictos estos sobrecostes no supusieron el declive del proyecto.
2. La empresa constructora genero precios contradictorios a causa de la indefinición del proyecto que costaron tiempo y dinero.
3. A pesar de los controles de calidad, el ladrillo caravista empleado no cumplió sus funciones básicas de impermeabilizar. Esto produjo grandes conflictos con los usuarios finales y ampliación del gasto de dinero para solucionarlo.

A pesar de la intención de la propiedad por atar desde el principio el plazo y coste de la operación, la falta de cooperación y colaboración genero costes y plazos mayores.

## **4.2. ESTUDIO DEL CASO 2: CATHEDRAL HILL HOSPITAL DE SAN FRANCISCO.**

### **4.2.1. Presentación del caso**

El caso estudiado es el del Cathedral Hill Hospital en San Francisco, Estados Unidos. El estudio se basa en la visita al proyecto durante varios días, y en las entrevistas realizadas al director de este y al personal involucrado.

Este proyecto forma parte de un proyecto más amplio de construcción de hospitales en la ciudad. El presupuesto de construcción del caso concreto es de 1.700.000.000 dólares americanos. Para la ejecución en la fase de proyecto se usa Lean Project Delivery combinandolo con la relación contractual llamada Integrated Form of Agreement (IFOA). Este sistema contractual es tan novedoso que este es el primer proyecto en utilizarlo.



**Ilustración 56: Oficina de diseño de los proyectos Sutter Health en San Francisco. Elaboración propia.**

El estudio se basa en mostrar los objetivos, estrategias y técnicas que se emplean con la cooperación y colaboración como elementos fundamentales.

Sin embargo, en el apartado 4.2.3. análisis y resultados. se muestran los resultados obtenidos hasta ahora y se apoyan en otros casos estudiados por otros autores como complemento.



#### **4.2.2. objetivos, técnicas y aplicaciones.**

*“...Los Objetivos del Lean Construction:*

- *Ofrecer productos o servicios que permitan a los clientes conseguir mejor sus objetivos,*
- *Entregar productos o servicios a tiempo y dentro del presupuesto,*
- *Minimizar los costes directos a través de una gestión eficaz gestión de los proyectos,*
- *Tomar decisiones a través de la buena información a todos los niveles del proyecto,*
- *Minimizar los riesgos y maximizar la oportunidad,*
- *Inyectar confiabilidad, responsabilidad, seguridad y honestidad en el entorno del proyecto,*
- *Reducir el ruido del sistema,*
- *Mejorar los métodos de gestión de proyectos,*
- *Promover la mejora continua en los métodos de ejecución de los proyectos a través de lecciones aprendidas,*
- *“Entregar un producto personalizado, al instante, sin pérdidas.”*

#### **“ESTRATEGIAS DEL LEAN CONSTRUCTION”**

*“Cuando se emplean las estrategias del Lean Construction, se conecta la estrategia a nivel de gestión con el nivel de la ejecución del proyecto, y como resultado aparece un esfuerzo de colaboración que fomenta el trabajo en equipo y elimina muchas barreras e incertidumbres, creando lugares de trabajo más seguros, más eficientes y eficaces.*

*La identificación de las tareas del proyecto que deben ser completadas y las cuestiones relacionadas con el éxito de la ejecución de tareas es el primer paso, es decir, identificar los hechos, incógnitas, y supuestos. El siguiente paso es identificar las tareas que son hitos importantes o tareas críticas ruta, similar a la identificación de los objetivos de orden superior, porque a veces, "no todo el trabajo es el trabajo correcto".*

## 1. Organizar

- a. *El supervisor y director de proyecto debe establecer un plan e identificar funciones y responsabilidades de todas las partes interesadas.*
- b. *Identificar el planning general del proyecto.*
- c. *Identificar los objetivos del proyecto, y sus limitaciones.*
- d. *Establecer los recursos (personas, lugar, tiempo)*
- e. *Proporcionar la documentación, los procedimientos de información, decisión y auditoría procedimientos*
- f. *Identificar y listar los lugares de trabajo orientado a las metas, relacionados con el espacio requerido para equipamiento básico, material y puesta en escena, el acceso, oficinas y camiones de los subcontratistas, lugar de las herramientas, aseos, tamaños de los equipos humanos, horas de operación, estacionamiento, recolección de residuos, ubicación de la oficina, los requisitos medioambientales, requisitos de seguridad, etc*
- g. *Identificar los objetivos medibles, tales como la productividad*
- h. *Discutir las condiciones de construcción y los detalles posibles*
- i. *Discutir el planning.*

## 2. Reuniones semanales en lugar del proyecto.

- a. *Determinar la información existente (datos, incógnitas e hipótesis)*
- b. *Determinar la información deseada incluso las limitaciones*
- c. *Documentar de las fuentes de información*
- d. *Lista de tareas alternativas posibles (elementos secundarios que podrían llevarse a cabo)*
- e. *Revisión del calendario actual*
- f. *Identificar futuros proveedores y subcontratistas*
- g. *Identificar y enumerar los posibles problemas.*
- h. *Comparar con los objetivos de negocio. Listar las razones de las variaciones.*
- i. *Como equipo, dar prioridad a las condiciones que afectan a la constructibilidad.*



3. Validar

- a. *Comparar sub-plannings con el planning principal*
- b. *Evaluar la productividad*
- c. *Evaluar el porcentaje previsto respecto al completado.*
- d. *Discutir los beneficios para la totalidad del proyecto.*
- e. *Probar de viabilidad identificando los beneficios, constructibilidad, seguridad, coste, plannings y otras expectativas a alcanzar.*

4. Informar

- a. *Informe sobre el porcentaje completado*
- b. *Informe de la productividad del trabajo*
- c. *Actualizar el plan maestro*
- d. *Lista de posibles áreas de interés*
- e. *Revisar con la debida autorización*
- f. *Determinar los medios para lograr el porcentaje previsto del planning completado y el objetivo de la productividad de la mano de obra”*

## **“LEAN CONSTRUCTION TÉCNICAS Y APLICACIONES”**

*“Si tiene la intención de entregar valor al cliente y cumplir con sus expectativas, no se puede realizar con los equipos de trabajo de hoy en día y tener éxito. La aplicación de las técnicas del Lean Construction y aplicaciones son imprescindibles. Los métodos del Lean Construction incluyen las siguientes aplicaciones:....”*

(Reiser & Lehman, 2000)



**Ilustración 57: Las 5 ideas. Cathedral Hill Hospital. Fuente propia**



- “Co-ubicación de los equipos del proyecto.” (Reiser & Lehman, 2000)



**Ilustración 58: Proyecto SFO. Co-ubicación. Fontanería. Elaboración propia**



**Ilustración 59: Proyecto SFO. Co-ubicación. Electricidad. Elaboración propia**

Todos los intervinientes en el proyecto, diseñadores (arquitectos, etc.), contratistas, subcontratistas e incluso cliente, están ubicados en la misma oficina. En las fotos apreciamos como la oficina está dividida en las diferentes partes del proyecto, electricidad, fontanería, aire acondicionado, etc.

- “Ingeniería de detalle realizado por los contratistas y proveedores especializados.” (Reiser & Lehman, 2000)



**Ilustración 60: Oficina vacía de ingeniería de detalle en la empresa subcontratista.**

**Elaboración propia**



**Ilustración 61: oficina del proyecto en SFO donde se realiza la ingeniería de detalle por los subcontratistas. Elaboración propia**





La Ilustración 60 nos muestra la oficina vacía en la actualidad y donde se rehacían los trabajos de ingeniería de detalle de fontanería y aire acondicionado para adaptarlos al sistema de trabajo de la empresa subcontratista. Ahora, esos ingenieros trabajan directamente en la fase de proyecto. De esta forma se evita duplicar esfuerzos y trabajos de ingeniería de detalle mientras se diseña pensando en su ejecución.

“Simultaneidad de diseño del producto y su producción.” (Reiser & Lehman, 2000)

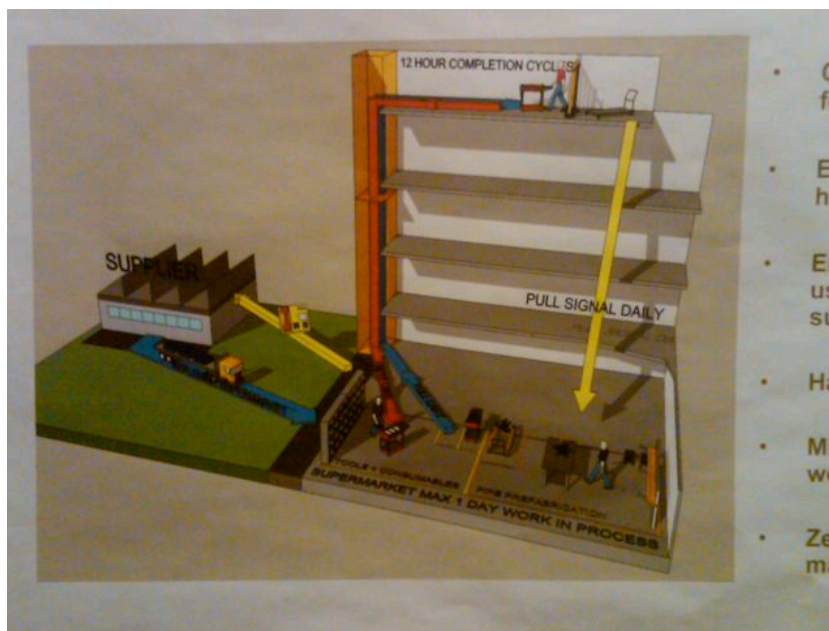
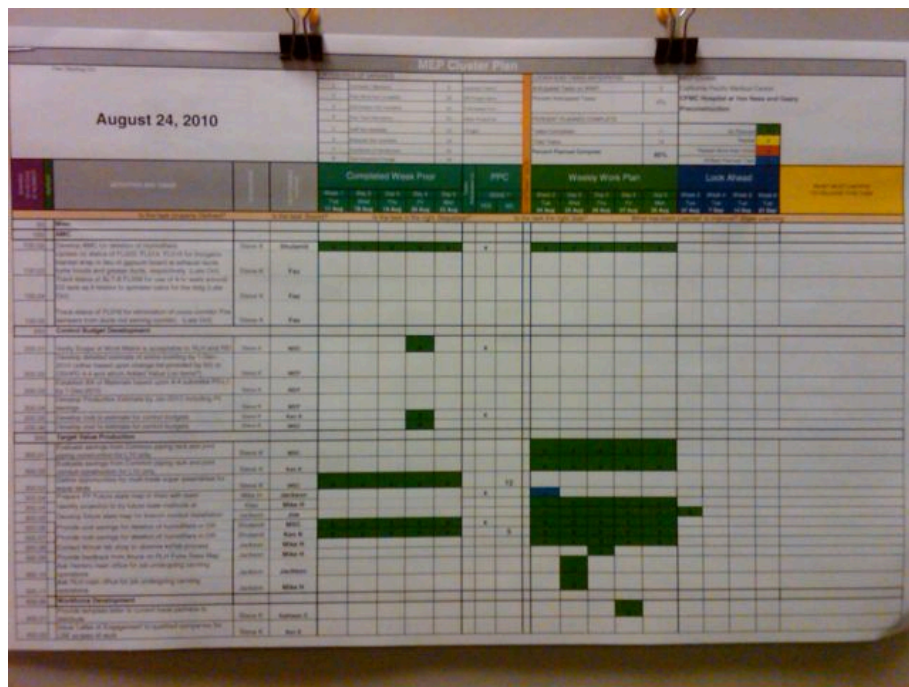


Ilustración 62: simultaneidad del diseño y su producción.

Elaboración propia

Esta Ilustración 62 se trata de un dibujo en la oficina de proyectos. Nos muestra como en esa oficina no solo tratan de pensar en el diseño, sino también en su ejecución. La idea en este proyecto es la de generar una fabrica una vez esté el sótano construido. Allí se funcionará según los principios de la filosofía Lean.

“Last Planner o Sistema del Último Planificador para la fase de diseño, suministro, y la construcción.” (Reiser & Lehman, 2000)



**Ilustración 63: Last Planner System en fase de proyecto. Elaboración propia**

El Last Planner System se utiliza también en la fase de proyecto para gestionar el proceso de diseño.



- “Compartir el diseño 3D, modelado y creación de prototipos.” (Reiser & Lehman, 2000)

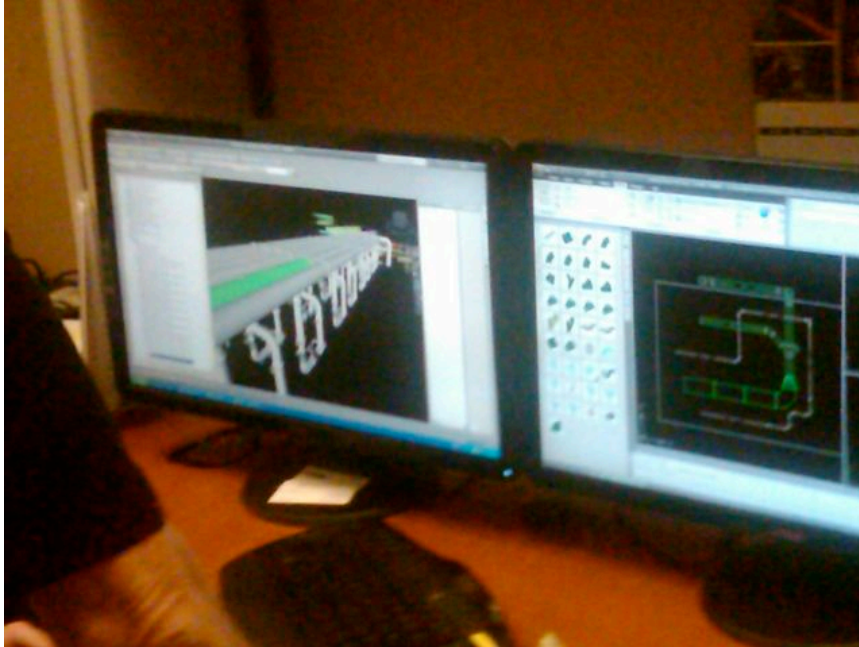


Ilustración 64: Diseño 3D. Elaboración propia

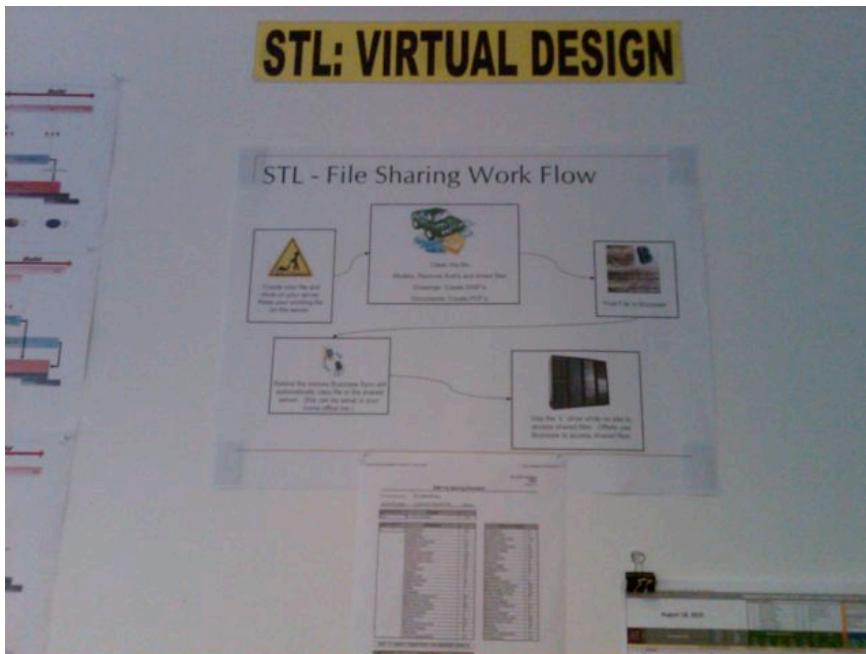



Ilustración 65: Virtual Design. Elaboración propia

**Baker Replacement Hospital BIM Plan**  
Level of Development Matrix - Design Collaborators

February 2, 2011



	Level 100	Level 150	Level 200	Level 250	Level 300	Level 400	Level 500
<b>Information</b>	... ... ...	... ... ...	... ... ...	... ... ...	... ... ...	... ... ...	... ... ...
<b>Model Development</b>	... ... ...	... ... ...	... ... ...	... ... ...	... ... ...	... ... ...	... ... ...
<b>Design and Construction</b>	... ... ...	... ... ...	... ... ...	... ... ...	... ... ...	... ... ...	... ... ...
<b>Use Cases</b>	... ... ...	... ... ...	... ... ...	... ... ...	... ... ...	... ... ...	... ... ...
<b>Implementation</b>	... ... ...	... ... ...	... ... ...	... ... ...	... ... ...	... ... ...	... ... ...

Ilustración 66: Creación de prototipos. Elaboración propia

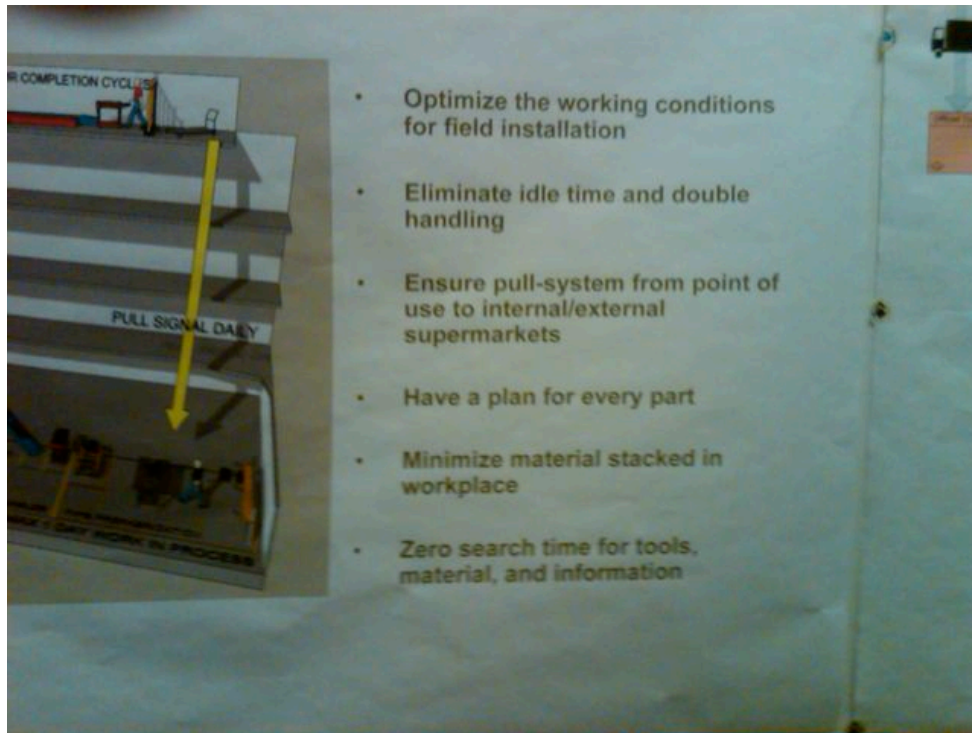


Ilustración 67: Misión y valores del equipo BIM. Elaboración propia

Se utiliza el diseño 3D, 4D, nD, como ayuda para eliminar perdidas, creación de prototipos, siguiendo los valores de la filosofía Lean.



- “Sistema Kanban para el control de materiales y control de inventario – just in time en la entrega de materiales.” (Reiser & Lehman, 2000)



**Ilustración 68: Bases para sistema Pull, inventario y just-in-time en el proyecto de SFO.**

**Elaboración propia**

Como se ha visto en la Ilustración 62, y en esta Ilustración 68 el sótano del edificio se convertirá en una fábrica dónde se montará lo máximo posible lo que no venga pre-montado de los suministradores. Para seguir los principios del Lean, la cadena de suministro de materiales se realizará just-in-time. De esa forma no se generará inventario, favorecerá el flujo y la eliminación de las pérdidas.

Todo está pensado para que el operario trabaje con cuatro herramientas en la obra favoreciendo su seguridad y ergonomía. De esta forma también se reducen los tiempos de cada uno de los procesos.

Por supuesto también favorece las 5S en la obra.

- “Utilizar las practicas Lean 5S para establecer orden en el lugar de trabajo.” (Reiser & Lehman, 2000)



**Ilustración 69: 5S en la oficina del proyecto. Elaboración propia**

5S también en la oficina de proyectos.



**Ilustración 70: 5S en la empresa subcontratista**



**Ilustración 71: 5S en empresa subcontratista 2**

Tanto la oficina de proyecto como en las empresas manufactureras subcontratistas, en este caso la de fontanería y climatización se utilizan las herramientas Lean como las 5S.

- “La gestión de los centros de logística para la entrega de los materiales y la consolidación de todo lo necesario para el montaje en el lugar de trabajo.” (Reiser & Lehman, 2000)



Ilustración 73: Lean Supply Chain desde la fase de proyecto.

Elaboración propia



Ilustración 72: Prefabricación por parte de las empresas suministradoras. Elaboración propia

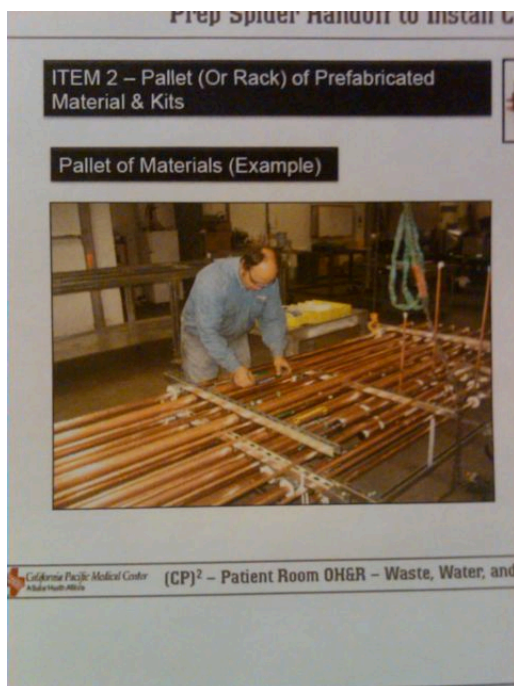


Ilustración 74: Prefabricación y suministro en Palets para facilitar en montaje en obra.

Elaboración propia

En estas imágenes comprobamos la gestión de todos los centros de logística desde la fase de proyecto pasando por las empresas suministradoras hasta la entrega en obra.

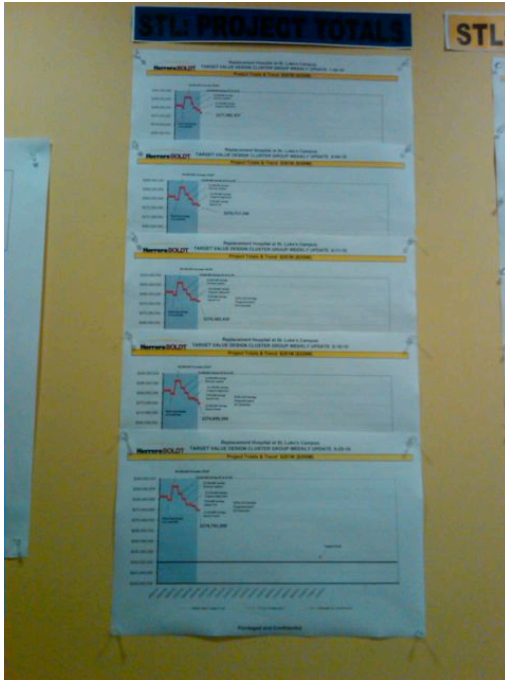
- **Aplicar Target Costing e Ingeniería de**





**Valor para reducir los costes y aumentar el valor.**

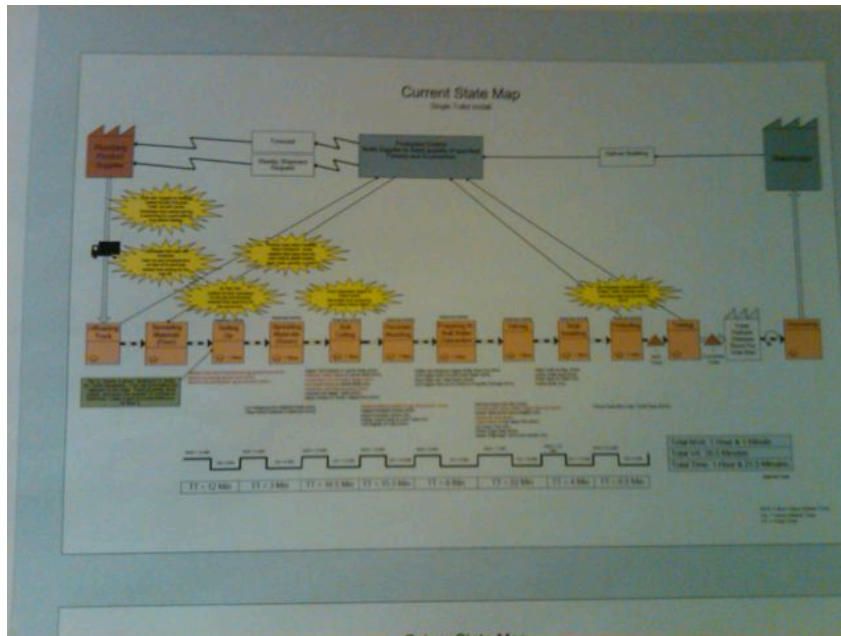
*Establecer un proceso de coste objetivo desde el principio para asegurar que el presupuesto influye en el diseño y en la toma de decisiones, en lugar de un resultado del diseño. Utilizar la metodología de ingeniería de valor para crear valor en el diseño que reduzca costes y desperdicios como el rehacer trabajos después del diseño.*



**Ilustración 75: TVD en Cathedral Hill Hospital. Fuente Propia**

- **Reducir los plazos de entrega de los productos diseñados para eliminar los retrasos, eliminar el rehacer trabajos y revisiones e inspecciones innecesarias.**

Los productos de ingeniería tales como interruptores, bombas, ventiladores y tubos fabricados se pueden entregar tarde o mal. La aplicación de las técnicas Lean tales como co-ubicación de los equipos, diseño 3D, mapas de cadena de valor y otros métodos de gestión de cadena de suministro puede reducir los plazos de entrega de los productos de ingeniería que permite la compresión de la programación, y evitar decisiones prematuras en el diseño.



**Ilustración 76: Value Stream Mapping. Cathedral Hill Hospital. Fuente Propia**

Como resultado del Lean Construction, los clientes se benefician de un incremento del valor a través de la reducción de los costes de la mano de obra, el aumento de la calidad y la mejora de la programación del proyecto. No es raro que los proyectos donde se aplican los principios del Lean Construction experimenten mejoras en el rendimiento de la productividad y la reducción del tiempo de ejecución en rangos de entre el 10 y el 20%.

en los proyectos de la empresa Boldt, y otros proyectos Lean en todo el mundo, los clientes, subcontractistas, arquitectos, ingenieros y empleados de Boldt dan fe



de los niveles más altos de la planificación, control, comunicación, la fiabilidad del flujo de trabajo, calidad y seguridad. Hay otros resultados como:

- *El flujo de trabajo se vuelve más confiable y eficiente, como la pérdida de tiempo por esperas, rehacer trabajos y se eliminan otros procesos innecesarios, por consiguiente, existe un aumento en la estructura de trabajo y el flujo así como un aumento de la calidad de la mano de obra,*
- *Genera el trabajo correcto en el momento oportuno y a las personas adecuadas,*
- *la comunicación se mejora; la mentira sistemática se reduce o se elimina,*
- *se reduce al mínimo la interrupción de recursos*
- *mejora la nivelación de los recursos,*
- *mejora de la ejecución respecto al tiempo , el just-in-time, el programa de materiales y sus entregas,*
- *Genera una reserva del trabajo listo para ser hecho,*
- *Mejora de la calidad, reduce el hecho de rehacer trabajos y los tiempos de inspección,*
- *Elimina gastos innecesarios,*
- *Garantiza la programación colaborativa y promueve el trabajo en equipo,*
- *logra los objetivos de la productividad,*
- *aumenta la conciencia de la seguridad y salud en el trabajo,*
- *Aumenta la visibilidad de los resultados de los proyectos desde el nivel de la obra hacia arriba,*
- *el resultado final es la capacidad de entregar un producto de alto valor, tal como lo define el cliente.....” (Reiser & Lehman, 2000)*

### **4.2.3. análisis y resultados.**

Son muchas los objetivos, técnicas y aplicaciones utilizadas. La meta principal es la de optimizar el proyecto como un todo. Para esto se forma un equipo donde participa el cliente, arquitectos, ingenieros, el contratista principal y los subcontratistas principales como electricidad, fontanería y aire acondicionado.

Las herramientas principales utilizadas dentro del Lean Project Delivery son el Target Value Design (TVD), Last Planner System (LPS), Value Stream Mapping (VSM) y Virtual Design o building information modelling.(BIM) explicadas en el apartado 3.2. HERRAMIENTAS DE COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN .

La relación contractual que les une es la llamada IFOA<sup>10</sup>. Este acuerdo define la estrategia comercial y la estrategia de comportamiento de los agentes. Modificando el paradigma actual contractual entre los agentes.

Las herramientas utilizadas permiten una cooperación completa y una colaboración efectiva entre los agentes intervinientes en el proceso.

En el momento del estudio del caso, el presupuesto de la construcción se encontraba por debajo del 18,96% del objetivo marcado en un inicio (el target Cost).

El objetivo actual del equipo del proyecto es el de reducirlo hasta el 35,55% del Target Cost.

---

<sup>10</sup> Integrated Form of Agreement



## **5. PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN DEL LEAN CONSTRUCTION EN ESPAÑA**

### **5.0. INTRODUCCIÓN**

Según los datos obtenidos, ha quedado demostrado que los métodos empleados en nuestro país en la fase de construcción para promover la colaboración de los distintos agentes no satisfacen ni las necesidades ni requerimientos del proyecto. Tampoco satisface la de los participantes del proyecto. En aras de mejorar esta situación se propone la implementación de la herramienta Last Planner System.

De acuerdo a esos mismos datos, los proyectos de construcción en su mayoría están basados en sistema de Proyecto-Licitación-Construcción y en algunos casos, de la administración pública, el de Proyecto y obra. En ambos casos, en España, se hace una diferencia clara entre la fase de proyecto y la de construcción. Estos sistemas, impulsan la creación de intereses antagonistas a través de contratos que penalizan en lugar de incentivar. La cooperación, es decir, el fomento entre los agentes de generar beneficios mutuos no existe. Por este motivo se propone modificar este sistema por el del Lean Project Delivery System.

A juicio del autor, el momento actual de crisis en el sector de la construcción es el más propicio para la implantación de nuevos sistemas de gestión.



## **5.1. METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DEL LAST PLANNER SYSTEM (LPS)**

LPS en la fase de ejecución de la obra, se puede implementar bajo el sistema de Proyecto-Licitación-Ejecución. Esta demostrado por numerosos estudios donde se ha aplicado que mejora la colaboración entre los participantes y los resultados en plazo, productividad, seguridad y calidad en las obras. (Porwal, Fernández-Solís, Lavy, & Rybkowski, 2010) (AlSehaimi, Tzortzopoulos, & Koskela, 2009)

Debido al paradigma del sector de la construcción, poco acostumbrado a la innovación, hace que nos enfrentemos a varios desafíos para su implementación. Estos desafíos se han descrito a lo largo de la historia de esta herramienta en numerosos países y se han recogido en el un artículo de investigación. (Porwal, Fernández-Solís, Lavy, & Rybkowski, 2010). Los desafíos a superar en la fase de implementación son seis:

1. La falta de formación
2. La falta de liderazgo o falta de compromiso por parte de la dirección / clima de la organización
3. La inercia del sistema de organización y resistencia al cambio /-Así es como siempre lo he hecho / actitud
4. Apoyo por parte de los participantes
5. Cuestiones contractuales y legales / estructura contractual
6. Aplicación parcial de LPS y aplicación tardía de LPS

Los desafíos ha superar en la fase de uso son otros seis:

1. Capital humano y la falta de comprensión del nuevo sistema; dificultad para hacer tareas con calidad / capital humano, habilidades y experiencia
2. La falta de compromiso con el uso de LPS y actitud hacia el nuevo sistema
3. Química del equipo inadecuado y falta de colaboración
4. Potenciación desde la dirección / largo procedimiento de aprobación del cliente y la alta dirección
5. Recursos extra / mayor burocracia y más personal y reuniones/ mayor número de participantes /tiempo
6. La integración física en el lugar de trabajo

Según estos estudios, los mayores desafíos respecto a otros son los de superar la falta de formación, la resistencia al cambio, falta de liderazgo, la falta de habilidades y experiencia del capital humano.

Teniendo en cuenta las dificultades que se han encontrado durante la aplicación de esta herramienta en otros países, se propone seguir varios principios para implementarlo en una empresa constructora:

1. Realizar el proyecto piloto dentro de una empresa donde la alta dirección esté totalmente convencida y potencie el sistema.
2. Contratación por parte de la constructora de empresas subcontratistas habituales que estén dispuestas a seguir con la relación comercial y a colaborar en la implantación de este nuevo sistema. Según las informaciones obtenidas a través de las entrevistas, las empresas contratistas intentan contratar a las empresas subcontratistas que ya conocen. Suelen tener entre dos o tres subcontratistas habituales para todas las obras. Por lo tanto este primer paso no modifica apenas los hábitos adquiridos hasta ahora.
3. Modificar ciertos aspectos contractuales entre contratistas y subcontratistas donde quede reflejado el uso de esta herramienta como requisito previo.
4. Realizar un taller de formación previo a la construcción entre estas empresas. Continuar con la formación durante la ejecución de este.
5. Para el correcto funcionamiento durante este proyecto inicial es indispensable la figura de un coordinador con las habilidades y experiencia suficiente que guíe al equipo durante la ejecución.
6. Prescindir del personal que se resiste al cambio de una forma continuada.
7. Obtener los resultados que se van obteniendo gracias al PAC, y analizar los datos para la mejora continua.

Varios directivos de empresas españolas se han puesto en contacto, mostrando interés por esta forma de gestión. Sin duda, esto genera ciertas esperanzas.





## **5.2. METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DEL LEAN PROJECT DELIVERY (LPD)**

En las entrevistas realizadas se preguntó que dieran su opinión sobre integrar a la empresa constructora en la fase temprana de redacción del proyecto. Todos los preguntados creían que era una muy buena idea, ya que muchos de los problemas parten de la indefinición del proyecto.

La implementación del LPD en su máxima expresión requiere un esfuerzo mayor que la del LPS. Los desafíos son mayores, requiere modificar hábitos muy implantados en la redacción de proyectos. No solo modifica el marco contractual a nivel comercial, también lo modifica a nivel del comportamiento social entre los agentes. Además LPD, reubica a los agentes dentro de un mismo espacio.

Modificar estos parámetros requiere de un esfuerzo importante de muchos socios ocasionales. Sin embargo en España y en la Comunidad Valenciana existen empresas con equipos multidisciplinares capaces de desarrollar la redacción de un proyecto y de hacerse cargo de la construcción de este. Es decir, tienen despachos de arquitectura e ingeniería y empresa constructora. Si se aprovecharan las instalaciones y recursos de una empresa de este tipo, sólo modificando los protocolos de actuación, se podrían experimentar sus beneficios.

Las instituciones públicas, como la Universidad, se podría beneficiar de las ventajas de este sistema. La Universidad Politécnica de Valencia, dispone de recursos materiales y humanos muy capacitados para el desarrollo de un proyecto piloto de este tipo. De esta forma dar ejemplo al sector público.

LPD es una ampliación del Integrated Project Delivery (IPD). Es decir la integración de las empresas constructoras en la redacción del proyecto. La diferencia con el LPD es que este último además crea unas herramientas durante el desarrollo del proyecto basadas en la filosofía Lean, TVD, VSM, LPS y BIM. El IPD utiliza como herramienta fundamental el Building Information Modelling (BIM). En este caso el trabajo conjunto se puede realizar incluso a través de un espacio virtual.

En Australia, The Alliancing Association of Australia es un sistema muy extendido en el sector público australiano de las infraestructuras. Es un sistema contractual con características similares a la del Integrated Form of Agreement (IFOA) usado

en el caso del Cathedral Hill Hospital. Las diferencias y los exitosos resultados en ambos se muestran en un estudio realizado por Ailke Heidemann y Fritz Gehbauer (Heidemann & Gehbauer, 2010).

Para la aplicación de cualquiera de estas tipologías, el marco contractual actual español ha de ser modificado. Se deben cambiar los contratos de cláusulas focalizadas en penalizar, por la cultura del incentivo, exponiendo la base del comportamiento entre los agentes y la del uso de las herramientas necesarias para conseguir el éxito.

Las practicas a seguir para el correcto funcionamiento del Target Value Design, según el American Institute for Architects (AIA), son estas nueve:

1. Participar en profundidad con el cliente para establecer el valor . Tanto los diseñadores y los clientes comparten la responsabilidad de revelar y de refinación se refiere, para hacer nuevas evaluaciones de lo que es el valor, y para seleccionar la forma en que el valor se produce. Continuar la participación con el cliente en todo el proceso de diseño.
2. Liderar el diseño para el aprendizaje y la innovación. Esperar que el equipo aprenda a producir algo sorprendente. Establecer rutinas para publicar lo que se aprende y se innova en tiempo real. Se sabe que la sorpresa va a alterar la planificación.
3. Diseño de un presupuesto detallado. Use un mecanismo de evaluación de diseño con el presupuesto y los valores del cliente. Revisión de los objetivos a mitad del diseño respecto al presupuesto.
4. Plan de colaboración replanteando el proyecto. Planificación de la coordinación. Esto evitará retrasos, rehacer trabajos y salirse del diseño establecido.
5. Realizar al mismo tiempo el diseño del producto y el proceso de diseño. Desarrollar detalles en pequeñas cantidades junto con los clientes (ingeniero, constructores, propietarios, usuarios, arquitecto).
6. El diseño y el detalle según la secuencia de uso del cliente. Esto mantiene la atención sobre lo que es valorado por el cliente. En lugar de hacer lo que puedes hacer en este momento, hacer lo que otros necesitan para continuar.
7. Trabajar en grupos pequeños y diversos. Aprender e innovar. Grupos pequeños de ocho personas o menos, es más propicio para el aprendizaje



y la innovación: la confianza y el cuidado por el otro se establecen más rápido, y la comunicación y coordinación son más fáciles.

8. Trabajar en una gran sala. Colocar juntos a los miembros de un mismo equipo de diseño suele ser la mejor opción. El diseño es complicado, reuniones improvisadas entre los miembros del equipo de diseño son una parte necesaria del proceso.
9. Convertir en hábito el terminar cada ciclo de diseño con una conversación para la reflexión y el aprendizaje. El uso plus / delta al final de las reuniones. Instruya a todos los miembros del equipo para pedir una retrospectiva en cualquier momento, incluso si sólo tiene el presentimiento de que podría descubrir una oportunidad de mejora.

Hay autores (Heidemann & Gehbauer, 2010) que recomiendan la implantación de estos sistemas para proyectos grandes otros también lo recomiendan en los proyectos pequeños.

Según Ballard, (Ballard G. , Target Value Design and Integrated Project Delivery, 2010) nos enfrentamos a cinco desafíos importantes para la implementación de esta herramienta:

1. Persuadir a los clientes para desarrollar una operación basado en los costes y usarla para calcular el retorno de la inversión.
2. Persuadir a los clientes para que facilite la operación basado en el modelo de costes.
3. Persuadir a los financieros para permitir que el presupuesto fluctúe durante el diseño.
4. Aprender a diseñar con un objetivo variable.

### **5.3. CONCLUSIONES**

No cabe duda que la implementación de estas herramientas lleva implícita desafíos. No obstante, gracias a la fase el estado del arte en el que se encuentra el Lean Construction trae un mundo de posibilidades para la implementación en España.

Cierto es que se trata de un sistema de gestión de proyectos novedoso, pero lo suficientemente desarrollado para conocer resultados de aplicación en otros países y las dificultades y oportunidades que genera.



## 6. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

### 6.1. CONCLUSIONES

- Esta investigación demuestra que la colaboración y cooperación entre los agentes constructivos, en la actualidad y según los datos obtenidos, no es lo suficientemente eficaz.
- El sistema actual de Proyecto-Licitación basado en la competencia de precios, genera intereses antagonistas entre los participantes eliminando toda posibilidad de cooperación entre ellos. El objetivo principal de cada uno es distinto.
- Regidos por este sistema, y sobre todo en la fase de construcción, aparecen multitud de obstáculos para el correcto desarrollo del proyecto. Los métodos de colaboración dentro de este marco contractual dificultan el fin último de los proyectos de construcción, definidos hasta ahora, de coste, plazo y calidad. La información no fluye, no se realizan planificaciones reales y la descoordinación aparece, alterando los requerimientos iniciales.
- El diseño cooperativo (Lean Project Delivery System<sup>TM34</sup>) y la planificación en colaboración (Last Planner System<sup>TM</sup>) son dos herramientas muy potentes para la mejora en la gestión de proyectos de construcción.
- Lean Project Delivery, unifica los objetivos de todos los agentes generando intereses comunes a través de un programa de incentivos. Se trabaja conjuntamente para el logro de beneficios mutuos. Para alcanzar esos beneficios todos los esfuerzos se concentran en añadir valor al producto final.
- Last Planner system es un sistema de planificación basado en la colaboración de los intervinientes en el proceso. La participación de estos en la fase de planificación mejora la información entre ellos, promueve la coordinación produciendo una colaboración efectiva.
- El sistema Lean propuesto en este documento es el punto de partida para realizar una implementación integral del Lean Construction. Por un lado, se describe un sistema de colaboración en la planificación dentro de la fase de construcción. Este sistema mejora el flujo de trabajo y la producción.

Esta herramienta puede ser utilizada por si sola dentro del marco contractual más utilizado hasta ahora de Proyecto-Licitación. Mejora notablemente la colaboración y los resultados en la fase de producción.

- Sin embargo, para poder alcanzar un éxito continuado basado en la filosofía Lean, debe ir acompañado de un sistema de cooperación que genere los beneficios mutuos como el Lean Project Delivery. La relación contractual que genera este sistema es contrapuesto al usado mayoritariamente en nuestro país, el cual promueve intereses antagonistas.



## **6.2. APORTACIONES REALIZADAS**

Las principales aportaciones del presente proyecto final de master son las siguientes:

1. Demostración de que los sistemas, métodos y herramientas usadas en la gestión de proyectos no generan una colaboración efectiva e impiden la cooperación entre los agentes intervinientes en la mayoría de los casos.
2. Presentación de una nueva filosofía de gestión de proyectos que se está desarrollando en las mejores universidades del mundo en la gestión de proyectos de construcción.
3. Se han dado a conocer las aplicaciones mas novedosas de las herramientas creadas por estas universidades en proyectos de nivel internacional.
4. Se ha propuesto una metodología base para la implementación de esta filosofía y de estas herramientas en nuestro país.

### **6.3. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

Para una futura tesis doctoral y cogiendo como punto de partida este proyecto final de master, el primer paso es el de validar los sistemas propuestos en proyectos de construcción dentro de la geografía española. Debido a lo novedoso de la cuestión, estas herramientas se están aplicando no hace mucho en otros países. Los resultados están apareciendo en la actualidad. Sin embargo, no se ha visto aún en el ámbito español.

Dentro del marco contractual generado por el Lean Project Delivery System se han de desarrollar contratos tipo adecuados a la legislación española. También se han de crear protocolos de actuación cooperativos entre los agentes.

Last Planner System en la fase de producción se ha aplicado en muchísimos casos en el extranjero. Incluso en España, algunas empresas utilizan modelos parecidos. Sin embargo, el autor de este proyecto no es conocedor de la aplicación total de esta herramienta, ni de investigación alguna donde se hayan analizado los resultados obtenidos en España. Este sería otro paso a seguir para completar el presente documento.

No obstante, esta nueva forma de entender la gestión de proyectos abre un mundo de oportunidades en la campo de la investigación española. La filosofía Lean no trata solo de la aplicación de estas dos herramientas. Como su nombre indica es una forma de pensar y de ver las cosas diferente de lo hasta ahora visto. El campo de aplicación es inmenso y por lo tanto su investigación aún lo es más.

En aras de fomentar y aplicar en España esta exitosa forma de gestionar los proyectos de construcción, y de investigar para aportar conocimientos a la comunidad científica internacional, se ha fundado el “Spanish Group for Lean Construction<sup>11</sup>”. Tal y como queda reflejado en la introducción de este proyecto, gracias a la colaboración, cooperación y apoyo de personal ejecutivo, docente y estudiantil de esta universidad, el autor de este proyecto, en representación de todos ellos, sentó las bases de la formación de este grupo con los representantes

---

<sup>11</sup> [www.leanconstruction.es](http://www.leanconstruction.es)





del “European Group for Lean Construction<sup>12</sup>”. Este grupo europeo a su vez forma parte del “International Group for Lean Construction<sup>13</sup>”.

Las condiciones actuales reflejan lo siguiente:

Por un lado, la situación actual de este sistema de gestión de proyectos es lo suficientemente novedoso como para poder convertir a esta universidad en un referente nacional cooperando y colaborando con la comunidad científica internacional.

Por otro lado, esta filosofía está lo suficientemente desarrollada como para conocer los resultados, oportunidades y dificultades que entraña en su aplicación al sector de la construcción.

Por último, la situación de crisis de este sector permite el reflexionar y dedicar tiempo a la implementación de nuevos sistemas que mejoren la productividad del proceso y la rentabilidad económica de los proyectos.

Como conclusión y a juicio del autor, se deben aprovechar los recursos técnicos y humanos de los que disponemos para reflexionar sobre lo hecho hasta ahora, aprender de los que están a nuestro alrededor y desarrollar nuevas formas mas eficientes en la gestión de proyectos de construcción.

---

<sup>12</sup> [www.eglc.eu](http://www.eglc.eu)

<sup>13</sup> [www.iglc.net](http://www.iglc.net)

## **ANEXOS.**

### **ANEXO 1. REALIZACIÓN DE ENCUESTA PARA DETECTAR SI LOS PROFESIONALES DEL SECTOR ENCUENTRAN PROBLEMAS EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS.**

#### **Introducción.**

Existe la necesidad de conocer la opinión de la mayor parte de los profesionales posible. El objetivo es detectar si sus proyectos han sufrido desviaciones. También conocer su sistema actual para la planificación de estos y si han visto problemas de coordinación y comunicación entre los diferentes agentes que intervienen. Otra de las dudas, es si estos profesionales piensan que se realizan trabajos innecesarios o bien que no añaden valor al producto. Por último, conocer si ven necesario un cambio en la filosofía de gestión de estos proyectos, o por el contrario piensan que se está haciendo bien en la actualidad.

Para ello se ha realizado una encuesta. Para la composición de la encuesta se ha tenido en cuenta un parámetro fundamental, el que respondan el mayor número posible de profesionales. Así que se ha diseñado una encuesta breve, fácil y rápida de responder. Para ello se ha creado una página Web donde pudieran responder de una forma sencilla y los resultados lleguen con la premisa de molestar lo menos posible a los encuestados.

<http://leanconstruction.es/encuesta.html>

Se realizan cinco cuestiones:

1. Los proyectos de construcción donde he intervenido han sufrido desviaciones en el coste, plazo y/o calidad.
2. ¿Qué sistema utiliza usted para la planificación de la producción?

No planifico la producción

La planifico en mi cabeza

Utilizo un programa informático como Ms project



Ningún modelo informático se ajusta a mis necesidades

No sabe / No contesta

3. Cree que es necesario un aumento de coordinación y comunicación entre los agentes intervinientes en estos proyectos.
4. Cree que en estos proyectos se realizan trabajos que no añaden valor al producto final.
5. Cree que la gestión de proyectos de construcción necesita mejorar en España.

Las respuestas se dividen del 0 al 5 y con una última respuesta, No sabe / No contesta. El significado de las respuestas es el siguiente:

Respuestas:

0- Nunca

1- En pocas ocasiones

2- En ocasiones

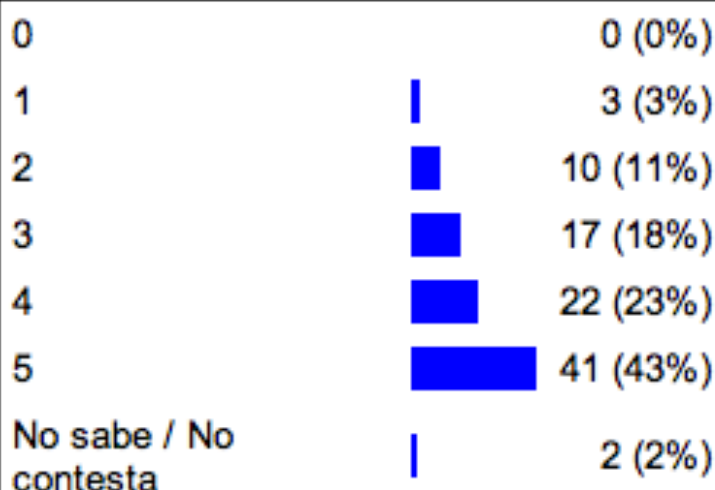
3- En la mayoría de las ocasiones

4- En casi todas las ocasiones

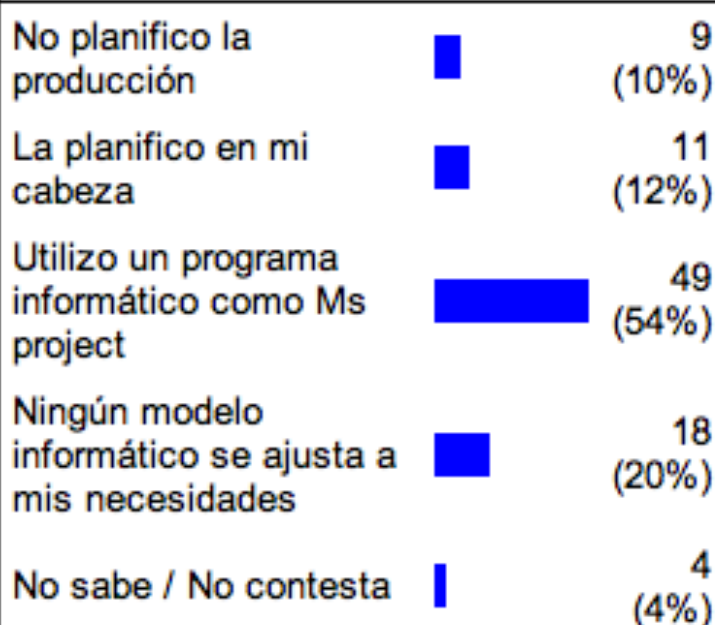
5- Siempre

No sabe / No contesta

**1. Los proyectos de construcción donde he intervenido han sufrido desviaciones en el coste, plazo y/o calidad.**

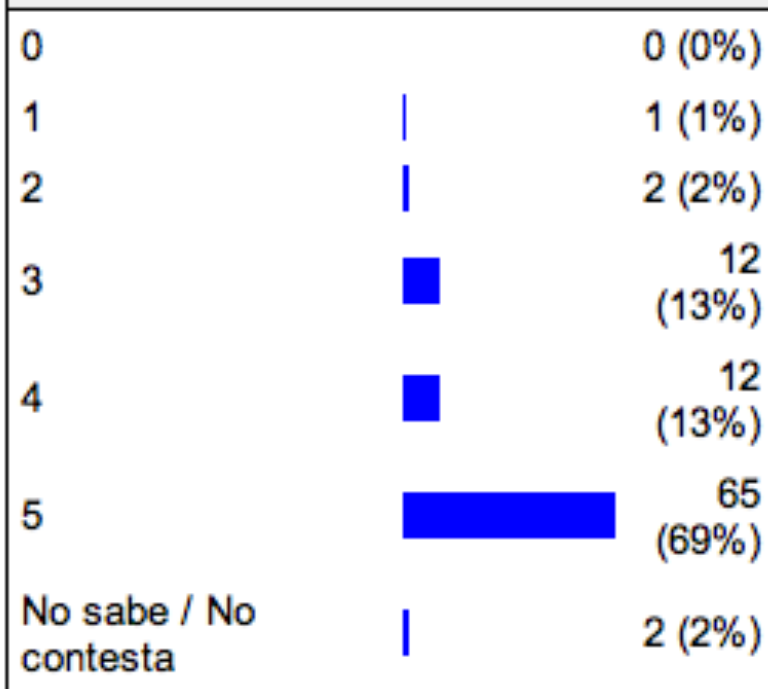


**2. ¿Qué sistema utiliza usted para la planificación de la producción?**

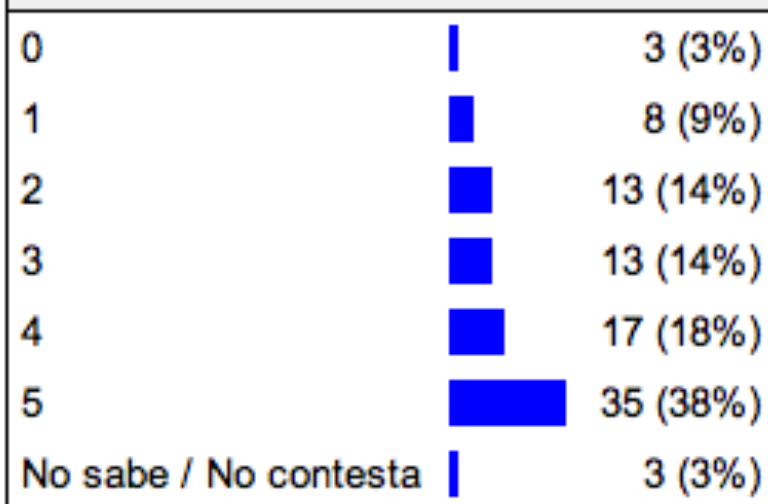




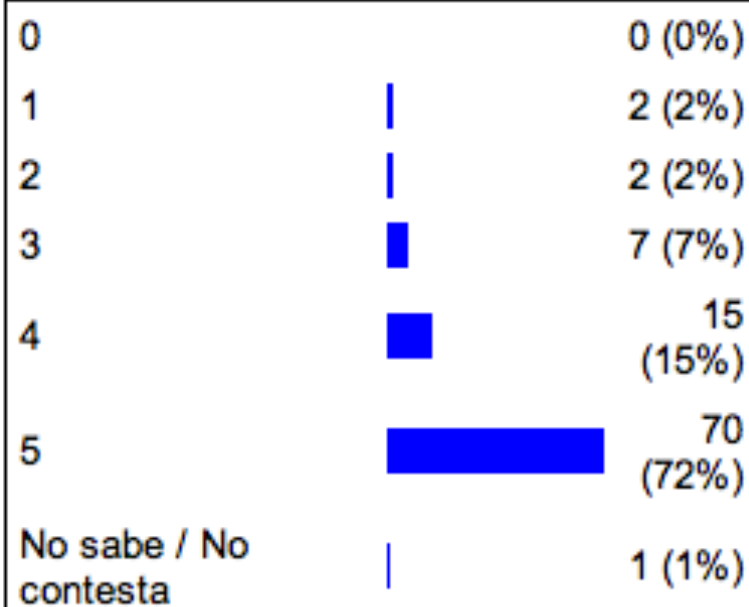
**3. Cree que es necesario un aumento de coordinación y comunicación entre los agentes intervinientes en estos proyectos.**



**4. Cree que en estos proyectos se realizan trabajos que no añaden valor al producto final.**



**5. Cree que la gestión de proyectos de construcción necesita mejorar en España.**





## Conclusiones

Si analizamos los resultados de la encuesta observamos que según la opinión de la muestra:

1. Los proyectos de construcción sufren desviaciones en la mayoría de las ocasiones en el coste, plazo y/o calidad.
2. La coordinación y comunicación entre los agentes intervinientes en estos proyectos ha de mejorar considerablemente.
3. Que hay ciertos trabajos que no añaden valor al producto final.
4. Con una respuesta aplastante, la gestión de proyectos de construcción necesita mejorar en España.
5. Por último, sobre la planificación de las obras, muchos no planifican las obras o lo hacen solo de una forma muy ligera en su cabeza. Por otro lado la mayoría lo hace a través de un programa informático dónde se planifican las tareas. Y por último un porcentaje comenta que ningún programa se ajusta a sus necesidades de programación.

## ***ANEXO 2: DETECCIÓN DE PROBLEMAS POR EXPERIENCIA PERSONAL.***

Durante mi vida profesional en el sector de la construcción he podido detectar varios problemas que han ido surgiendo en la gestión de proyectos de construcción.

Gracias al haber participado, en la gestión de estos proyectos, desde la perspectiva de diferentes agentes, como asesor a propietario o promotor, desde la administración pública, como redactor de proyectos, director facultativa de obras, asesor de empresas constructoras y al haber sido cliente y usuario final de edificios se tienen en consideración todos los puntos de vista para detectar los problemas de cada uno de ellos. Por todo ello, además de la división en las cuatro fases en la gestión de proyectos se subdivide cada una en los puntos de vista de los diferentes agentes:

- A. Promotor público o privado / Project manager
- B. Equipo redactor del proyecto.
- C. Dirección de obra.
- D. Contratista principal.
- E. Usuario final.

A continuación se definen los diferentes problemas encontrados en las diferentes fases. Solo aparecen los agentes intervinientes en cada una de las fases:





### **1.3.1. Fase de redacción del Proyecto**

Problemas y dificultades detectadas desde el punto de vista del:

#### **Promotor público o privado / Project manager:**

- Conocer con exactitud las necesidades del usuario final.
- Dificultad para conocer e imaginar el resultado final del proyecto.
- Dificultad en la toma de decisiones y/o realización de cambios durante la redacción del proyecto.
- Desconocimiento del estado del proyecto durante su redacción.
- Desconocimiento de ciertas normativas y leyes dejando en ocasiones todo poder de decisión y fallo al equipo redactor.
- Plazo limitado y escaso para la finalización del proyecto por presiones financieras.

#### **Equipo redactor del proyecto.**

- Conocer con exactitud las necesidades del promotor.
- Modificaciones al proyecto por parte del promotor en un estado avanzado de este.
- Plazo de redacción del proyecto escaso.
- Conocer el proceso constructivo de la ejecución y poder desarrollar el proyecto en concordancia.
- Conocer los materiales que empleará con exactitud la constructora como por ejemplo:
  - o Tipo de solera (Cáviti, normal, etc.)
  - o Tipo forjado (viguetas in situ, prefabricadas, etc.)
  - o Tipo tabiquería (ladriyeso, LH, Gran formato, termoarcilla)
  - o Instalaciones (fontanería cobre o no, etc.)
  - o Acabados (¿qué presupuestar?, suelo para ejecutarlo antes o después de la tabiquería, etc.)

### **1.3.2. Fase de contratación de empresa constructora.**

#### **Promotor público o privado / Project manager:**

- Dificultad a la hora de elegir empresa de acuerdo a su capacidad. Desconociendo si cumplirá en plazo, calidad y tiempo.
- Dificultad en la comparación de presupuestos por la diversidad de estos. Cada empresa deja abierta ciertas partidas y nunca coinciden.

#### **Contratista principal.**

- Indefiniciones y contradicciones en el proyecto a presupuestar.
- Plazo limitado y en ocasiones escaso para la realización del presupuesto.

### **1.3.3. Fase de ejecución de la obra.**

#### **Promotor público o privado / Project manager:**

- Falta de conocimiento del plazo real de ejecución.
- Toma de decisiones urgentes por problemas surgidos durante la ejecución.
- Resolución de conflictos entre los agentes intervinientes.
- Resolución de conflictos económicos con la empresa constructora.
- Cambio de normativas urbanísticas que afectan a la construcción.

#### **Equipo redactor del proyecto.**

- Resolución rápida y urgente de aclaraciones sobre el proyecto.

#### **Dirección de obra.**

- Indefinición en el proyecto.
- Contradicciones entre planos, memorias y mediciones.
- Cambios / indecisiones al proyecto por parte del cliente.
- Cambios / "mejoras" al proyecto por parte de la constructora.
- Precios contradictorios por parte de la constructora a la promotora.
- Falta de conocimiento del planning de obra y de su cumplimiento.
- Falta de conocimiento de los subcontratistas que van a intervenir y de sus procedimientos.



**Contratista principal.**

- Indefinición en el proyecto.
- Contradicciones entre planos, memorias y mediciones.
- Cambios / indecisiones al proyecto por parte del cliente.
- Cambios al proyecto por parte de la Dirección Facultativa.
- Demora en la entrega de soluciones por parte de la Dirección Facultativa a la empresa Constructora.
- Incumplimiento de las empresas subcontratistas en costa, plazo y calidad.
- Dificultades para planificar la cadena de suministro de materiales.
- Falta de motivación de los operarios.

-

#### **1.3.4. Fase de entrega al cliente.**

##### **Promotor público o privado / Project manager:**

- Retraso en la entrega.
- Número excesivo de defectos a la entrega del edificio.
- Dificultades para conseguir que la empresa contratista arregle los repasos por parte de la constructora.

##### **Dirección de obra.**

- Dificultades para conseguir que la empresa contratista arregle los repasos por parte de la constructora.

##### **Contratista principal.**

- Dificultades para conseguir que las empresa subcontratista arreglen los repasos.

##### **Usuario final.**

- Molestias continuas por las deficiencias en la construcción, como humedades.
- Sensación de desprotección, engaño y de que la empresa te ignora cuando les reclamas.



### **ANEXO 3: DETECCIÓN DE PROBLEMAS POR TORMENTA DE IDEAS.**

Este método se basa en la realización de una tormenta de ideas en el taller de *“Lean construction Management: an innovative project management in construction”* en el *“Centre de Recherche Public Henri Tudor”* de Luxemburgo impartido por Alan Mossman. Todos los asistentes a este taller fueron personas dedicadas al mundo de la construcción. El valor añadido es la representación de todos los agentes que intervienen en este proceso como Project managers, arquitectos, ingenieros, contratistas e investigadores en el sector de la construcción de diferentes países. Mayoritariamente fue gente de Francia y Luxemburgo pero también hubo gente del Reino Unido, siendo yo el representante Español. La intención de esta fase de este proyecto es la detección de los problemas comunes en la gestión de proyectos de construcción por eso es tan importante conocer las opiniones de la mayor diversidad posible de agentes.

A continuación se presenta una foto y la tabla de los resultados obtenidos en la tormenta de ideas.

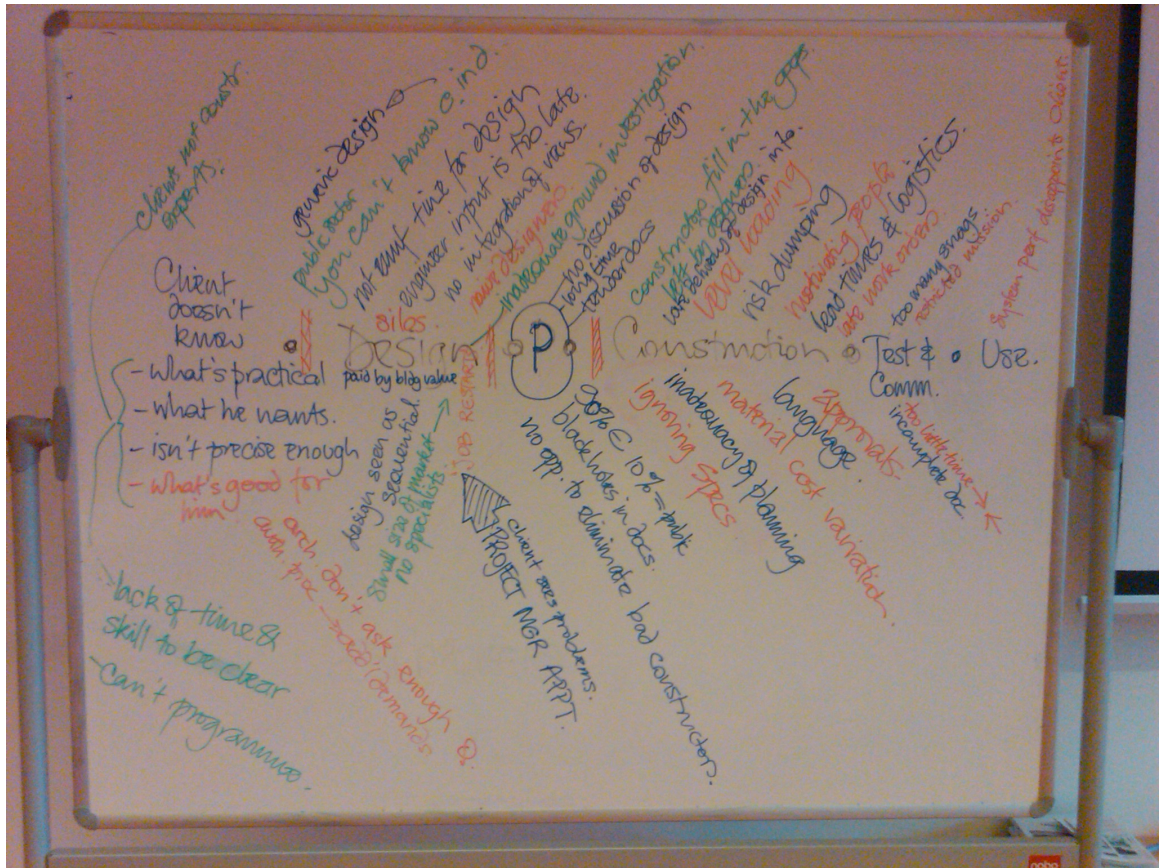


Ilustración 77: Data collected 10 June 2010 at CRP Henri Tudor in Luxembourg at a Lean Construction workshop

La tabla de los resultados en la pizarra es la siguiente:



---

**PRE-DESIGN**

Because the country is so small there is not sufficient work for clients to justify employing construction professionals to manage procurement of built environment

Client reps lack the skill and time to be clear about:

- What's wanted
- What's practical
- What's good for him/her

Clients cannot programme

Because the country is so small there is not sufficient work for architects to specialise

Architects don't ask enough questions or the right sort of questions at the outset

---

**DESIGN**

Designers are paid a percentage of the price of the completed building → no incentive to minimize construction costs; naïve designers.

On public sector projects it is not possible to know the constructor at the design stage → generic design so that any of the small number of constructors in the market can bid.

Not enough time for design

Design is seen by many as a sequential process → engineering input too late in the process and no integration of ideas and viewpoints.

Clients are not willing to spend on adequate ground investigations → additional costs arising during construction that could have been foreseen

Clients become worried about the progress of design → appointment of a project manager. PMs are there to oversee time and budget – some have little or no construction experience; design sometimes effectively restarts with the appointment of a PM.

The authorization procedure for projects often leads to additional demands and hence design changes.

<b>CONSTRUCTION</b>	<p>Constructors have to fill in the gaps left by designers</p> <p>Design information is delivered late</p> <p>Specifications are ignored</p> <p>Planning is inadequate</p> <p>Constructors are at risk with material cost escalation</p> <p>Few Luxembourgish want to work in the industry so there are language problems</p> <p>It is sometimes difficult to get approvals</p> <p>There is no way to level load constructors in a competitive bid situation → famine or gross overwork with consequent falling standards</p> <p>Architects are incentivized to dump risk on the constructor</p> <p>It is difficult to motivate people</p> <p>Work orders are late adding to delays</p>
<b>TEST &amp; COMMISSION</b>	<p>There are too many snags</p> <p>Clients restrict the mandate of their chosen inspectors too much — and constructors end up paying for retests</p> <p>There is too little time for this phase because it gets squeezed by prior activities over-running and clients wanting earlier deliver</p> <p>Documentation is incomplete</p>
<b>USE, FM, ETC.</b>	<p>System performance generally disappoints clients and users</p>

### **Process problems in the Luxembourg Construction Sector**

#### **Design – Bid – Build procurement (with particular reference to Public Sector projects)**

(Mossman, Making construction projects more reliable using a lean approach: an introduction to lean construction & last planner, 2010)





#### ***ANEXO4: DETECCIÓN DE PROBLEMAS REALIZANDO ENTREVISTAS CON DIFERENTES AGENTES INTERVINIENTES EN EL PROCESO.***

El cuarto método de detección de problemas y dificultades en la gestión de estos proyectos se basa en la realización de entrevistas y conversaciones con varios de los agentes que intervienen en el proceso. La transcripción de todas las entrevistas se encuentran en el anexo 1. (ver anexo 1)

Como la finalidad de este proceso es la de detectar los problemas en la gestión de proyectos en general, se ha tratado en entrevistas, conversaciones y reflexiones con personas que están involucradas tanto en proyectos de tamaño pequeño, medio como en grandes proyectos internacionales. No se trata de detectar una problemática de un tipo de proyecto sino de detectar el punto en común de dificultad en la gestión y coordinación de estos.

Se han resumido en cuadro los puntos más importantes de las conversaciones y entrevistas mantenidas. Una vez más dividimos las fases en cuatro:

1. Fase de redacción del Proyecto.
2. Fase de contratación de empresa constructora.
3. Fase de ejecución de la obra.
4. Fase de entrega y uso del cliente final o usuario.

Fase de redacción del Proyecto.

PROBLEMAS	CONSECUENCIAS	SOLUCIONES PROPUESTAS POR LOS ENTREVISTADOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta comunicación e información del cliente hacia el redactor.</li> <li>- Falta información del cliente sobre el estado del proyecto</li> <li>- Cambios por exigencia de normativas municipales y/o el cliente.</li> <li>- Dificultad para la coordinación de las disciplinas intervinientes en la redacción.</li> <li>- No saber quien va a construir el proyecto ni los materiales finales y sus precios.</li> <li>- Falta de información sobre las condiciones del solar a construir.</li> <li>- Falta de incentivos para reducir el coste para el redactor.</li> <li>- Plazo escaso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retrasos, problemas, desviaciones lo cual perjudica a las fases siguientes.</li> <li>- Duplicidad de trabajos</li> <li>- Mal desarrollo del proceso constructivo en esta fase porque la constructora lo va a modificar.</li> <li>- Falta de definición del proyecto.</li> <li>- El proyecto no se adecua a las necesidades del cliente.</li> <li>- Problemas futuros para las siguientes fases.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pero con el tiempo entendí que lo mejor era redactar desde el principio el proyecto de ejecución .</li> <li>- Coordinar varias reuniones entre el arquitecto y el ingeniero para que lleguen a acuerdos.</li> <li>- La verdad es que nunca me he planteado integrar a la constructora en la fase de redacción del proyecto pero creo que podría ser genial.</li> <li>- Sin duda sería mejor tener todas las disciplinas en cada proyecto y todos trabajando en la misma ubicación</li> <li>- Desde esa fase inicial el cliente debería des estar apoyado por una agente que le asesore en cuanto a costes de mercado, durabilidad y puesta en obra. Ya que cuanto mas se asemeje proyecto-licitación-ejecución se minimizaran las desviaciones e imprevistos.</li> <li>- <u>Hacer participar a las empresas desde esta fase.</u></li> <li>- Intento buscar todas las empresas y materiales para que se haga bien y así ayudamos a la constructora. Si luego contratan a otra empresa nos va a costar más trabajo.</li> </ul>

**Tabla 8: Problemas, consecuencias y soluciones propuestas en las fase de redacción del proyecto.**

Fuente propia



2. Fase de contratación de empresa constructora.

<b>PROBLEMAS</b>	<b>CONSECUENCIAS</b>	<b>SOLUCIONES PROPUESTAS POR LOS ENTREVISTADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Elección de empresa dificultosa. Prevalece lo económico sobre el resto de factores.</li><li>- Falta información en el proyecto hacia el licitador.</li><li>- Falta de definición en el proyecto.</li><li>- Entrega de presupuesto sin conocer sistemas constructivos, y materiales finales.</li><li>- Entrega de presupuesto a la baja sabiendo que no se cumplirá.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Problemas futuros para la fase de ejecución.</li><li>- Conflictos futuros para la fase de ejecución entre propiedad y contratista.</li><li>- Problemas futuros entre contratistas y subcontratistas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Realizar una buena definición del proyecto.</li><li>- Conocer lo máximo posible a la empresa contratada.</li><li>- Realizar reuniones prelimitación.</li><li>- Aumentar el plazo para la entrega de presupuestos.</li><li>- Realizar un contrato maquiavélico.</li></ul>

**Tabla 9: Problemas, consecuencias y soluciones propuestas por los entrevistados en la fase de contratación de empresa constructora. Fuente propia**

## 2. Fase de ejecución.

PROBLEMAS	CONSECUENCIAS	SOLUCIONES PROPUESTAS POR LOS ENTREVISTADOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Imposibilidad de cambiar de empresa</li> <li>- En obras grandes la división de la obra en paquetes.</li> <li>- Dificultad para planificar la obra.</li> <li>- Falta de coordinación entre empresas.</li> <li>- Falta de tiempo para resolver los problemas surgidos.</li> <li>- Entrega de soluciones constructivas tardías.</li> <li>- Falta de conocimiento del planning de obra y de su cumplimiento.</li> <li>- Falta de conocimiento de los subcontratistas que van a intervenir y de sus procedimientos.</li> <li>- Indefinición en el proyecto.</li> <li>- Contradicciones entre planos, memorias y mediciones.</li> <li>- Incumplimiento de las empresas subcontratistas en plazo y calidad.</li> <li>- Variación del precio de los materiales.</li> <li>- Precios contradictorios continuos para defender la obra.</li> <li>- Descoordinación en la entrada de los subcontratistas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retrasos.</li> <li>- Desviaciones de coste.</li> <li>- Mala calidad del producto final.</li> <li>- Incertidumbre en el plazo de ejecución.</li> <li>- Perdida de tiempo en la resolución de conflictos continuos entre agentes.</li> <li>- Dificultades para planificar la cadena de suministro de materiales.</li> <li>- Falta de motivación de los operarios.</li> <li>- Desconfianzas entre los diferentes agentes.</li> <li>- Engaños entre los departamentos de una misma empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar una buena definición del proyecto.</li> <li>- No modificar el proyecto.</li> <li>- Trabajar con las contratas y subcontratas que ya conoces.</li> <li>- Para realizar una buena planificación se ha de saber de construcción y usar a los proveedores.</li> <li>- Realizar planning a mas corto plazo.</li> <li>- Seguimiento del planning.</li> </ul>

**Tabla 10: Problemas, consecuencias y soluciones propuestas por los entrevistados en fase de ejecución.**



## **Entrevista con Promotor inmobiliario.**

La primera persona entrevistada se trata de un promotor de viviendas con once años de experiencia en el sector y que ha trabajado tanto en promoción de viviendas, como promoción en régimen de comunidades de bienes en el ámbito de la Comunidad Valenciana. Las obras que ha gestionado van desde edificios de 22 viviendas hasta edificios de 54 viviendas.

### 1. Fase de redacción del Proyecto.

**P: ¿ Qué principales problemas y dificultades te has encontrado en la fase de redacción de proyecto?**

R: *Antes de la fase de proyecto sería muy interesante hablar del anteproyecto. El 50% de la inversión de una promoción inmobiliaria es la compra de solar. Por lo que el anteproyecto ha de tener como mínimo una distribución definitiva y que no cambie en ningún caso el proyecto básico o de ejecución. Entiendo que es imposible realizar un proyecto definido al máximo antes de la adquisición del solar y que además todo el mundo lo haga gratis, pero no dejaría de ser lo ideal.*

**P: ¿ De acuerdo, pero cuéntame una vez ya has adquirido el solar?**

R: *Una vez hemos adquirido el solar lo más importante al inicio es la comunicación con los ayuntamientos y compañías suministradoras para que el proyecto no sufra reparos por parte de la administración y para que una vez la obra está empezada no te encuentres con que tienes que poner un transformador en mitad de una vivienda porque IBERDROLA te lo pide. Si el ayuntamiento en cuestión te pone reparos al proyecto, retrasa todo el proceso mucho más que si el equipo redactor se toma un mes más para finalizarlo siguiendo las premisas de los técnicos municipales. Del mismo si los ingenieros redactores no hablan durante el*

*desarrollo del proyecto con las compañías suministradoras y los inspectores finales, puedes tener un grave problema a mitad de la ejecución de la obra o incluso cuando esta a acabado con la repercusión en plazo y en los beneficios del proyecto que esto puede tener sobre la promoción. Cuando insisto en esto a los técnicos redactores lo entienden perfectamente y les parece lo más lógico.*

**P: ¿ Siempre lo has hecho así?**

*R: Esto que te comento se debería de hacer desde el proyecto básico. Al principio de mi vida profesional hacíamos proyectos básicos que más parecían anteproyectos y luego el de ejecución lo modificaba todo. Pero con el tiempo entendí que lo mejor era redactar desde el principio el proyecto de ejecución y de esa forma evite muchos retrasos y problemas de todo el proceso y así se lo pido al arquitecto.*

**P: ¿ Nunca te has planteado contratar a un mismo equipo completo donde redactan todos los documentos del proyecto en una misma oficina ?**

*R: Cuando empiezan a redactar el proyecto de ejecución contrato al equipo de arquitectura por un lado y al de ingeniería por otro. Eso si, otra de las cosas en las que insisto y he aprendido a través de los años es la de coordinar varias reuniones entre el arquitecto y el ingeniero para que lleguen a acuerdos porque sino el proyecto de este último acaba modificando el del primero y volvemos a los retrasos. Una vez más los técnicos entienden que esta es la mejor forma de trabajar y no ponen pega ninguna. Me gusta estar en esas reuniones. Nunca he contratado a ningún equipo redactor que lo haga todo, arquitectura e ingeniería porque me da la sensación de que muchos tienen a ese equipo para hacer proyectos de todo tipo y no para coordinarse en uno en concreto. Prefiero a un arquitecto que tenga tiempo para mí y que me atienda a uno arquitecto estrella.*

**P: ¿Alguna vez se han tenido que repetir documentos del proyecto, como el cálculo de estructuras?**

*R: En mis primeras promociones el arquitecto realizaba un cálculo de estructuras y en muchas ocasiones cuando teníamos a la constructora ese cálculo*



*se modificaba por la compañía suministradora de los forjados. Al final me decidí por contratar directamente a la empresa suministradora, esta hace el cálculo, el arquitecto la revisa y luego impongo a la empresa contratista quien ha de ser la suministradora del forjado. De esta manera intento evitar retrasos y dobles trabajos.*

**P: *¿Los plazos de entrega del proyecto se suelen cumplir?***

*R: Lo más común en todos los proyectos es que no se cumplan los plazos fijados de entrega de este. Si fijamos un mes, siempre acaba tardando dos o dos meses y medio. Lo que más me estresa es el retraso. Me gusta que los plazos se cumplan. Si me piden tres meses en lugar de dos mejor, pero que se cumplan para poder hacer previsiones. No tienen por qué ser plazos cortos, pero se han de cumplir.*

Me gusta estar enterado de todo lo que pasa, siempre quiero estar informado de lo que está ocurriendo. Si meten la pata en algo me gusta que me lo digan, soy comprensivo con los fallos de las personas.

**P: *¿Alguna vez te has planteado integrar a la constructora en la fase de redacción del proyecto?***

*La verdad es que nunca me he planteado integrar a la constructora en la fase de redacción del proyecto pero creo que podría ser genial.*

## 2. Fase de contratación de empresa constructora.

**P: *Esta bien, pasemos a la fase de licitación de empresa constructora.***

*R: Una de las cosas más importantes a la hora de contratar una empresa constructora es la de tener muy bien definidas las mediciones. Las mediciones del proyecto han de estar perfectamente definidas. Esta es la forma de disminuir problemas futuros durante la ejecución. Nunca dejo partidas al aire.*

**P: ¿ Cuales son los puntos en los que más te fijas a la hora de contratar a estas empresas?**

*R: Uno de los puntos, no el único por supuesto, en los que presto más atención a la hora de valorar los presupuestos de las empresas contratistas es que no pongan todo el beneficio en las primeras fases, como movimiento de tierras, cimentación y estructura. Esto quiere decir que se quieren sacar el beneficio al principio por lo que pueda pasar.*

*Siempre intento contratar empresas que conozco de alguna manera o que tengo ciertas referencias. En definitiva que me inspiren un mínimo de confianza. En mi opinión lo mejor en mi caso es contratar empresas de tamaño medio. Como con los técnicos, me gusta que tengan una cierta flexibilidad para modificar de alguna forma su forma de trabajar.*

*Jurídicamente o legalmente hablando cambiar a la constructora es muy complicado. La constructora tiene la posesión, no la propiedad, pero no la puedes echar. En otras industrias o negocios puedes cambiar de proveedor rápidamente pero en la construcción es muy difícil, por eso la elección de la constructora es tan importante. Se tiene poco margen de maniobra, si te has equivocado ya no hay vuelta a atrás.*

**P: ¿ Que resulta más complicado a la hora de contratar?**

*R. Lo más complicado es definir el plazo de entrega de la obra. Si impones un plazo de entrega apretado tienen prisa por entregarlo y los repasos finales son mucho mayores y se alarga mucho en el tiempo. Al contrario, si defines un plazo de entrega largo se duermen en los laureles. Lo cierto es que no he sabido solucionar este problema aún.*

*Los técnicos y la banca son fiables, pero la constructora no. Sé que solo me durarán por un tiempo, uno, dos, máximo tres obras. Creo que les pasa a muchos promotores. Solo me han durado dos obras y si han llegado a la tercera, luego me he arrepentido.*





**P: ¿Los plazos de entrega de los presupuestos se suelen cumplir?**

*La entrega de los presupuestos por parte de las constructoras siempre es rápida. En realidad no suelen haber problemas entre los agentes. Todo el mundo está contento en esta fase.*

3. Fase de ejecución de la obra.

**P: ¿Una vez tienes contratada a la constructora, y empieza la ejecución, cuales son los mayores problemas que te encuentras?**

*R: En esta fase y siguiendo con el tema de los plazos, este vuelve a ser uno de los más difíciles de resolver. La empresa constructora hace un planning que nunca se cumple. Ponen como excusa que alguna de las subcontratistas les ha fallado. El retraso en la entrega de la obra cuesta dinero debido a los intereses.*

*Esto va muy relacionado con los repasos. Si se dan cuenta de que van muy retrasados ponen a muchos industriales a trabajar a la vez y esto conlleva un aumento en los repasos finales.*

**P: ¿Por lo tanto no tienes forma de controlar el plazo?**

*R: Me veo indefenso en el plazo, se que además habrán cosas al alza y que los imprevistos acabarán costando dinero. Cuento con que tendré que tener una gestión de imprevistos durante la ejecución de la obra. Por un lado el promotor está poco en la obra, los técnicos contratados por mi parte un 20% del tiempo a lo sumo y la empresa constructora está el 100% del tiempo. Esto hace que la empresa contratista te pase contradictorios y que se calle las partidas de donde ha sacado mayor beneficio. Quizá estaría bien tener a un técnico propio a pie de obra a tiempo completo.*

**P: ¿Y el precio de los materiales, los controlas?**

*El precio de los materiales no resulta un problema con un contrato fijo. Los problemas económicos vienen por modificaciones, mala medición o por alguna normativa municipal.*

*Creo que la mayoría de las empresas promotoras acaban teniendo algún tipo de problema con el plazo, los repasos y los extras económicos.*

4. Fase de entrega y uso del cliente final o usuario.

**P: ¿Una vez acabada la obra, que hay de la fase de entrega al usuario final?**

*R: Al entregar la obra se le dedica mucho tiempo a los repasos y eso implica un problema para la constructora que ya no le interesa a pesar de las retenciones, implica un problema para los clientes y para el promotor que ha de trabajar mucho tiempo por algo que ya no le reporta beneficio. Además se crea un mal clima entre promotor y cliente.*

**P: ¿Estos repaso te han costado dinero?**

*R: Realmente nunca me ha costado dinero de una forma directa ya que se utilizan las retenciones de las empresas constructoras. Pero si que me ha costado dinero de una forma indirecta. Todo el trabajo que he ido realizando en esta fase no produce beneficio y he tenido que dejar de hacer otras cosas para dedicarme a esto.*

*Existen empresas constructoras que para los repasos o bien subcontratan a otras o bien tienen un departamento que se dedica a ello. Con esto se consigue que los repasos sean un poco más ágiles. Si además se consiguiera que estas empresas intervinieran dando su opinión antes de acabar la obra mejoraría la situación. Pero sin duda lo ideal sería que lo que se hiciera no se tuviera que repasar. El plazo se multiplica a causa de los repasos.*

(C.G L. M., 2010; C.G L. , 2010)



### **Entrevista con redactor de proyectos.**

La segunda persona entrevistada se trata de un ingeniero de caminos canales y puertos que forma parte de uno de los equipos proyectistas más conocidos a nivel internacional. Es calculista de las estructuras más complicadas del mundo y lleva más de diez años trabajando en proyectos de extrema complejidad y belleza.

#### 1. Fase de redacción del Proyecto.

**P: ¿ Qué principales problemas y dificultades te has encontrado en la fase de redacción de proyecto?**

R: *En primer lugar podría decir que se utiliza mucha parte del tiempo del proyecto al diseño y poco tiempo a generar los documentos del proyecto. Es decir, se utiliza el tiempo del proyecto de ejecución para seguir desarrollando el anteproyecto y el básico, o sea el diseño.*

*En segundo lugar resulta difícil coordinar las diferentes disciplinas que intervienen en la redacción del proyecto. Sobre todo en proyectos grandes. Cada vez que un equipo cambia algo modifica el trabajo de otros dos equipos. Esto causa retrasos, problemas y perjudica a las fases siguientes, por ejemplo cosas que no encajan y demás problemas que pueden surgir.*

**P: ¿ Trabajáis todos los equipos en una misma oficina?**

R: *No trabajamos todos los equipos en la misma oficina. Nuestro grupo esta dividido en Arquitectura en una oficina, estructuristas en otra, e instalaciones en otra diferente. Además trabajamos con un socio local, ya que ellos conocen la cultura, norma y peculiaridades de la zona. Ahora hay herramientas para coordinarlo de una forma más eficiente pero sin duda sería mejor tener todas las disciplinas en cada proyecto y todos trabajando en la misma ubicación.*

Otra de las dificultades que nos encontramos en muchas ocasiones es la falta de información. Muchas veces se llega a fases finales o se termina el proyecto sin saber condiciones reales del emplazamiento de la obra. Como por ejemplo levantamientos topográficos o estudios geotécnicos. Muchas veces no se hacen en la fase previa por el coste económico que suponen. Por ejemplo no está claro donde vas a poner las cimentaciones, cuando esa información es básica. Lo que ocurre es que como no sabes donde va ir la cimentación de la pila de un puente por poner un ejemplo, no sabes donde hacer el geotécnico. Es un círculo que tienes que cerrar y hasta que no lo haces no esta terminado el proceso. Por eso mismo hay que dejar claro el diseño del proyecto para después poder continuar con la redacción de este y con los datos definitivos. A veces se modifica el proyecto después de los datos obtenidos en el terreno, o dicho de otra forma se toman los datos antes de definir exactamente el proyecto. Esto conlleva que se hagan dos estudios geotécnicos uno al principio y otro con el proyecto finalizado.

Otra de las dificultades es la realización de los presupuestos del proyecto. Cuando los proyectos son grandes y duran en el tiempo cinco años los precios de los materiales varían mucho.

**P: ¿Cuando proponéis un proceso constructivo, luego se lleva a cabo?**

R: En EE.UU. el contratista no cambia el proceso constructivo propuesto por el proyectista. Lo que le propones lo lleva a cabo, pero por eso mismo el proyecto ha de estar mucho más detallado. En Europa normalmente el contratista te cambia el proceso constructivo según su forma de actuar. Es común en los dos sitios proponer el proceso constructivo pero debido a que en Europa no lo van a tener en cuenta pues quizá te lo tomes con otra seriedad a la hora de redactarlo.

A causa de esto en EE.UU. se está más en contacto con empresas contratistas aunque no sean las que acaben contratándose. Sin embargo en España no es así y el proyecto acaba siendo menos definido. Esto no crea problemas en la fase proyecto sin embargo en la fase de ejecución todo va a depender de la experiencia del contratista ya que no encontrará respuestas a sus



*preguntas en los documentos del proyecto. En EE.UU. un contratista con menos experiencia podría afrontar el proyecto gracias a la definición de este. Esto influye también el presupuesto que también esta más definido. La diferencia más importante cultural en EE.UU. y España es que el proyecto en EE.UU. se define mucho mejor incluyendo todo el contenido perteneciente a la fase de obra que en España. Pero además allí son mucho más exigentes con el resultado final de la construcción y exigen que sea exactamente igual a lo definido en el proyecto. Sin embargo en España se permite modificar a la empresa constructora el proyecto durante la ejecución.*

## 2. Fase de contratación de empresa constructora.

### **P: ¿ Intervenís en la fase de licitación de empresas constructoras?**

*R: Nosotros no intervenimos directamente en la fase de licitación. En ocasiones valoramos o puntuamos a las constructoras. Una vez el cliente tiene el documento del proyecto lo saca a licitación y después de filtrar con unos requisitos mínimos, en algún caso el cliente nos pide que evaluemos a esas empresas o incluso que les digamos una lista de las empresas que podrían realizar el proyecto en cuestión. Esto me parece bien, aunque pueda dar lugar a amiguismos, lo cierto es que el proyectista tiene experiencia en ese tipo de proyectos y puede conocer a las empresas que lo pueden abarcar. Y de esa forma asesorar al cliente.*

*A veces el cliente decide repartir el “pastel” entre varias empresas y se divide el proyecto en paquetes. Esto siempre es una fuente de problemas. Entiendo que se reparta un proyecto de 10 millones de euros pero al dividir en tres un proyecto que en realidad es un conjunto se crean muchos problemas de coordinación entre empresas.*

*Tenemos dos extremos, o no participamos nada o hay casos como en EE.UU. que nuestro socios locales tienen reuniones prelicitación con las empresas candidatas. Las empresas manifiestan sus dudas a través de un herramienta llamada Request for clarification (RFC). De esta forma todo esta*

claramente documentado y por escrito. EL equipo redactor contesta a estos RCF's también por escrito dejando constancia de todo lo que va ocurriendo.

Sin embargo muchas veces no se entra en profundidad en las cuestiones más serias o complicadas del proyecto y esto acaba siendo una fuente de problemas para el futuro.

**P: ¿ Crees que sería buena idea que la empresa contratista interviniera en la fase de proyecto?**

R: Creo que si la constructora interviniera desde el principio se evitarían muchos problemas. Hace 20 o 30 años era la forma de hacer los proyectos importantes. La constructora hacia los proyectos y lo construía. Luego aparecieron las consultoras y las cosas cambiaron. Desde luego si la constructora interviniera desde el principio ayudaría al éxito global del proyecto. Quizá es algo similar a lo que hacen en EE.UU.

### 3. Fase de ejecución de la obra.

**P: ¿ Por lo tanto, cuando hay varias empresas y cada una por su lado, se generan más problemas?**

R: En el plano técnico tengo claro, así como en un proyecto que hicimos en Grecia donde solo había un único constructor que los resultados son normalmente buenos y todas las piezas van encajando. En este ultimo, de Nueva York, se tienen que coordinar varias empresas y empiezan a haber problemas de interpretación entre unos y otros. Como consecuencia se generan una serie de documentación excesiva, pero que entre gente de la misma empresa que se conoce de hace tiempo se resuelve de una forma más ágil. Se burocratiza el proceso y esto tiene sus partes buenas, pero ralentiza las cosas y aumenta los gastos. Un error de uno supone retrasos para todos. No obstante es importante que todo quede documentado.



*En Europa o España en concreto no se deja constancia de muchas cosas que ocurren, sin embargo en EE.UU. todo esta documentado. El RCI es un documento donde le pide el contratista al proyectista una petición de aclaración. En el propio contrato aparecen los plazos para estas aclaraciones.*

**P: ¿ Cuéntame la anécdota sobre las dos empresas en vuestro último proyecto?**

*R: El contratista principal del proyecto de Nueva York subcontrata a varios talleres de estructura metálica para diferentes partes de la obra. Unos son canadienses y otros españoles. Los canadienses estuvieron 6 meses enviándonos RCIs y haciendo ingeniería de detalle pero sin empezar. Los españoles empezaron inmediatamente a la vez que nos van enviando RCIs mientras van ejecutando. La diferencia es que los canadienses nos hacían consultas sobre el proyecto para que les aclarásemos ciertos detalles, pero los Españoles no nos pedían tanto aclaraciones al proyecto sino peticiones de cambios de materiales, dimensiones, y demás cuestiones por que ya lo tienen ejecutado. Por lo que nos ponen en la tesitura de tener que tomar decisiones para no hacer perder tiempo a la ejecución de la obra. Esta situación les esta haciendo perder tiempo y dinero a la empresa española y no así a los canadienses que ya van por delante y sin problemas de plazo ni económicos. Además en EE.UU. no sienta bien que aprovechen esos RCIs para proponer cambios. Por ejemplo de materiales. No les gusta perder el tiempo en investigar si cumple o no ese material, eso ya lo hicieron en la fase de proyecto y estaba definido desde el principio.*

4. Fase de entrega y uso del cliente final o usuario.

**P: ¿ Que me puedes contar de la fase de entrega al cliente?**

*R: No te puedo decir mucho. Alguna prueba de carga en puentes donde participa el proyectista pero poco más.*

**P: ¿Podrías resumir el problema de los plazos en la totalidad del proceso?**

R: *La redacción del proyecto no se retrasa porque se deja para después lo que no se ha podido definir antes y dejando el problema para después. Sin embargo las obras porque ya no hay una siguiente fase a la cual pasarle el testigo del retrasos. Y todo a causa de lo que no se ha podido resolver en la fase de proyecto.*

*En la fase de licitación todo el mundo está deseando que se contrate a una empresa para que en cuanto antes se empiece a construir. Muchas constructoras compiten entre si, se generan bajas temerarias y estos son los efectos de la presión que se ejerce para empezar a construir.*

*Se deja poco tiempo a las empresas constructoras para evaluar lo que se tiene que construir. Si ese plazo es de 1 mes actualmente se debería alargar 3 meses, 4 o un año. En el caso de NY dudo que en 3 meses que se les dio a las empresas , estas se hicieran una idea de lo que iba a costar construir la obra.*

*Si durante la ejecución aparecen muchos RCIs es porque hay muchas cosas que no estaban claras antes de empezar. ¿Como has dado un presupuesto para construirlo? Claramente se la habían jugado. En España las empresas se meten en la construcción de un proyecto sin tener claro ni cuanto tiempo ni dinero les va a costar.*

*Pienso que la solución sería regular, es decir alargar el proceso de licitación. Se debería terminar cuando todos los contratistas tengan claro lo que tienen que hacer. Por supuesto con algún limite pero permitir que lo tengan más claro que en la actualidad. Esto reduciría una gran cantidad de problemas.*





**P: ¿ Crees que sería una buena idea que la empresa constructora interviniera desde la fase de redacción de proyectos?**

R: Como redactor de proyectos y sería muy útil que la empresa constructora interviniera desde el principio en el proyecto siempre siguiendo las premisas del proyectista. Este siempre tomaría la última decisión. Se abrirían otras preguntas diferentes pero la verdad es que sería una gran medida, no sé porque no se hace así. Quizá es algo parecido a mi experiencia en EE.UU.

(I.C., 2010)

## **Entrevista con jefe de obra y departamentos de estudios de una empresa constructora.**

La tercera persona entrevistada se trata de una arquitecta técnica. Desarrolla su profesión en una de las empresas constructora más importantes del País Vasco con presencia a nivel nacional y plena expansión internacional. Se trata de un grupo empresarial que está presente en todos los ámbitos de la construcción y en segmentos afines a la misma. Las sociedades se integran en cuatro divisiones: construcción, auxiliares de construcción, servicios y promoción inmobiliaria. Se dedican tanto a la obra civil como a edificación en el ámbito público y privado.

Pasó los primeros años de su carrera profesional como jefe de producción, más tarde como jefe de obra y actualmente está en el departamento de estudios de la empresa.

### 1. Fase de redacción del Proyecto.

**P: ¿ Que problemas te has encontrado en esta fase?**

*R: No participo en la fase de redacción del proyecto por lo que aquí tengo poco que decir. Mejor pasemos a la segunda fase, aquí si que estoy participando muy activamente.*

### 2. Fase de contratación de empresa constructora.

*Actualmente sobre todo trabajamos con la administración pública, concursos públicos, en definitiva obra pública tanto civil como edificación.*



*El primer problema que nos encontramos es que nos resulta difícil entender los pliegos de condiciones. Por ejemplo, en el último proyecto que hemos participado se trata de una obra de edificación destinada a vivienda pública. Teníamos que justificar que habíamos hecho obras similares del valor del 50% de esta, pero no se dejaban claro ciertos conceptos. Tuvimos que hacer una consulta a la administración, pero después de varios intentos de aclarar el punto en cuestión nos contestaron otras dudas pero no a la pregunta en cuestión. Así que desarrollamos la licitación sin saber exactamente que requisito nos pedían exactamente.*

*Otra de las dificultades es conseguir la documentación del proyecto a licitar en formato electrónico. Muchas veces nos cuesta conseguir las mediciones en el programa informático "Presto" y en ocasiones ni nos lo dan. Este detalle hace que perdamos muchísimo tiempo. Otro ejemplo, imagínate pasar a mano a Presto una obra de 45 millones de €. Además, ni siquiera sabíamos de que se trataba la obra exactamente, creemos que era una incineradora. Estuvimos 3 personas del equipo del País Vasco un día entero para meter la parte de 18 millones de €. El resto lo hizo el equipo de Valencia y no se lo que les costaría pero te lo puedes imaginar. Sacamos el presupuesto, y le añadimos un 8 o 10 % y se lo dimos.*

*Además nos dan los planos solo en PDF y no en AUTOCAD, lo que nos facilitaría comprobar ciertas mediciones. Aunque en realidad lo normal es que no comprobemos mediciones, sólo si hay algo muy raro como en el hormigón o el acero. En definitiva, licitamos el proyecto sin estudiarlo en profundidad, primero porque no tenemos el tiempo para hacerlo y segundo porque la forma de entrega de información por parte de la propiedad nos limita y nos hace perder más tiempo.*

**P: ¿ Que metodología utilizáis para realizar el presupuesto?**

*R: Nosotros pedimos oferta de prácticamente todas las partidas a las subcontratas. Luego preparamos una hoja de cierre donde están los precios que nos han enviado, reducimos ese precio porque pensamos que conseguiremos precios más baratos una vez la obra sea nuestra, un 3 o 4 % más barato. A este precio le sumamos los costes indirectos (12, 13% en obra civil y el 19 o 20% en*

edificación) más un 6% Gastos Generales de la empresa y un 2% de beneficio = Precio de la oferta.

*Por ejemplo, si la licitación es de 10 millones y nuestro precio es de 8 millones hacemos una baja hasta 7 millones para llevárnosla. Luego si nos la dan, pues durante la ejecución sacamos contradictorios, variantes, “mejoras” de dónde se pueda , todo porque el precio esta excesivamente ajustado.*

**P: ¿ Os ceñís a las mediciones del proyecto?**

*R: Las mediciones del proyecto siempre están muy ajustadas y no tienen ningún margen de maniobra y presupuestamos la obra respecto a ellas. Luego durante la ejecución, el jefe de obra intenta salvar la obra y es se hace muy complicado. Al final depende de la dirección de obra, si te permite hacer cambios respecto al proyecto dónde puedes conseguir mejores precios. Por ejemplo en las instalaciones o en la estructura, en ocasiones las subcontratas pueden tener mejores precios en una climatizadora o en cualquier otra cosa que no corresponde exactamente a la del proyecto y has de intentar convencer a la Dirección Facultativa.*

*Otro problema es el de las irregularidades en los procedimientos públicos. Hay pliegos en los que no se habla de las bajas temerarias, o bien que estas se pueden justificar. Esto se haga probablemente para conceder la obra a la empresa que la administración ha decidido por adelantado.*

*Por ejemplo, la ultima obra que licitamos era una obra de demolición, y se la han dado a una empresa que oferto con un 83% de baja temeraria,150.000 €. A nosotros con una baja del 15% nos salio un precio de 900.000 €. El técnico municipal nos dijo que le daba igual, porque esta empresa era el que mayor puntos había obtenido en la parte técnica y por lo tanto esta empresa ya sabía de que iba la obra.*

*Por otro lado, hay lo que se llama un procedimiento de urgencia que saca la administración dónde tienes 15 días para preparar la documentación. De esa forma tienen más posibilidades de darles las obras a los que ellos quieren.*



En definitiva, estudiamos los proyectos muy por encima. Hacemos la memoria técnica y la económica a la vez. Lo ideal sería estudiar la obra, hacer una planificación y buen estudio técnico y luego acabar con el presupuesto. La consecuencia de todo esto es que las empresas o se auto-arruinan o a través de la administración pública porque no paga. Si esto no ocurre, sacamos todo el dinero posible a la obra, y el precio final no tiene nada que ver con la oferta inicial.

**P: Como crees que se podría mejorar esta fase de licitación?**

R: Pienso que para mejorar esta fase se debería:

- Mejorar la redacción de los pliegos.
- Entregar la documentación en formato electrónico de todo el proyecto para no rehacer trabajos.
- Aumentar el plazo de licitación y eliminaría los procedimientos de urgencia.

### 3. Fase de ejecución de la obra.

**P: ¿con que problemas te has encontrado en la fase de ejecución?**

R: Como te he comentado, una vez la obra es nuestra el jefe de obra se encuentra con un precio de obra que le va a resultar complicado de defender. Así que una de las formas de conseguir más dinero es sacar precios contradictorios de donde puedas, y el que sufre las consecuencias sin duda es el promotor. Por ejemplo, en una estructura metálica tuvimos que rellenar el mortero de la placa de anclaje y no estaba en el proyecto, se le paso el contradictorio. Si hubiera estado en proyecto les hubiera costado 200 € y les costó 1000 €. A cada contradictorio le solemos añadir un 40 % . En ocasiones es la única forma de no entrar en perdidas.

**P: ¿ Al final, el presupuesto de la obra se acaba cumpliendo?**

R: Al final el coste de la obra acaba siendo mayor al de la oferta, normalmente el 10% más y si la obra ha sido un caos, aún se consigue más. Aunque en otras

ocasiones ni siquiera con eso cubres gastos y eso es lo que está ocurriendo en la actualidad.

Como jefe de obra me he dedicado a diversas obras. Aún no estás acabando una obra y ya estás empezando otra. Así que Te fijas en los primeros capítulos del proyecto y luego ya contrataremos al resto. En la empresa se está intentando mejorar esto y últimamente tenemos que presentar a la empresa un plan de gestión de la obra.

Además en nuestro caso el jefe de obra hace las compras. Cuando ya tienes la obra las subcontratas ajustan los precios de los primeros presupuestos.

Si la obra está por encima de lo presupuestado se le hace saber a los de estudios y si está bien les dices que está más o menos. Nos engañamos entre la propia empresa aunque cada vez es más difícil por el nuevo programa Gestplan como tiene acciona por ejemplo. Es una mezcla entre Presto y Project y estará conectado con Navision.

**P: ¿ Se suele cumplir el planning de obra?**

R: El planning de obra me lo solía pedir la Dirección Facultativa, cogías el de estudios y se lo presentabas. A veces durante la obra la DF o la propiedad te pide uno pero en raras ocasiones. La empresa, si me lo pide, es a corto plazo. No seguimos ese planning. No necesitas un planning de toda la obra. No hacemos planning trimestrales ni semanales. Se intenta que no haya un desvío exagerado. Creo que es más útil un planning a medio o corto plazo, a veces con el encargado y esas son las más útiles. Pero son planificación verbal o tomas cuatro notas.

**P: ¿Cómo contratáis a las empresas subcontratistas?**

R: Les pedimos ofertas, 5 o 6 ofertas por partida más o menos. Luego enseñamos el comparativo al jefe de grupo y te pide que trabajes con otro que el ya conoce. Eso hace que se retrase el proceso de contratación, las empresas te hacen cambios de marcas y no sabes si te están engañando o no.

**P: ¿ Soléis trabajar con las mismas en distintas obras?**



R: Al final acabas intentando trabajar con el de siempre porque sabes que cumple. A lo mejor no el mismo en todas las obras y tener por lo menos dos habituales.

**P: ¿ Como organizáis a estos subcontratistas?**

R: Las subcontratas van entrando en obra a medida que los vas necesitando. Dos semanas antes concretas los puntos más significativos. A veces se retrasan en la entrada de obra porque creen que no es suficiente trabajo para estar una semana. A veces desaparecen cuando los necesitas. En el contrato se comprometen y se señala la fecha de entrada prevista en la obra más o menos real, aunque en ocasiones lo firmas en la víspera de entrada. Al final dependes de la seriedad de la empresa.

En realidad con los gremios que entran y salen te vas organizando sobre la marcha. La planificación real la llevas en la cabeza.

**P: ¿ Dónde encuentras más problemas en la fase de ejecución?**

R: Dónde encuentro más problemas es a la hora de definir planos del proyecto. Cuesta mucho tiempo que la DF te pase ciertos detalles que no están en proyecto. Las reuniones con la DF es una gestión complicada y al final depende de ella. Me falta información muchas veces, información correcta en el momento exacto.

El problema viene cuando contratan el proyecto y la DF por otro lado. En ese caso no se conocen bien el proyecto. En la administración a veces coinciden DF y propiedad pero no el proyectista. Además a veces hay que recalcular la estructura. A veces recalculamos las estructuras y les pasamos un contradictorio a la propiedad. También se recalculan las instalaciones, sobre todo la climatización para reducir secciones porque no cabe. Luego, por supuesto los típicos encuentros entre instalaciones y estructura incompatibles y que vas solucionando sobre la marcha.

Otras muchas veces intentas abaratar y al final te salen muchos problemas futuros que cuestan mucho más caros.

4. Fase de entrega y uso del cliente final o usuario.

**P: ¿ Y en la fase de entrega al cliente?**

R: El mayor problema viene por el plazo. Metes a todos a trabajar y acaban rompiendo cosas y eso se convierte en repasos. Por ejemplo todos trabajando encima de la tela asfáltica. Todo por los retrasos que repercute en la calidad y como ya has entregado la obra has cumplido plazos. Además esos repasos los paga la constructora. Normalmente la empresa se guarda un 1% de la obra durante la obra para esas reparaciones. Además no te devuelven las retenciones. Hay una obra de un ayuntamiento que nos deben 1 millón de euros de una obra de hace 5 años, y todo por una reparación de 125.000 €.

Sobre todo crea muy mal ambiente entre contratista y promotor.

(A.A., 2010)





#### **2.4.4. Entrevista con ex - jefe de obra y actual propiedad delegada.**

La cuarta persona entrevistada se trata de un exjefe de obra en Cataluña. Como jefe de obra ha realizado obras significativas y singulares en Barcelona tanto de edificación residencial como dotacional con la empresa acciona. También ha sido jefe de obra en Andorra donde realizó obras de edificación pública y privada. En la actualidad desarrolla su profesión como Propiedad Delegada, defendiendo los intereses económicos, de plazo y calidad de sus clientes ante las empresas constructoras. Sus clientes van desde particulares, pasando por promotores inmobiliarios hasta la administración pública.

##### 1. Fase de redacción del Proyecto.

**P: *¿ Qué principales problemas y dificultades te has encontrado en la fase de redacción de proyecto?***

*R: Tanto desde mi faceta como en jefe de obra en empresa constructora como desde el punto de vista de atención al cliente que llevo ahora veo que el proyecto no se adecua a las necesidades del cliente.*

**P: *¿ Cuales crees que son las causas?***

*Creo que se debe a diferentes causas. A veces por capricho del diseñador. La selección de materiales o distribuciones, sistemas injustificados y no operativos. Debido las influencias de proveedores.*

*Desde esa fase inicial el cliente debería des estar apoyado por una agente que le asesore en cuanto a costes de mercado, durabilidad y puesta en obra. Ya que cuanto mas se asemeje proyecto-licitación-ejecución se minimizaran las desviaciones e imprevistos.*

*Esto puede ser a todos los niveles, pero teniendo en cuenta la particularidad del proyecto, es decir no será lo mismo ejecutar un hospital, un centro comercial que un hotel. Cada material, distribución, montacargas tiene unas especificaciones técnicas y una puesta en obra concreta. Esto en fase de ejecución puede ocasionar graves trastornos tanto a nivel de planificación de tiempos como a nivel económico.*

*Hay que tener en cuenta que en este mercado en el que nos hallamos es muy competitivo. Las constructoras, tienen departamentos de estudios para licitar a la baja. Utilizan precios de mercado comunes y habituales y después dependiendo del plazo de entrega de la licitación las partidas concretas y específicas no se estudian con el detenimiento debido. Después los departamentos de ejecución e ingeniería, tienen que darle la vuelta al proyecto. Es ahí donde consiguen ganar dinero, en el modificado no en la licitación.*

*Por eso es necesario una mayor definición y especificación del proyecto! Quiero un Volkswagen Golf TDI 150 CV..cambio automático, climatizador y entrada de USB para el ipod y no o similar !*

*Creo que el proyecto de ejecución ha de contemplar que le 80% de partidas sean realmente estudiadas o definidas, aunque después en dos años salgan materiales, nuevas actualizaciones.*

*En esta fase no puedo aportar mucho mas.*

## **2. Fase de contratación de empresa constructora.**

**P: ¿ Que problemas te has encontrado durante esta fase?**

*R: Bueno, la fase de contratación, lo que si te puedo decir es que teniendo un contrato maquiavélico del tipo administración publica empresa grande, ya tienes mucho ganado.*



*No me gusta como se trabaja ahora es totalmente antagonista a nuestro fin. Es decir, sacamos un proyecto previo, empieza la obra y vas entregando proyecto de ejecución según necesidades de obra, esto es un desastre. Tanto para el planning como para el presupuesto.*

*Te comento esto porque creo que es importante que el proceso de contratación lleve su tiempo necesario y vale la pena tardar un mes mas y cerrar bien la obra que no precipitarse. PUES NO! El cliente esta nervioso y quiere empezar cuanto antes, grave error y es que las prisas n son buenas consejeras.*

*Creo que es más importante la revisión del proyecto que la propia contratación. Si el proyecto esta muy definido el comparativo es muy homogéneo. Si el proyecto es indefinido, el comparativo es heterogéneo, se ha de producir una redefinición, diferentes versiones de presupuesto. El proceso se vuelve muy molesto, hay que realizar múltiples consultas a DF y a la propiedad.*

**P: ¿ Por lo tanto, modificar el proyecto no es una buena idea?**

*No cambiar el proyecto es lo ideal. Modificar una vez contratada siempre, siempre te estará saliendo mas caro, por un lado o por otro pero siempre.*

### 3. Fase de ejecución de obra.

**P: Fase ejecución....**

*R: Esta fase es un consecuencia de todas las anteriores. Es decir, debería de ser la maduración del proyecto y luego su materialización pero no se realiza así como te he comentado.*

**P: ¿Que me puedes decir de las desviaciones en precio de la obra?**

*R: Las desviaciones en obra.....si las fases anteriores las cosas se han hecho bien no deben de aparecer precios nuevos, y si aparecen se deben de controlar. Tampoco ha de haber desviaciones en mediciones. Ahora si, el planning*

*cronológico, eso es otra cosa. Para hacer un buen cronograma se ha de saber de obra y de construcción. Y si se trata de proyectos singulares, se han de coordinar con algunos especialistas o proveedores específico, por ejemplo escaleras mecánicas en centros comerciales, querofons en hospitales, todo son condicionantes e interferencias que se han de tener en cuenta a la hora de programar rendimientos. También las estaciones del año en cuanto a la meteorología y orografía.*

*En una de mis obras dónde habían 30 o 40 zapatas, una de ellas casi acaba con el planning cronológico de toda la obra.*

*Los planning en el momento de licitar la obra se hacen con campana de gauss, o por reglas de producción –medios . Tengo 4 millones de euros...esto se hace con un equipo de obra normal en x meses.....*

*En el momento de adjudicación de las obras se ha de exigir el planning de ejecución. Para eso la contratista principal debería de tener pre-atados a todos sus proveedores y subcontratas (es un buen indicador para saber como tiene controladas la unidades de obra la constructora) de manera que haya podido planificar a grandes rasgos stocks, pre fabricaciones o duraciones de algunas partidas de las que no dependen de el directamente.*

*Esto no la hace casi nadie en obras medianas, en grandes seguramente más, pero de aquella manera.*

**P: ¿Que me puedes decir sobre el control de calidad de las obras?**

*R: Antes de la adjudicación debe de pedirse curriculum de obras a la empresa constructora y conocer al equipo que va ha realizar la obra, porque a veces por poco diferencial económico no vale la pena adjudicar al mas barato.*

*No se que mas añadirte.....bueno si, de los demás agentes. El seguimiento, por lo menos quincenal, del planning y mensual de mediciones es muy importante. A veces es poco serio pero es la única manera de ver quien te esta haciendo la obra.*



4. Fase de entrega al cliente.

**P: ¿Cuáles son los problemas que encuentras en esta última fase?**

*R: Por razones de inercia de la constructora esta fase se suele hacer interminable. Esto hay que atarlo muy bien en contrato, pero de todos modos es muy complicado aunque utilices las retenciones. La causa es que normalmente desmantelan el equipo de la obra y empiezan otra. Ese equipo ya esta trabajando en el arranque de otra y es casi imposible hacer que vuelvan. Es realmente agotador. En una de las empresas que trabajé había un equipo dedicado a los repasos.*

*Es muy importante hacer una buena lista de repasos inicial. En caso contrario, empiezan a aparecer añadidos y mas listas hasta que la constructora llega a enfadarse y a decir por ejemplo que es cosa de mantenimiento.*

*Si se trata de obras publicas esta bien introducir el agente de mantenimiento al final de la obra. Ya sean organismos públicos, en hospitales o privados como centros comerciales. Se le sugiere al cliente para que ya haya un solape e incluso colaboración en aspectos de instalaciones, uso, etc.*

*Esto realmente es la entrega, pero la gestión, puesta en marcha y postventa son complicados. En viviendas no hay muchos problemas, pero si es verdad que hay gente que no lo sabe gestionar. Cedula, primera ocupación, boletines, etc. y se pierde mucho tiempo para el cliente, tiempo muy valioso. Si el cliente es un promotor experimentado no hay problema pero yo he visto casos donde el usuario final ha pedido daños y perjuicios.*

*Al final esto acaba en ocasiones, sobre todo en la actualidad en juicios. Es muy importante escoger a una buena constructora y que todos tengan grandes seguros para poder pagar.*

**P: ¿Alguna conclusión final?**

*R: Creo que es básico el proyecto, creo que un gran arquitecto debería tener un gran aparejador con obra a la espalda y así complementar el proyecto!*

(García Gamborino, 2010; García Gamborino, 2010)



## **Entrevista con exjefe de obra y actual redactor de proyectos y dirección facultativa de obras.**

La quinta persona entrevistada se trata de un arquitecto técnico, exjefe de obra en la Comunidad Valenciana. Como jefe de obra ha realizado obras de edificación residencial en proyectos de hasta 80 viviendas. En la actualidad desarrolla su profesión en un equipo de redacción de proyectos y como dirección facultativa de esos proyectos. Actúa como Director de Ejecución, Control de Calidad y Coordinador de Seguridad y Salud. Sus proyectos tratan de grandes obras residenciales para empresas importantes así como colegios públicos. Además ese equipo redactor está desarrollando un nuevo concepto de edificios de viviendas prefabricados.

### **1. Fase de redacción del Proyecto.**

*R: Antes de verano hicimos para una empresa importante una promoción siguiendo las bases del pliego de condiciones y elaboramos una propuesta lo más dinámica posible. Se intenta personalizar las viviendas lo máximo posible.*

#### **P: ¿Cuál es tu función en la fase de proyecto?**

*R: Intento hacer construible lo que el arquitecto diseña y con el menor coste posible. Busco soluciones baratas y aparentes como por ejemplo el laminado de madera para el suelo.*

#### **P: ¿Cómo buscas esas soluciones?**

*R: En Internet, a través de mi propia experiencia y hablando con los industriales, comerciales, montadores, con cualquiera.*

**P: ¿Luego utilizan esos materiales y a esas empresas en la construcción?**

*R: No siempre, pero luego salen con ventaja. Ponemos sus productos en las partidas del presupuesto del proyecto o similar. Como ellos saben lo que va en proyecto, pues son capaces de ajustarse a la realidad y por tanto en precio porque solo ofertan lo pedido en el proyecto porque han participado.*

*Intento buscar todas las empresas y materiales para que se haga bien y así ayudamos a la constructora. Si luego contratan a otra empresa nos va a costar más trabajo.*

*Hay veces que encuentras uno mejor y cambias. No esta mal tener a varios.*

*Cierto es que si sabemos quien es el proveedor desde el principio nos ayuda mucho.*

**P: ¿Es suficiente el plazo de redacción del proyecto?**

*Normalmente desde el básico al de ejecución tenemos entre 4 y 6 meses y si que nos da tiempo a mirarlo todo. A veces no se llega pero se entrega una parte y más tarde el resto.*

**P: ¿No os hace falta más tiempo?**

*R: No.*

**P: ¿Tenéis ingenieros calculistas, de instalaciones, en el propio despacho?**

*R: Tenemos un ingeniero de instalaciones en el despacho, y él las calcula. Por ejemplo en las instalaciones solares busca a una empresa, casi siempre la misma que le hace los cálculos y luego hace las memorias. Con fontanería y electricidad no, porque son más generales y no llamamos a ninguna empresa.*

**P: ¿Y la estructura?**

*R: Se hace en el despacho, con ayuda externa, pero se gestiona desde el despacho.*

**P: ¿Y las mediciones?**





R: Yo pienso en unos materiales, luego los revisa la promotora, cambia ciertas cosas porque tiene acuerdos con ciertos proveedores y lo cambiamos en proyecto. Les aconsejamos ciertos proveedores y ellos van eligiendo. Normalmente son los de la zona para que salga más económico.

**P: ¿Os encontráis con reparos del Ayuntamiento?**

R: Si tenemos ciertos reparos en ayuntamientos, se subsanan y a veces hay que cambiar muchas cosas en proyecto.

## 2. Fase de contratación de empresa constructora.

R: Ahí actúa la promotora, he participado en ciertos aspectos ayudando a la constructora y sobre todo en el tema de las mediciones. Me han pedido que cambiara alguna descripción.

También he tenido que aclarar exactamente lo que pone en las mediciones porque ponen precios exagerados por no entender bien la definición.

**P: ¿Supongo que piden presupuesto a varias empresas?**

R: Si. Te devuelven las mediciones con el precio,3 empresas, pero normalmente el promotor tiene alguna preferencia porque la empresa les a explicado mejor las cosas. Cuando ya has elegido negocias el precio.

## 3. Fase de ejecución de obra.

R: Esta si que lleva más problemas. Parece que después de la firma de los contratos ya no se acuerdan de nada.

Aquí hay que hacerlo todo lo más rápido posible. Dando igual quien ha venido antes y quien viene después.

Como jefe de obra hay cosas que se me escapaban del proyecto. Hay que empezar todo muy rápido. A veces me saltaba pasos y luego al volver me hacia

perder mucho tiempo. Todo para intentar que la gente no perdiera tiempo, marcándoles trabajo, como por ejemplo ir por delante en los replanteos. Y eso me generó problemas, porque luego puedes encontrarte con problemas mayores que te hacen perder más tiempo y dinero casi siempre. El promotor acaba quejándose.

**P: ¿Qué me puedes decir sobre las empresas subcontratistas?**

R: Trabajan pensando en si mismos porque van a metros e intentan acabar lo antes posible, haciendo el mayor numero de metros posible y sin mirar lo que viene o lo que hay.

Por ejemplo el carpintero se pone a poner puertas, raya la pintura, el pavimento y luego tienen que volver a solucionarlo. También se generan despistes y se les pasa hacer cosas como el poner un grifo en la galería. Entonces hay que parar los otros tajos.

Intento que cada uno me diga los problemas que lleva del anterior para resolverlos, y se busca al que lo tiene que resolver.

Hay problemas en todas las fases, por ejemplo en las mediciones del proyecto. Prevés en proyecto un poco más de mediciones y así todo va mejor, pero a veces la medición marca menos y se intenta disfrazar de alguna manera.

En ocasiones las medidas de los planos no se ajustan a la obra, o porque el proyecto no está bien hecho o porque las mediciones del solar no corresponde a la realidad y se va disfrazando un poco y se ha ido resolviendo más o menos. Luego los propietarios de los pisos si que miden. Y aquí empiezan los problemas.

Todos los problemas repercuten al final en la entrega del cliente. Y son los repasos. Por ejemplo hay una máquina de aire acondicionado que no funciona, por un lado el proyectista dice que los cálculos están bien hechos, pero la máquina no funciona y nadie se lo soluciona. Esto puede costar una demanda y se podría haber solucionado antes con muy poco dinero. Esto es por no seguir las prescripciones del proyecto.



*Creo que hace falta mayor control !*

**P: ¿Y con la estructura te has encontrado algún problema?**

*R: Normalmente se utiliza nuestro calculo, pero en ocasiones el proveedor de viguetas la recalcula.*

*En Canet hicimos ladriyeso, cuando acabo empezaron ha haber fisuras, el del ladriyeso le echaba la culpa a la estructura.*

#### 4. Fase de entrega al usuario final

*R: Hay muchas reclamaciones de las viviendas de cosas que no has visto. El cliente busca cierta atención. A veces dejas un defecto más grande que se vea para que no le den importancia a otros.*

**P: ¿Sueles tener muchos repasos?**

*R: Si he tenido muchos repasos.*

(M.B., 2010)

## **Entrevista con gestor de grandes proyectos de la administrador pública valenciana.**

### **Redacción proyecto**

Fundamentalmente obedece a dos factores:

1- Los proyectos te encuentras copia y pegas .Erratas que se acaban manifestando como grandes

2- No hay una fluidez en la relación de los equipos de obras con los redactores. No existe feedback. Los redactores no tienen una relación entre ellos y los constructores. Esto lleva a que a los proyectos les cueste años tomar como buenas ideas que ya se establecen como ideales en la ejecución de las obras.

### **Contratación**

Hay unas direcciones europeas que es el de la competencia 100% en el proceso de licitación, donde el precio sea la valoración más importante a valorar. En los últimos años en la Generalitat donde las bajas eran del 30 y 40 %. Se estaba asumiendo un riesgo el licitador muy grande. Esto ya se está intentando limitar ese efecto ya que esto perjudica a todo el sector. Las constructoras no pueden ir perdiendo dinero continuamente. Esto ha generado muchas tensiones entre promotor y constructor y este con sus subcontratas. Ahora se le pone límite a través de la baja temeraria.

### **Ejecución.**

Un hecho es que las constructoras se han convertido en meros gestores de la obra que no en un ejecutor. Al final el ejecutor es la subcontratista o el subcontratista del subcontratista. El control del subcontratista no tiene control y a su vez el promotor.

Perdida de control que se manifiesta en afecciones a los ciudadanos si se trata de una obra urbana. Obra que se está ejecutando tiene que rehacerse porque del promotor la información pasa al contratista, este a su vez pasa al



subcontratista y a su vez al segundo subcontratista dónde la información se va perdiendo de eslabón a eslabón.

Perdida de control del desarrollo diario de la obra y se ha de corregir y deshacer cosas por la falta de información. La subcontratación tiene muchas ventajas por la especialización y optimizan el tajo en concreto pero no hemos podido capaces de engranar este mecanismo.

Otra consecuencia es la seguridad y salud de los trabajadores y se intenta corregir a través de reuniones pero al final esa falta de transmisión de eslabón a eslabón que genera accidentes. Al final hay empresas diferentes trabajando en distintos tajos donde no tienen relación alguna en el tajo de al lado y se generan interferencias en donde muchas veces se generan los accidentes.

### **Recepción final.**

Desde el punto legal, el promotor tiene la suficiente fuerza como para no recibirla hasta que este tal y como debe.

Cuando tenemos algún problema es por dos factores:

Durante la fase de proyecto o modificado no se ha definido que se quiere pues no se puede entregar bien.

No pienses en como pero desde el punto de vista teórico ¿La idea de que la constructora y subcontratistas principales intervinieran desde un principio en la fase de redacción de proyecto?

Desde el punto de vista de buscar la optimización de los recursos evitaría mucho de los problemas que hemos estado viendo antes. Le veo un problema y es la falta de competencia que habría entre las empresas constructoras en el momento de la selección. El proceso más habitual es que el promotor define que es lo que quiere hacer hay cambios y luego se produce una competencia 100% para la licitación. Si no lo defines con anterioridad lo que quieres hacer, ¿Cómo creas ese régimen de competencia?

¿Hay alguna forma de hacerlo?

El contrato de proyecto-obra es un procedimiento en el que el promotor (ente publico) define de forma genérica que quiere hacer y contrata el desarrollo de un proyecto constructivo y la ejecución de obra. La ley te dice que se ha de hacer sin perder de vista la concurrencia económica. La valoración que se hace no es de todo exacta como lo es en el otro caso. La competencia económica no es del todo real, es falsa. Se esta suponiendo.

Tiene muchos problemas tal y como esta regulado en el sector publico. Porque trasladas la competencia económica a la fase de redacción del proyecto constructivo donde la parte buena es que fijas con el los detalles constructivos pero tiene una parte no tan buena ya que no has fijado de antemano los precios unitarios y los tienes que pactar con el constructor en el momento de la redacción del proyecto constructivo. Ahí el promotor tiene poca fuerza. Tiene la virtud de que acorta los plazos ya que la licitaciones se convierten en una.

Cierto es que el sentido común parece razonable es que el que mejor sabe el desarrollo de la obra es bueno que participe en el desarrollo del proyecto, pero como regulas la competencia. No es fácil el delimitar y que el promotor no pierda fuerza.

Seguro que un jurista le encuentra problemas al sistema que me has contado antes con la regulación de la ley de contratos de la administración pública actual. Pero creo que no habría que hacer grandes matizaciones. De hecho la ley de contratos que esta en vigor, una de las vocaciones que ha tenido es hacer participe tanto a la iniciativa privada en mayor medida de cómo lo hacía en las leyes anteriores, como a al constructor en el desarrollo de las obras. Antaño se dedicaban muchas menos paginas a esto. O como en el caso de las concesiones.

La legislación va en camino de que esto sea así, quizá no tan avanzada según lo que me has comentado. Probablemente hay aspectos jurídicos que hay que matizar pero es cierto que hay una tendencia hacia es camino porque desde el punto de vista del sentido común es obvio que el que va a construir intervenga en una fase anterior poniendo encima de la mesa todos sus conocimientos.



- ***Bibliografía***

- C.G, L. (2010 йил 6-October). Entrevista a promtor inmobiliario. (F. Cerveró, Interviewer)
- C.G, L. M. (2010 йил 6-October). Entrevista a promtor inmobiliario. (F. Cerveró, Interviewer)
- Cathedral Hill Campus. (21 de Julio de 2010). *Chapter2. Project Description* .
- Ley 30/2007. (30 de Octubre de 2007).
- Liker, J. K. (2006). *Las claves del éxito de TOYOTA. 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo*. (L. Cuatrecasas, Trans.) Barcelona: Gestión 2000. Grupo Planeta.
- Academic Ranking of World Universities. (2010). Retrieved 2010 from [www.arwu.org](http://www.arwu.org): <http://www.arwu.org>
- AlSehaimi, A., Tzortzopoulos, P., & Koskela, L. (2009). Last Planner System: Experiences from pilot implementation in the Middle East. *IGLC17- Taiwan* (p. 14). Taiwan: Lean Construction Journal.
- A.A., N. (2010 йил 17-October). Entrevista a jefe de obra y departamento de estudios de empresa constructora. (F. Cerveró, Interviewer)
- AIDICO. (2009). *Informe Sectorial de la piedra natural en España 2009*. Observatorio del mercado de la piedra natural. Valencia: AIDICO.
- Bølviken, T., Gullbrekken, B., & Nyseth, K. (2010). Collaborative design management. *Lean construction journal* , 103-111.
- Ballard, G. (2010). Lean Consruction Concepts and Methods. *2º Clase de las clases en la universidad*. (p. 2). Berkeley: Project and Engineering Management program. University of California, Berkeley.

- Ballard, G. (2010 йил 14-Septiembre). Lean Project Delivery. University of California, Berkeley, California, Estados Unidos.
- Ballard, G., & A. Howell, G. (2003). Lean Project management. *Building Research & Information* .
- Ballard, H. G. (2000). *Tesis doctoral: The Last Planner of Production Control*. Birmingham, UK: University of Birmingham.
- Botero Botero, L. F., & Álvarez Villa, M. E. (2005). Last Planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción. Estudio del caso de la ciudad de Medellín. *Ingeniería y Desarrollo* (17), 148-159.
- D, F. (2010 йил 10-Junio). Visita a empresa manufacturera de la Comunidad Valenciana. (F. Cerveró, Interviewer)
- Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis*. L: MIT Press.
- Drucker, P. (2001 йил 3-November). *The Economist* , p. 12.
- Eckblad, Stuart, Bedrick, J., & Rubel, Z. (2007). The possibilities of an Integrated approach . *Presentation to the AIA California Council Change Conference*. San Francisco.
- Ferreiro, R. (2006). *Estrategias didácticas del aprendizaje cooperativo*. Sevilla: Trillas.
- Ferrovial. (n.d.). [www.ferrovial.es](http://www.ferrovial.es). Retrieved 2010 from [www.ferrovial.es](http://www.ferrovial.es)
- G.G, D. (2010 йил 6-Junio). Entrevista a ex-jefe de obra y actual propiedad delegada. (F. Cerveró, Interviewer)
- García Gamborino, D. (2010 йил 6-Junio). Entrevista a ex-jefe de obra y actual propiedad delegada. (F. Cerveró, Interviewer)
- Goldratt, E. M. (1997). *Cadena Crítica*. Madrid: Nort River Press.





- Gosálvez Botella, V. (2010). *Cultura Lean Construction: Clave de la mejora competitiva*. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia: UPV.
- Gragero Ruiz, F. (2010). *Santiago apostol*. Recuperado el 20 de Junio de 2010, de [www.santiagoapostol.net](http://www.santiagoapostol.net): [www.santiagoapostol.net/revista04/cooperacion.html](http://www.santiagoapostol.net/revista04/cooperacion.html)
- Harris, F., & McCaffer, R. (2005). *Construction Management. Manual de gestión de proyecto y dirección de obra*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, SA.
- Heidemann, A., & Gehbauer, F. (2010). Cooperative project Delivery in an environment of strict Design-Bid-Build Tender Regulations. *Lean Construction Journal* , 581-590.
- I.C., F. (2010 йил 7-October). Entrevista a redactor de proyectos. Ingeniero. (F. Cerveró, Interviewer)
- Jara, C., Alarcón, L. F., & Morgues, C. (2010). Accelerating interactions in project design through extreme collaboration and commitment management-A case study. *Lean Construction Journal* , 477-488.
- John, S. (2008). Managing to Learn: Using the A3 Management Process to Solve Problems, Gain Agreement, Mentor, & Lead. *Lean Enterprise Institute* .
- Koskela, L. (1992). Application of the new production philosophy to construction. *Center For Integrated Facility Engineering* , 81.
- M.B., J. (2010 йил 1-07). Entrevista con exjefe de obra y actual redactor de proyectos y Dirección Facultativa de obras. (F. Cerveró, Interviewer)
- Maturana, S., Alarcón, L., & Vrsalovic, M. (2010). Achieving collaboration in the construction supply chain: An onsite subcontractors'evaluation methodology. *Lean Construction Journal* , 15.

- Mossman, A. (2010). Making construction projects more reliable using a lean approach: an introduction to lean construction & last planner. (p. 98). Luxemburgo: The Change Buisness Ltd.
- Mossman, A., Ballard, G., & Pasquire, C. (2010). Lean Project Delivery- innovation in integrated design & delivery. *Draft for - Architectural Engineering and Design Management* .
- Pellicer Armiñana, E., & Alarcón Cárdenas, L. F. (2009). Un nuevo enfoque en la gestión: La construcción sin pérdidas. *Revista de obras públicas* (3496), 45-52.
- PMI. (2010). *PMI*. From <http://congresses.pmi.org/NorthAmerica2010>.
- Ponz Tienda, J. L. (2010). *Tesis Doctoral. GRCPSP robusto basado en producción para proyectos de edificación y construcción*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Project Management Institute. (2008). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)* (4th, ed. 2008 ed.). Estados Unidos.
- PROJECT PRODUCTION SYSTEMS LABORATORY. (2010 йил 03-06). *Project Production Systems Laboratory*. Retrieved 2010 йил 03-06 from Global Charter of the Project Production Systems Laboratory: [www.p2sl.berkeley.edu](http://www.p2sl.berkeley.edu)
- RAE. (2010). *RAE. Real Academia de la Lengua*. From RAE. Real Academia de la Lengua: <http://buscon.rae.es>
- Reiser, P., & Lehman, T. (2000). Maximizing value & minimizing waste: Value engineering & Lean Construction. *Lean Construction Institute* .
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Observar para crear. Cartografía de la cadena de valor y eliminar "muda"*. MA, 02446, USA: The Lean Enterprise Institute, Inc.
- S.L., V. (2010). Entrevista con gestor de proyectos de la administración pública. (F. Cerveró, Interviewer)



- Salvatierra-Garrido, J., Pasquire, C., & Thorpe, T. (2010). Critical Review of the concept of value in Lean Construction Theory. *IGLC18 Haifa* (pp. 33-41). Haifa: Lean Construcion Journal.
- Skinnerland, S., & Y ndesdal, S. (2010). Exploring the development of collaboration in construction projects: A case study. 356-365.
- Sobek, Durward, K., Allen, C. W., & Jeffrey K, L. (1999). Toyota's Principles of Set-Based Concurrent Engineering. *Sloan Management Review* (40 (2)), 67-83.
- the Lean Store. (2010). *The Simply Lean Pocket Guide for Construction*.
- The Economist. (2010 йил 18-Marzo). The art of concealment . (<http://www.economist.com/node/15731336>, Ed.) *The Economist* .
- Tommelein, I. (Julio-Agosto de 1998). Pull-Driven scheduling for pipe-pool installation: Simulation of Lean Construction Technique. *Journal of construction engineering and management* , 279-288.
- Toolanen, B., & Olofsson, T. (2010). Relational contracting and process design promoting cooperation. *Lean Construction Journal* , 191-203.
- Tuholski, S., Gursel, P., Tommelein, I. D., & Bomba, G. (Abril de 2009). "Lean" comparison using process charts of complex seismic retrofit projects. *Journal of construction engineering and management* , 330-339.
- Womack, j. P., & Jones, D. T. (2005). *Lean Thinking*. (E. Atmetlla, Trans.) Ediciones Gestión 2000.
- www.thecompleteuniversityguide.co.uk. (2010). Retrieved 2010 from [www.thecompleteuniversityguide.co.uk](http://www.thecompleteuniversityguide.co.uk)
- Zofia, R. (2009). *The Application of Root Cause Analysis and Target Value Design to Evidence- Based Design in the Capital Planning of Healthcare Facilities*. *Phd Tesis University of California, Berkeley*. Berkeley: University of california, Berkeley.





## Índice de Figuras

- Ilustración 1: Cathedral Hill Hospital render .....	1
- Ilustración 2: Gráfico Pregunta 5. Elaboración propia .....	28
- Ilustración 3: Gráfico pregunta 1. Elaboración propia .....	29
- Ilustración 4: Gráfico encuesta. Pregunta 3. Elaboración propia. ....	33
- Ilustración 5: Gráfico encuesta. Pregunta 2. Elaboración propia. ....	36
- Ilustración 6: No Información, No Planificación, Descoordinación. Elaboración propia.....	39
- Ilustración 7: Fases del sistema común. Elaboración propia. ....	41
- Ilustración 8: Generación de problemas. Elaboración propia.....	42
- Ilustración 9: Intereses de los agentes. Elaboración propia. ....	45
- Ilustración 10: Intereses contrapuestos al objetivo final. Elaboración propia..	46
- Ilustración 11: Paradigma actual de la cooperación y colaboración. Elaboración Propia .....	51
- Ilustración 12: Edwards Deming’s Quality Chain Reaction. (Deming, 1986) ....	59
- Ilustración 13: Señalización .....	65
- Ilustración 14: Grupos de Trabajo .....	65
- Ilustración 15: Gestión Visual .....	66
- Ilustración 16: Ishikawa .....	66
- Ilustración 17: Just in Time .....	67
- Ilustración 18: Jidoka-Poka Yoke .....	67
- Ilustración 19: Heijunka .....	68
- Ilustración 20: Production Preparation Proces .....	68
- Ilustración 21: Fichas “Como Hacer” .....	69
- Ilustración 22: Indicadores de rendimiento.....	70
- Ilustración 23: TPM.....	70
- Ilustración 24: Ergonomía.....	71
- Ilustración 25: SMED.....	72
- Ilustración 26: Sistema Kanban 1.....	72
- Ilustración 27: Sistema Kanban 2.....	73
- Ilustración 28: Área de Formación.....	74
- Ilustración 29: The two pillars of the Toyota Way 2001.....	76
- Ilustración 30: Heathrow T5. Fuente: <a href="http://www.ferroviario.es">www.ferroviario.es</a> .....	83
- Ilustración 31: Figura de la tesis de Glenn Ballard. LPS, sistema Pull.....	84

- Ilustración 32: Figura de la tesis de Glenn Ballard. Sistema tradicional Push	85
- Ilustración 33: Debería-Puede-Se hará .....	86
- Ilustración 34: Planificaciones LPS .....	86
- Ilustración 35: Foto cedida por Alan Mossman. Planificación en colaboración. (Mossman, <i>Making construction projects more reliable using a lean approach: an introduction to lean construction &amp; last planner</i> , 2010) .....	88
- Ilustración 36: Diagrama de flujo del Last Planner. Con el permiso de Alan Mossman. (Mossman, <i>Making construction projects more reliable using a lean approach: an introduction to lean construction &amp; last planner</i> , 2010).....	91
- Ilustración 37: Comparación temporal entre el sistema actual y el integrated project delivery .....	93
- Ilustración 39: Lean Project Delivery System <sup>TM4</sup> (Mossman, Ballard, & Pasquire, <i>Lean Project Delivery- innovation in integrated design &amp; delivery</i> , 2010) .....	95
- Ilustración 39: Lean Project Delivery System 2 .....	95
- Ilustración 40.: Dialogo del set-based design (Sobek, Durward, Allen, & Jeffrey K, 1999) .....	96
- Ilustración 41: Nuevo hospital LA FE de Valencia. <a href="http://www.elmundo.es">www.elmundo.es</a> .....	97
- Ilustración 42: Lean Project Delivery System. (PROJECT PRODUCTION SYSTEMS LABORATORY, 2010).....	100
- Ilustración 43: Antiguo paradigma del método. Elaboración propia .....	101
- Ilustración 44: Nuevo paradigma del método. Elaboración propia .....	101
- Ilustración 45: Paradigma anterior del sistema de proyectos. Elaboración propia.....	102
- Ilustración 46: Nuevo paradigma del sistema de proyectos. Elaboración propia. ....	103
- Ilustración 47: Nuevo paradigma del sistema y del método. Elaboración propia .....	104
- Ilustración 48: Estructura organizacional del proyecto. Fuente propia.....	108
- Ilustración 49: Fases del proyecto. Fuente propia.....	110
- Ilustración 50: Fase 1. Subfases principales teóricas. Fuente propia .....	111
- Ilustración 51: Proceso de la fase 1 en la práctica. Elaboración propia .....	112
- Ilustración 52: Fase 1. Subfases del caso estudiado. Elaboración propia ....	114
- Ilustración 53: Problemas y consecuencias de la fase 1. Elaboración propia	117
- Ilustración 54: Fase 2 teórica. Elaboración propia .....	118
- Ilustración 55: Oficina de diseño de los proyectos Sutter Health en San Francisco. Elaboración propia. ....	120



- *Ilustración 56: Proyecto SFO. Co-ubicación. Fontanería. Elaboración propia* ..... 124
- ***Ilustración 57: Proyecto SFO. Co-ubicación. Electricidad. Elaboración propia***..... 124
- *Ilustración 58: Oficina vacía de ingeniería de detalle en la empresa subcontratista. Elaboración propia* ..... 125
- *Ilustración 59: oficina del proyecto en SFO donde se realiza la ingeniería de detalle por los subcontratistas. Elaboración propia*..... 125
- *Ilustración 60: simultaneidad del diseño y su producción.* ..... 126
- *Ilustración 61: Last Planner System en fase de proyecto. Elaboración propia* ..... 127
- *Ilustración 62: Diseño 3D. Elaboración propia* ..... 128
- *Ilustración 63: Virtual Design. Elaboración propia*..... 128
- *Ilustración 64: Creación de prototipos. Elaboración propia* ..... 129
- *Ilustración 65: Misión y valores del equipo BIM. Elaboración propia* ..... 129
- *Ilustración 66: Bases para sistema Pull, inventario y just-in-time en el proyecto de SFO. Elaboración propia* ..... 130
- *Ilustración 67: 5S en la oficina del proyecto. Elaboración propia* ..... 131
- *Ilustración 68: 5S en la empresa subcontratista*..... 132
- *Ilustración 69: 5S en empresa subcontratista 2* ..... 132
- *Ilustración 70: Prefabricación por parte de las empresas suministradoras. Elaboración propia*..... 133
- *Ilustración 71: Lean Supply Chain desde la fase de proyecto. Elaboración propia*..... 133
- *Ilustración 72: Prefabricación y suministro en Palets para facilitar en montaje en obra. Elaboración propia* ..... 133
- *Ilustración 73: TVD en Cathedral Hill Hospital. Fuente Propia*..... 134
- *Ilustración 74: Value Stream Mapping. Cathedral Hill Hospital. Fuente Propia* ..... 135
- *Ilustración 75: Lean Project Delivery System 1* ..... 138
- *Ilustración 76: Estructura equipo de proyecto. Elaboración propia.* ..... 142
- *Ilustración 77: Fases de la propuesta. Elaboración propia*..... 143
- *Ilustración 78: Fase 1 de la propuesta. elaboración propia*..... 144
- *Ilustración 79: Data collected 10 June 2010 at CRP Henri Tudor in Luxembourg at a Lean Construction workshop*..... 166







## Índice de tablas

- *Tabla 1: Encuesta a los profesionales del sector en [www.leanconstruction.es](http://www.leanconstruction.es).  
Pregunta 5. Elaboración propia \_\_\_\_\_ 28*
- *Tabla 2: Encuesta a los profesionales del sector en [www.leanconstruction.es](http://www.leanconstruction.es).  
Pregunta 1. Elaboración Propia \_\_\_\_\_ 29*
- *Tabla 3: Encuesta a los profesionales del sector. [www.leanconstrucion.es](http://www.leanconstrucion.es).  
Pregunta 3. Elaboración propia \_\_\_\_\_ 32*
- *Tabla 4: Encuesta a los profesionales del sector. [www.leanconstrucion.es](http://www.leanconstrucion.es).  
Pregunta 2. Elaboración propia \_\_\_\_\_ 35*
- *Tabla 5: “Lean” Compared to “Mass” \_\_\_\_\_ 61*
- *Tabla 6: Design Performance \_\_\_\_\_ 61*
- *Tabla 7: Beneficios potenciales del Integrated, Lean Project Design & Delivery.  
\_\_\_\_\_ 94*
- *Tabla 8: Problemas, consecuencias y soluciones propuestas en las fase de redacción del proyecto. Fuente propia \_\_\_\_\_ 164*
- *Tabla 9: Problemas, consecuencias y soluciones propuestas por los entrevistados en la fase de contratación de empresa constructora. Fuente propia \_\_\_\_\_ 165*
- *Tabla 10: Problemas, consecuencias y soluciones propuestas por los entrevistados en fase de ejecución. \_\_\_\_\_ 166*