

GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA

**APLICACIÓN DE LEAN CONSTRUCTION A
TRAVÉS DE UN SISTEMA KANBAN, EN UN
ESTUDIO DE ARQUITECTURA.**

AUTORA: MARÍA TERESA BAUTISTA PATÓN

TUTORA: MARÍA JESÚS LLEDÓ



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

DICIEMBRE 2015

“No podemos resolver nuestros problemas con el mismo pensamiento que usábamos cuando los creamos”

Albert Einstein

Resumen

El presente Trabajo Fin de Grado, consiste en la propuesta de la metodología a seguir para la implantación de *Kanban*, una herramienta de la filosofía *Lean*, en un estudio de arquitectura español.

Para ello se realiza una introducción sobre la situación actual del sector de la construcción y más concretamente del subsector de los despachos de arquitectura en España; posteriormente se introduce al lector a la filosofía *Lean*, investigando sus orígenes y describiendo sus conceptos principales y su aplicación al sector de la construcción.

Para por último, presentar *Kanban*, profundizando en su descripción y procedimiento, y realizar una propuesta de mejora de la gestión y organización del estudio de arquitectura a través de esta herramienta, desde el punto de vista de una consultora kanban.

Palabras clave:

Arquitectura, Lean Construction, Organización, Proyectos, Kanban.

Abstact

This Final Project consists of the methodology for the implementation of *Kanban*, a Lean philosophy's tool, in a Spanish study of architecture.

For it an introduction is realized on the current situation of the sector of the construction and more specifically than the subsection of the offices of architecture in Spain; then introduces the reader to the *Lean* philosophy, investigating their origins and describing its main concepts.

For finally, to present Kanban, studying in depth its description and procedure, and to realize a proposal of progress of the management and organization of the study of architecture across this tool, from the point of view of a consultant kanban.

Keywords:

Architecture, Lean Construction, Organization, Projects, Kanban.

Agradecimientos

Gracias a mi padre.

Gracias a la vida, que me ha dado tanto.

Acrónimos utilizados

BIM: Building Information Modeling

BOE: Boletín Oficial del Estado

CAD: Computer Aided Design / Diseño Asistido por Ordenador

CEOE: Confederación Española de Organizaciones Españolas

CFD: Cumulative Flow Diagram

COAAT: Colegios Oficiales de Aparejadores y Arquitectos Técnicos

CTE: Código Técnico de la Edificación

EDT: Estructura de Descomposición de Tareas

EOI: Escuela de Organización Industrial

IMVP: International Motor Vehicle Program

IPD: Integrated Project Delivery

ISO: International Organization for Standardization

JIT: Just in Time

LCI: Lean Construction Institute

LPDS: Lean Project Delivery System

LPS: Last Planner System

MIT: Instituto Tecnológico de Massachusetts

NBE: Norma Básica de Edificación

NUMMI: New United Motor Manufacturing, Inc.

PDCA: Plan-Do-Check-Act

PIVM: Programa Internacional de Vehículos de Motor

RD: Real Decreto

SARQ: Sindicato de Arquitectos

SEO: Search Engine Optimization

SMED: Single-Minute Exchange of Dies

TFG: Trabajo Fin de Grado

TPS: Toyota Production System

UGT: Unión General de Trabajadores

UPV: Universidad Politécnica de Valencia

VSM: Value Stream Mapping

WIP: Work in Progress

Índice

Resumen	3
Agradecimientos.....	5
Acrónimos utilizados.....	6
Índice	8
Capítulo 1. Introducción.....	11
1.1 Introducción.....	11
1.2 Motivación del proyecto.....	12
1.3 Estructura del trabajo	13
1.4 Objetivos.....	14
1.4.1 Objetivos Generales.....	14
1.4.2 Objetivos Específicos	14
1.5 Metodología empleada	15
1.6 Etapas del trabajo	17
1.7 Problemas a destacar.....	17
Capítulo 2. Situación actual del sector de la construcción en España.....	19
2.1 Breve repaso de la situación del sector de la construcción en España.....	19
2.2 Situación de los profesionales de la arquitectura en España	22

2.3 Oportunidades de mejora del sector de la construcción y la arquitectura	33
Capítulo 3. Filosofía Lean y su aplicación a la Construcción.....	40
3.1 ¿Qué es Lean?.....	40
3.2 Origen y difusión.....	40
3.3 Herramientas Lean.....	53
3.4. Lean Construction.....	61
3.5. Implantación de Lean Construction.....	64
3.5.1. Desafíos y barreras	64
3.5.2. Beneficios de la implantación Lean Construction.....	69
3.5.3 Cambios a realizar/a tener en cuenta al implantar Lean.....	76
3.5.4 Opiniones de profesionales de Lean.....	78
3.5.5 Herramientas de Lean Construction	79
3.6. Lean aplicado a los estudios de arquitectura	87
Capítulo 4. Caso de estudio: Propuesta de implantación del método Kanban en un despacho de arquitectura.....	89
4.1 Una herramienta lean: metodología Kanban	89
4.1.1 Introducción.....	89
4.1.2 ¿Qué es Kanban? Conceptos básicos.....	90
4.1.3 Principios, reglas y prácticas generales	96
4.1.4 ¿Qué consigue Kanban?	101
4.1.5 Funcionamiento de la metodología Kanban.....	102

4.1.6 Beneficios de Kanban.....	105
4.1.7 Posibles obstáculos.....	107
4.2 Metodología del trabajo de implantación de Kanban	108
4.3 Caso de Estudio: Cómo implantar Kanban en un estudio de arquitectura	110
4.3.1 Introducción.....	110
4.3.2 Descripción del estudio de arquitectura objeto del estudio	111
4.3.3 Fase 0: Situación actual del estudio: Análisis, diagnóstico y concienciación de la situación actual	112
4.3.4 Fase 1: Programación de los trabajos de implantación Kanban.	114
4.2.3 Fase 2: Motivación.....	116
4.3.6 Fase 3: Formación.....	122
4.3.7 Fase 4: Diseño del tablero Kanban.....	125
4.2.6 Fase 5: Análisis de los resultados, seguimiento y orientación	140
Capítulo 5. Conclusiones	142
Referencias bibliográficas	145
Índice de Figuras.....	150
Índice de Tablas	153

Capítulo 1. Introducción

1.1 Introducción

El presente Trabajo Fin de Grado es una introducción a la filosofía *Lean Construction*, mediante el estudio de sus orígenes, los conceptos que la componen y las herramientas mediante las que se implanta.

Se profundiza en una de la herramientas *Lean*, el sistema *Kanban*. Basado en la eliminación de desperdicios, la mejora continua o *Kaizen*, la participación plena del personal, la flexibilidad de la mano de obra y la organización y visibilidad, transparencia en el trabajo.

Con ella se pretende mejorar la gestión y organización de un estudio de arquitectura. Para esto se realiza una propuesta de la metodología a seguir para su implantación.

Tras el estudio de la filosofía *Lean* y el sistema *Kanban*, y con los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera se pretende adaptar dicho sistema a las necesidades y características de un estudio de arquitectura al redactar un proyecto de edificación.

1.2 Motivación del proyecto

El TFG presente, constituye el desarrollo de la asignatura de *Trabajo Fin de Grado*, la última del plan de estudios de Grado en Arquitectura Técnica, de la Universidad Politécnica de Valencia.

Se encuadra en la modalidad de Desarrollo de proyectos técnicos de construcción, en el área temática Gestión de proyectos de construcción, tipo Metodología Lean Construction y sus herramientas para la gestión de la construcción.

Mediante este TFG se quiere aplicar los conceptos Lean, a través de la herramienta Kanban, en un estudio de arquitectura, con el fin de proponer mejoras encaminadas a eliminar tareas que no generen valor en la redacción de los proyectos y mejorar la organización y procedimientos de trabajo.

La elección del tema del TFG se vio motivada por la coyuntura actual que vive el sector de la edificación, en el que tan necesario es poseer herramientas innovadoras que ayuden a las empresas del sector a emprender un nuevo camino, una nueva forma de trabajar con la que sea posible hacer frente a la actual crisis y que ayuden a hacer de la construcción una ciencia menos inexacta.

Otra causa que influyó en la realización del TFG fue el hecho de haber realizado las prácticas curriculares en una empresa, en la que se ha tenido la oportunidad de elaborar, la propuesta de implantación del sistema Kanban que en este documento se presenta.

El fin es que la empresa sea altamente competente y eficiente para ofrecer el mejor servicio, conseguir clientes y poder sobrellevar con éxito la época de crisis que asola el país.

1.3 Estructura del trabajo

A continuación se indica la estructura del presente TFG:

El trabajo se introduce con una breve explicación del estado del sector de la construcción y el subsector de los estudios de arquitectura, en España, aquejados por la crisis económica actual.

A continuación se presenta la filosofía *Lean*: origen, difusión, conceptos fundamentales, características, beneficios y herramientas.

Tras esto se explica cómo esta filosofía se está aplicando en el sector de la construcción recibiendo el nombre de *Lean Construction*, y de igual modo se habla de su origen, conceptos fundamentales, características, beneficios, barreras a salvar y cambios a realizar para su implantación, y herramientas.

Como caso de estudio, se presenta la propuesta de implantación de la herramienta lean denominada Kanban. Se explica: el origen, conceptos básicos, principios, reglas, utilidad, funcionamiento y beneficios del sistema; para posteriormente elaborar un apartado práctico, en el que se plasman los conocimientos adquiridos, en la gestión y organización de un estudio de arquitectura a la hora de redactar un proyecto de edificación.

Como epílogo del Trabajo Fin de Grado, se exponen las conclusiones y valoración personal del alumno.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivos Generales

Los objetivos generales del presente Trabajo Fin de Grado son:

- Conocer una nueva forma de ayudar al desarrollo de los proyectos de ejecución dentro de un estudio de arquitectura concreto, a través de la aplicación del sistema Kanban, una herramienta de la filosofía Lean.
- Proponer una metodología de implantación de este sistema Kanban, en un estudio de arquitectura concreto.

1.4.2 Objetivos Específicos

Como desarrollo de los objetivos generales se establecen los siguientes objetivos específicos:

- Indagar sobre la situación actual del sector de la construcción y los estudios de arquitectura, mediante revisión bibliográfica.
- Investigar los orígenes, conceptos fundamentales y características de la filosofía *Lean*, mediante revisión bibliográfica.
- Estudiar las principales herramientas *Lean*, mediante revisión bibliográfica.
- Conocer la aplicación de la filosofía lean al sector de la construcción: *Lean Construction*, así como sus beneficios,

barreras a salvar y cambios que se han de realizar para su implantación, mediante revisión bibliográfica.

- Mostrar las herramientas de *Lean Construction*, mediante revisión bibliográfica.
- Conocer las opiniones de empresarios sobre la aplicación de lean.
- Conocer el concepto de *Kanban*, sus principales características, principios y funcionamiento.
- Elaborar la propuesta de la metodología para la implantación del sistema *Kanban* en un estudio de arquitectura concreto, adaptando el sistema a los procesos y trabajos que se desempeñan en la elaboración de un proyecto de edificación.

1.5 Metodología empleada

A continuación se presenta la metodología seguida en el presente Trabajo Fin de Grado:

Primero se definirán unos objetivos claros a alcanzar durante el transcurso del presente proyecto, después se decidirá la estructura que tendrá el trabajo así como la metodología a emplear para desarrollar las distintas partes de éste.

Al entrar en materia, en primer lugar, se presentará una descripción de la situación actual del sector de la construcción en España; y especialmente del subsector de la edificación. Esta información se

obtendrá a través de distintos diarios y periódicos españoles, que se citarán a lo largo del TFG.

A continuación se presentará la metodología *Lean* y *Lean Construction*, su base conceptual y sus herramientas; realizada mediante la revisión bibliográfica de artículos, libros, trabajos académicos y sitios web centrados en los temas objeto de estudio de este apartado. Estos se citan a lo largo del TFG y se encuentran recogidos en el anexo de bibliografía.

Dichas fuentes han sido encontradas mediante el uso de las herramientas *Google Académico* y el *Polibuscador* de la Universidad Politécnica de Valencia, así como mediante la consulta de la bibliografía disponible en las bibliotecas de la UPV y en internet.

Tras esto se profundiza en la descripción de la herramienta Kanban, y se propone una metodología para su implantación en un despacho de arquitectura.

En esta parte, al ser un ejercicio de teoría aplicada, se realiza un exhaustivo estudio de la herramienta Kanban mediante revisión de bibliografía y consulta de sitios webs especializados en kanban; así como del funcionamiento del estudio de arquitectura mediante reuniones con uno de los gerentes de modo que se complete la información sobre el estudio que ya tiene la autora del presente TFG. Para posteriormente elaborar una propuesta de metodología de implantación que se ajuste lo máximo al estudio en cuestión.

1.6 Etapas del trabajo

El trabajo se ha desarrollado esencialmente en las siguientes etapas:

1. Definición de objetivos, etapas del trabajo, metodología a emplear para desarrollar dichas etapas e inconvenientes surgidos durante la realización de este documento.
2. Recopilación de información relacionada con Lean Manufacturing, Lean Construction, Kanban, la evolución del sector de la construcción desde el comienzo de la crisis económica de España.
3. Estudio y consolidación de los conocimientos adquiridos.
4. Redacción de los aspectos teóricos del Trabajo Fin de Grado.
5. Aproximación a un estudio de arquitectura y conocimiento del funcionamiento del mismo.
6. Estudio y reflexión sobre la aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos, al funcionamiento del estudio de arquitectura sobre el que se ha investigado.
7. Redacción de los aspectos prácticos del Trabajo Fin de Grado

1.7 Problemas a destacar

Uno de los dos principales problemas a destacar a la hora de realizar este TFG ha sido la escasa información relativa a la aplicación de *Lean* y *Kanban* en el ámbito de la construcción debido a que es un tema novedoso en España.

El otro ha sido la ubicación de la empresa y el recelo hacia el sistema *Kanban*. Al encontrarse en Jaén, fueron pocas las visitas que se pudieron realizar y aunque se mantuvo un contacto continuo mediante correos electrónicos y teléfono, fue complicado convencer al gerente para que diera un poco más de información en algunos temas específicos y en datos concretos, ya que al ser un estudio de pocos trabajadores no existe un sistema de organización prefijado, si no que según el momento en el que se encuentren, se organizan como pueden el trabajo y cada uno desempeña distintas labores. Por esto y por la resistencia al cambio y el no aceptar la existencia de una nueva forma de trabajar, la empresa fue parca en explicaciones.

A pesar de ello, al haber realizado en ella las prácticas de empresa y colaborar esporádicamente, se tenía un gran conocimiento del funcionamiento de la misma.

Capítulo 2. Situación actual del sector de la construcción en España

Como introducción al desarrollo del presente TFG, se presenta de forma breve, el contexto en el que se encuentra el estudio de arquitectura, dentro de la situación actual del sector de la construcción en España, sobre el que se realiza la propuesta de implantación del sistema Kanban, y por el cual la introducción de la filosofía Lean y su herramienta Kanban pueden resultar muy beneficiosas.

2.1 Breve repaso de la situación del sector de la construcción en España

Tras haber crecido cerca del 30% entre 2000 y 2006, el sector de la construcción se desplomó por el estallido de la burbuja inmobiliaria y los drásticos recortes a la obra pública. En apenas seis años, el valor añadido del sector disminuyó en un 57%. (“España encabeza el crecimiento de la construcción en la zona euro.” BOLAÑOS, A (2015) *El País*.)

El empleo sufrió de manera grave el impacto de la crisis: de superar los 2,7 millones de empleos en 2007, la construcción ha pasado a dar trabajo ahora a menos de un millón de personas, es decir, la mitad de la pérdida de ocupación que sufrió la economía española se concentró en el sector. (“España encabeza el crecimiento de la construcción en la zona euro.” BOLAÑOS, A (2015) *El País*.)

La agencia estadística de la Comisión Europea precisó a principios de año que el valor añadido del sector registró un aumento anual del 2%

en la zona euro, en lo que supone el primer incremento de la producción en siete años. Un avance que se debió casi en exclusiva al comportamiento del sector en España, donde el aumento del valor añadido fue notable, del 16% respecto a 2013. (“España encabeza el crecimiento de la construcción en la zona euro.” BOLAÑOS, A (2015) *El País*.)

Según el periódico El Mundo (Agosto 2015) la Compañía Española de Seguro de Crédito a la Exportación (Cesce) afirma en su último informe sectorial que el valor de la producción del sector de la construcción crecerá un 3% en 2015 tras siete años de caídas consecutivas. Apuntando que el mayor crecimiento corresponderá a rehabilitación y mantenimiento (+3,9%), seguido de edificación no residencial (+3,2%), edificación residencial (+2,8%) y obra civil (+1,8%).

Estos porcentajes se ven respaldados por la agencia de calificación Crif Rating Agency, la que considera de igual modo que este crecimiento será impulsado principalmente por obras de mantenimiento y construcción no residencial. Según Crif Rating Agency las obras de mantenimiento liderarán el crecimiento al menos hasta 2016 y se mantendrán como el mayor segmento de actividad. (“La construcción crecerá en torno al 3% en España en 2015” EFECOM (2015). *El Economista*.)

Asimismo, como recoge el periódico El Mundo, (2015) los datos de Cesce prevén que el incremento en la edificación residencial se materializará en el inicio de la construcción de unas 45.000 viviendas durante 2015.

El valor de la producción en el sector de la construcción, que en 2014 se situó en 97.972 millones de euros, alcanzará los 100.900 millones de

euros en 2015, según las previsiones de la compañía especializada en créditos. De igual forma, esta destaca que en el primer trimestre del año se crearon 1.096 sociedades relacionadas con el sector. (“La construcción crecerá un 3% en 2015 tras siete años de caídas.” EFECOM (2015). *El Mundo*.)

El número de visados de dirección de obra alcanzó en 2014 los 58.776, lo que supone un incremento del 0,06% respecto a 2013, si bien esta cifra aún mantiene la distancia con la registrada en 2006, cuando en pleno 'boom' inmobiliario llegaron a superar los 911.000. (“La construcción crecerá un 3% en 2015 tras siete años de caídas.” EFECOM (2015). *El Mundo*.)

Según Alejandro Bolaños, en su artículo “España encabeza el crecimiento de la construcción en la zona euro” publicado en el periódico El País en febrero de 2015: Las primeras señales de recuperación en el sector de la construcción ya se habían apreciado en otros indicadores parciales, como: el aumento de las licitaciones de obras públicas (el primer avance desde que estalló la crisis de la inversión en vivienda, registrado en el tercer trimestre de 2014), la incipiente creación de empleo que se apreció a finales del año pasado o la estabilización de los precios en la compraventa de casas.

Y afirma que el repunte en el valor añadido que aporta la construcción debe mucho a factores tales como: el saneamiento de la banca, el aumento en la concesión de nuevos créditos hipotecarios, el crecimiento del empleo y la relajación de los ajustes presupuestarios.

Por otra parte, según el jefe de operaciones para Iberia de Crif Rating Agency, Borja Monforte, la actividad de obra civil no alcanzará los niveles anteriores a la crisis en los próximos cinco años después de

reducirse casi a la mitad desde 2011. (“La construcción crecerá en torno al 3% en España en 2015” EFECOM (2015). *El Economista*.)

Tras el crecimiento desmesurado del sector llegó una gran caída acuciada por la crisis económica que asola al país. Sin embargo, tras siete años muy complicados, parece que el sector va levantando cabeza poco a poco, abriéndose nuevas posibilidades y expectativas de futuro.

2.2 Situación de los profesionales de la arquitectura en España

Como no podía ser de otra forma, los estudios de arquitectura, al igual que las constructoras y muchas empresas relacionadas con el mundo de la construcción, se han visto gravemente perjudicados en este contexto, debiendo reducir drásticamente la plantilla, reinventarse o cerrar en el peor de los casos.

Tal y como explica Iñaki Gómez, arquitecto, profesor, vocal del Consejo Superior de Patrimonio y miembro del Consejo Social de la ciudad de Logroño para el Periódico La Rioja; como consecuencia de haber edificado en pocos años las viviendas necesarias para un par de décadas, y en coincidencia con la crisis económica, en torno a un 70% del colectivo se encuentra en situación de precariedad laboral, es decir, o está en paro, o empleado irregularmente o ejerce su oficio pero su sueldo apenas alcanza el salario mínimo interprofesional.

Esta afirmación se basa en los datos ya anunciados hace meses en un estudio sobre el sector de la arquitectura difundido por la Federación de Servicios de UGT en colaboración con el Sindicato de Arquitectos.

El Sindicato de Arquitectos (SARQ), el único que aglutina en España a los profesionales del sector de la arquitectura y el urbanismo, presenta su *III Estudio Laboral del sector de los arquitectos españoles*, el único estudio que se realiza en el sector sobre las condiciones laborales de los arquitectos españoles así como del impacto que la crisis ha tenido en ellos.

El SARQ, explica en su blog cómo este estudio recoge también a los arquitectos no colegiados, a diferencia de las estadísticas anteriores realizadas en el sector por los Colegios de Arquitectos y el Consejo Superior de Colegios (CSCAE). Donde no se ha tenido en cuenta a esta parte tan importante de los profesionales del sector, que trabajan, en su mayoría, para otros arquitectos o empresas. Resultando invisibles también a las estadísticas oficiales de ocupación del sector, por estar empleados gran parte de manera ilegal como falsos autónomos.

El análisis se basa en una encuesta realizada a 972 arquitectos y profesionales de la arquitectura españoles, y presenta datos que hasta ahora no habían sido abordados, según explica el SARQ.

A continuación se recogen brevemente las principales conclusiones extraídas.

- Un 37% de los arquitectos titulados que han respondido a la encuesta no están colegiados, esto quiere decir que más de un

tercio de los arquitectos no está representado por su colegio profesional, no formando parte de estadísticas oficiales de la profesión.

- El 30,7% de los profesionales afirma encontrarse en situación de desempleo. Esta cifra asciende a un 50,1% si se incluyen a quien no tienen ingresos o estos están por debajo del salario mínimo. Obteniendo en el sector más de 5 puntos porcentuales por encima de la media nacional.

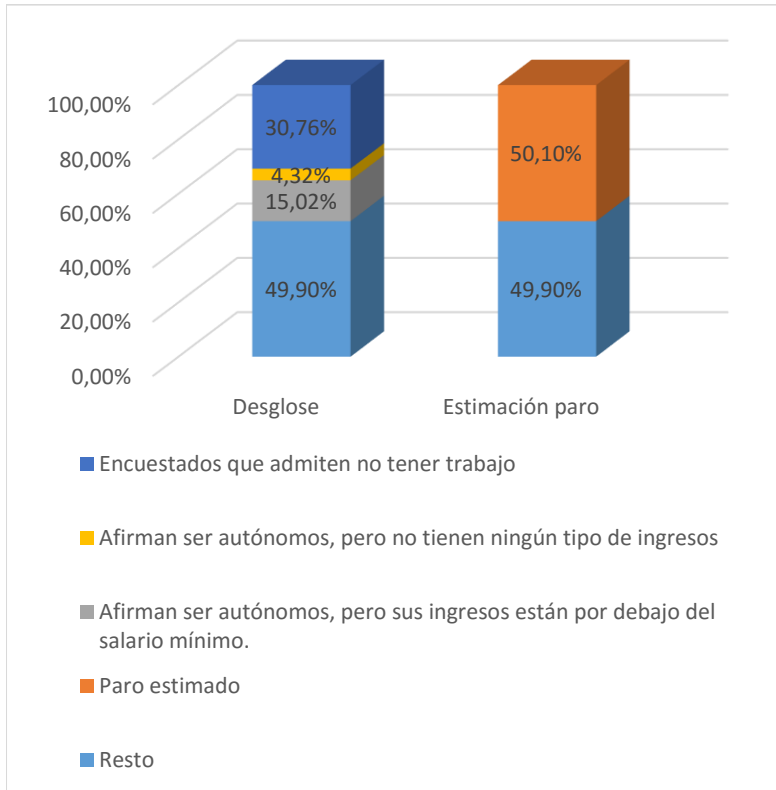


Figura 1. Situación profesionales de la construcción. (2015) Fuente propia a partir de los datos del 3er Estudio Laboral del sector de los arquitectos españoles. Del SARQ.

- Entre los profesionales de la arquitectura parados, el 46,7% lleva más de un año en esta situación.

La situación se encrucece para aquellos que llevan más de 3 años sin encontrar un trabajo, este año un 12,4%, frente al 2,3% del estudio anterior, lo que indica que muchos de los que no encontraban trabajo entonces, siguen sin encontrarlo ahora.

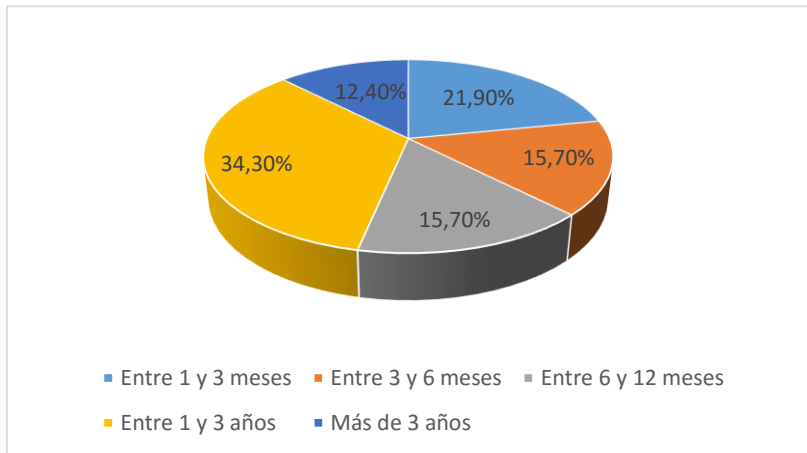


Figura 2. Duración de los parados. (2015) Fuente propia a partir de los datos del 3er Estudio Laboral del sector de los arquitectos españoles. Del SARQ.

- El 71% del total de los arquitectos encuestados tiene ingresos menores a los 1000€/mes. Sólo un 29% ingresan más de 1000€

al mes: el 24% trabajando como arquitectos y el 5% trabajando en otras profesiones. Esta última cifra saca a relucir que a los arquitectos les cuesta reinventarse para trabajar en otros sectores.

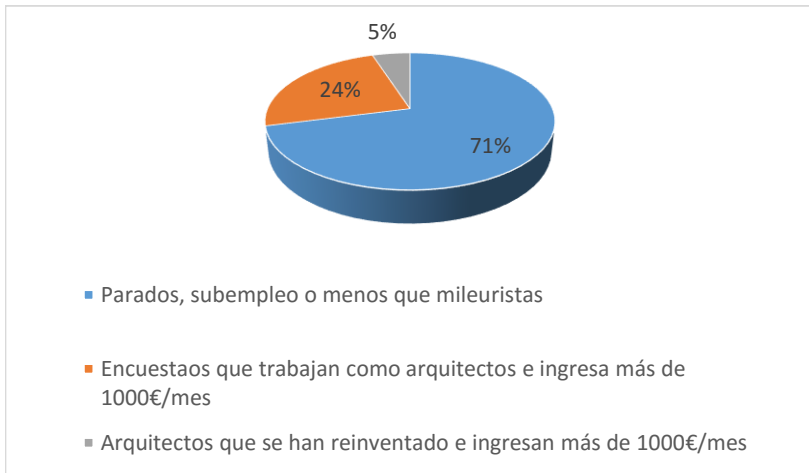


Figura 3. Ingresos de los arquitectos encuestados. (2015) Fuente propia a partir de los datos del 3er Estudio Laboral del sector de los arquitectos españoles. Del SARQ.

- Un 72% de los encuestados asegura haber visto disminuir su salario a consecuencia de la actual coyuntura económica, lo que

supera el porcentaje del año anterior (60,3%) y más de la mitad de los encuestados (52,5%) ha visto reducidos sus ingresos más de un 20%.

- El 60% trabaja o ha trabajado bajo la figura ilegal del falso autónomo. Esto pone de manifiesto lo extendida que está esta práctica de contratación ilegal. Un 52% reconoce que no se le ofreció otra alternativa al ser reclamados por sus respectivos estudios mientras que un 2% asegura que se le habría despedido de no aceptar esas condiciones. Por lo que es perfectamente comprensible que el principal motivo para emigrar de los encuestados es el encontrar mejores condiciones laborales (30,9%)

Esta práctica de contratación ilegal no genera derechos como el paro o la indemnización por despido por ello un 75% de los parados no cobra subsidio por desempleo frente a, tan sólo, un 25% que sí lo cobra. Dejando al trabajador en situación de desprotección.

- El 54,45% afirma no conocer el convenio al que está suscrito, un 26% afirma no tener convenio y sólo un 4% menciona el de Ingenierías, un 3% el de la construcción y un 7% el de oficinas y despachos.

- A la grave situación que atraviesa el sector de la arquitectura en España, se le suma la fuga de talento que se da desde el inicio de la crisis. Un 12% de los encuestados está trabajando fuera del país, superando el 7% que contemplaba el anterior estudio. Los motivos principales que impulsan a los encuestados a trabajar en el extranjero son:
 - Encontrar unas condiciones laborales mejores que las que existen en España. (30,9%)
 - La posibilidad de desarrollarse profesionalmente. (24,3%)
 - El alto porcentaje de desempleo existente en el sector. (21,5%)
 - La sensación de que en España su trabajo no era acorde a su formación. (7,7%)
- Los principales lugares de destino a la hora de buscar una nueva oportunidad laboral fuera de España son los siguientes.

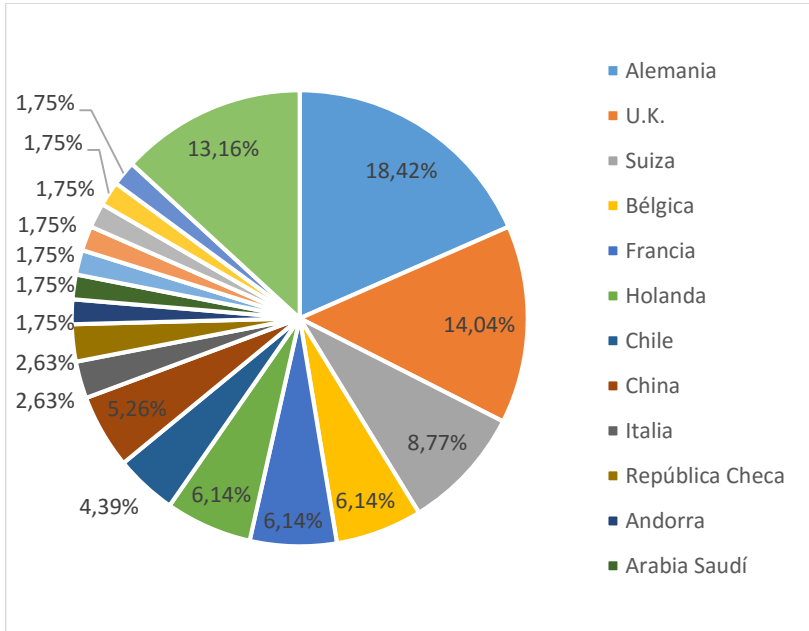


Figura 4. Destinos preferidos por los arquitectos españoles para emigrar. (2015)
Fuente propia a partir de los datos del 3er Estudio Laboral del sector de los arquitectos españoles. Del SARQ.

- En el caso del 12% que desempeñan su actividad profesional fuera de España la situación también es preocupante, puesto que un 29% afirma estar en paro.

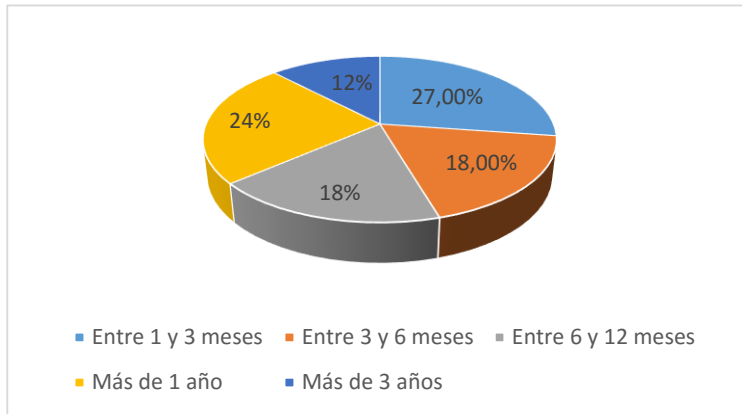


Figura 5. Duración de paro entre los arquitectos españoles que han emigrado. (2015). Fuente propia a partir de los datos del 3er Estudio Laboral del sector de los arquitectos españoles. Del SARQ.

Al comparar los sueldos en España con el resto de países, se observa que la gráfica de los salarios en España tiene forma de pirámide invertida (son muchos los que cobran muy poco y muy pocos los que cobran mucho), mientras que en el extranjero, lo profesionales que emigran, o cobran muy poco, o tienen un sueldo relativamente alto. Esto puede deberse a dos factores: el trabajar para una empresa seria en el exterior o ir a la aventura y trabajar en precario, y las diferencias entre los países a los que se emigra.

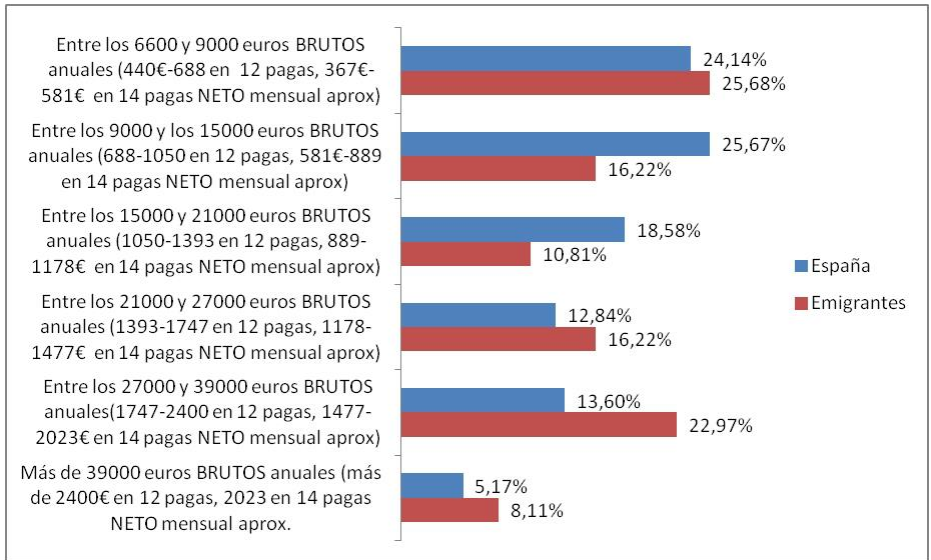


Figura 6. Comparación de salarios entre España y el resto de países. (2015).
Fuente: 3er Estudio Laboral del sector de los arquitectos españoles. Del SARQ.

Citando al arquitecto Iñaki Gómez en su artículo para el periódico *La Rioja*; “En ese proceso de caída en picado, muchos estudios han cerrado sus puertas o reducido sus plantillas, o bien numerosos arquitectos trabajan ahora desde su domicilio, para reducir gastos. Quien ha podido jubilarse, celebra su fortuna, así como quien ha podido encontrar trabajo en el extranjero o encontrar un oficio alternativo.”

“El resto de arquitectos que todavía pueden vivir de nuestro oficio siguen resistiendo, compartiendo responsabilidades e intentando hacer

su trabajo lo mejor posible, comprometidos con un oficio que empezó a caer cuando olvidó su función social.” (Iñaki Gómez, 2015)

2.3 Oportunidades de mejora del sector de la construcción y la arquitectura

A la vista de la situación del sector de la construcción se plantean en este capítulo algunas oportunidades de mejora con las que las empresas puedan continuar activas, adaptándose al contexto actual y a las demandas de la sociedad.

Como dice el profesor William Ipanaqué, de la Universidad de Piura: “Donde hay escasez siempre hay una oportunidad de mejora.” Por esto, los profesionales de la construcción y la arquitectura deben ser conscientes y conocedores de las oportunidades de mejora que están a su alcance así como las acciones de mejora a emprender.

En este contexto de crisis, en el que la competencia es más alta que nunca y tanto la sociedad como la tecnología avanzan de forma continua, quedarse parado es retroceder.

A continuación se proponen algunas oportunidades de mejora que pueden resultar muy beneficiosas.

- El Protocolo de Kioto incluye un Plan de Acción de la Construcción en el que se establece la rehabilitación energética como una máxima a conseguir en los próximos cinco años.

Según el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, España cuenta con 25 millones de viviendas y uno de los mayores parques de edificios

obsoletos energéticamente. Se calcula que hay unos 2.000.000 de viviendas en mal estado de conservación.

En materia de eficiencia energética el déficit es muy importante: el 90% de los edificios son anteriores a la aplicación del Código Técnico de la Edificación y el 60% de las viviendas españolas se construyeron sin ninguna normativa de eficiencia energética (son anteriores a la aplicación de la norma NBE-CT 79).

Como recoge el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, según la Comisión de Infraestructuras y urbanismo de la CEOE, la actuación en unas 250.000 viviendas por año, con una media de 15.000€ por intervención (desde la pequeña reforma hasta la rehabilitación integral) puede suponer 135.000 empleos directos.

Además, en España la construcción de nuevos edificios se ha reducido de forma muy relevante: se estima que en 2050 los edificios nuevos construidos entre el 2013 y 2050 representarán como máximo un 10% del parque de edificios existente, según el Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Por lo que enfocar la empresa o parte de ella a esta actividad puede ayudar a mantenerse al día en cuanto a las demandas que la sociedad le hace al sector y mantener el negocio a flote.

- Debido al carácter conservador que aún tiene este sector en España, muchos estudios y constructoras se muestra reticentes a adoptar las nuevas técnicas y filosofías que ya se están poniendo en marcha en muchos países con excelentes resultados, como el sistema BIM (Building Information Modelling) y la filosofía Lean Construction, de

la que se hablará en este trabajo, sin embargo éstas ofrecen unos altos beneficios a largo plazo.

Tal y como explica la empresa Building Radar en su blog, BIM es una nueva metodología de trabajo para el desarrollo de proyectos de construcción, especialmente útil para las áreas de arquitectura, ingeniería y construcción. Con ella se optimiza el trabajo y se reducen los costes de los proyectos.

La tecnología BIM se puede aplicar a todas las fases del proceso de construcción y en todo tipo de proyectos de construcción. Pudiendo dirigir todo el ciclo de vida de un proyecto a través de ella.

Algunos de los beneficios que se obtienen con BIM son:

Aumento de la visualización del proyecto, la coordinación y documentación del mismo, consiguiendo una mayor productividad y reducción de costes.

Se generan menos riesgos. Gracias a la gran capacidad que poseen estas herramientas para hacer un seguimiento del proyecto de una forma más eficiente.

Cada integrante del proceso del proyecto puede ver los avances del resto de implicados, reduciendo la duplicidad de tareas.

Además, gracias a la rapidez de las herramientas BIM, el tiempo de trabajo de cada integrante se reduce notablemente.

Con BIM, se dispone de información más detallada, así como una vista más generalizada del conjunto del proyecto. Lo que ayuda a generar nuevas oportunidades para distintos proyectos de diseño. Además es posible simular diferentes escenarios futuros para observar cómo afectarían al comportamiento de las construcciones en el futuro, tales

como: la eficiencia energética o la incidencia de la luz solar. También hace posible la resolución de problemas con antelación, ya que el nivel de detalle con la que se ejecuta el proyecto mediante estas herramientas permite ver los fallos antes de proceder a la ejecución.

A pesar de los numerosos beneficios que presentan estas herramientas, son muchas las empresas que se resisten a integrarlas, debido a la no aceptación de las nuevas tecnologías, el coste de las actualizaciones de hardware y software o la falta de tiempo y recursos para formar al personal.

Sin embargo el éxito de las empresas que trabajan con BIM está contribuyendo a que cada vez haya más gente interesada en ellas.

Casi todos los países europeos ya han integrado el sistema BIM, consiguiendo una mejor interoperabilidad de software y mejor comunicación entre distintos actores de la industria de la construcción. Los informes expedidos por el consejo BIM de Canadá, que trabaja activamente para la estandarización de los procesos BIM en el sector de la construcción, indican que gracias al uso de estas técnicas, se pueden reducir en un 30% los costes operacionales de los proyectos.

- Mientras, la filosofía Lean Construction es un novedoso sistema de gestión de proyectos de construcción que persigue la mejora continua. Minimiza los costes y maximiza el valor del producto final definido por el cliente. (Spanish Group for Lean Construction)

El uso de esta filosofía consigue una disminución del coste, un aumento de la calidad y una reducción en el plazo de entrega de las construcciones.

Con esto se logra ser más competente y eficiente, pudiendo ofrecer un mejor servicio y producto al cliente.

- Por otra parte, al ser este un sector dinámico y emprendedor, una gran oportunidad que brinda el entorno es el poder desarrollar nuevas líneas de negocio. En este sentido, el despacho de arquitectura debería aprovechar esta oportunidad para poder ofrecer un nuevo servicio que lo diferencie de sus competidores y le proporcione un incremento en las ventas y, por lo tanto, un mayor beneficio económico.

- Respecto a la evolución del mercado, el periódico El Mundo, recoge en un artículo una serie de posibles recetas que el presidente del Consejo General de Arquitectos de España, Jordi Ludevid, aporta para la reconversión del sector: "Sería necesario ofrecer alternativas laborales reales y con una remuneración adecuada. Este escenario sería posible si se impulsase la puesta en marcha real de algunas iniciativas como la rehabilitación de edificios y la regeneración urbana integral, el apoyo firme a la exportación de servicios de arquitectura y un sistema de concursos basado en criterios de calidad y de transparencia".

Tal y como el SARQ defiende: "En este momento de cambio en los ayuntamientos e instituciones, se debe hacer explícito y real el compromiso de éstas de luchar contra la ilegalidad y la explotación laboral:

- Incluyendo medidas que garanticen los derechos laborales básicos tanto de los trabajadores de las administraciones, como de las empresas contratadas por estas.

- Con un compromiso ético y transparencia en los cargos públicos, garantizando que no tienen participación de ningún tipo en empresas con condiciones irregulares, en este caso de contratación.”

En cuanto a posibles acciones de mejora que se podrían llevar a cabo en las empresas:

- Ser más eficientes en su trabajo, más productivos y por lo tanto más competitivos.
- Tener presencia en internet, redes sociales y posicionamiento SEO.
- Que sus miembros tengan una formación constante, actualizada a las nuevas tendencias y permanente.
- Realizar algún tipo de política de precios para captar y fidelizar a los clientes.
- Asistir a ferias y congresos, en los que podrán darse a conocer y mantener contacto con empresas del sector y con las tendencias.
- Crear una buena imagen corporativa.
- Trabajar con empresas consultoras y especialistas en el área de organización, que les asesoren.

Son muchas y variadas las oportunidades de mejora en el sector. Y aunque la situación es complicada, tal y como se ha visto la construcción empieza a remontar. Por lo que es aconsejable estar al día, intentar y ser punteros en la forma de trabajar y el producto o servicio a ofrecer.

En relación con la mejora de la calidad del servicio ofertado por un estudio de arquitectura, se presenta a continuación la anteriormente mencionada filosofía Lean.

Capítulo 3. Filosofía Lean y su aplicación a la Construcción

3.1 ¿Qué es Lean?

“El Lean Lexicon define *Lean production* como un sistema de negocio, desarrollado inicialmente por Toyota tras la Segunda Guerra Mundial, para organizar y gestionar el desarrollo de un producto, las operaciones y relaciones con proveedores y clientes, que requiere menos esfuerzo humano, menos espacio, menos capital y menos tiempo para fabricar productos con menos defectos según los deseos del cliente, comparado con el sistema tradicional de producción en masa.” (Juan Felipe Pons, “Introducción al Lean Construction”, 2014)

3.2 Origen y difusión

El término *Lean* fue utilizado por primera vez en 1988 por el ingeniero John Krafcik, ex-empleado de NUMMI, estudiante de Máster en el *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* e investigador del proyecto IMVP, en su tesina de Máster y en un artículo publicado en la *Sloan Management Review*. En su tesina plasmó “la búsqueda del alto rendimiento”, a través del análisis y la comparación del funcionamiento de más de cincuenta plantas de montaje de las fábricas de automóviles más importantes del mundo; para conocer la productividad de cada una, las características que diferenciaban a las plantas de más alto rendimiento respecto a las plantas promedias y cómo se elaboraban y

aplicaban las políticas en las primeras; como él mismo explica en el artículo para la Sloan Management Review

El concepto Lean proviene del sistema integrado de producción de Toyota, en adelante TPS.

Con ayuda de la información facilitada por el profesor Eugenio Pellicer, en el Máster Oficial en Planificación y gestión en Ingeniería Civil (curso 2011-2012) impartido en la UPV se realizará un breve recorrido histórico:

- Sakichi Toyoda, fundador de una empresa textil. A principios del siglo XX inventó e implantó el concepto “**Jidoka**”, mediante la incorporación de un dispositivo en su telar automático que paraba el funcionamiento de éste cada vez que un hilo se rompía. Dando lugar a grandes mejoras a la hora de garantizar calidad y permitiendo a los trabajadores dedicar más tiempo a las tareas que realmente añadían valor en lugar de estar controlando la maquinaria. Este concepto japonés significa proveer tanto a las máquinas como a los trabajadores de las herramientas o la habilidad para detectar una condición fuera de lo normal e inmediatamente parar el trabajo para identificar la causa raíz, “calidad incorporada” o “built-in-quality”. Otro concepto fundamental que incorporó son “**Las 5 Whys**”, por el cual, cuando ocurre un problema, hay que preguntarse cinco veces por qué para averiguar su causa real, de modo que se halle una solución que evite que vuelva a producirse.
- Kiichiro Toyoda, hijo del anterior, fundó la empresa de automóviles basándose en los conceptos que implantó su padre

e introdujo un par de conceptos fundamentales en el sistema en la década de los años 30:

- **“Produktionstakt”** o “takt time”, importando de la Alemania de la pre-guerra, consiste en mantener un ritmo constante de producción según la demanda.
- **“Just in time”** (JIT), sistema de producción que fabrica y entrega justo lo que se necesita, cuando se necesita y en la cantidad que se necesita. Sakichi Toyoda decretó que las operaciones de Toyota no debían tener exceso de inventario y que la empresa debería esforzarse en trabajar en colaboración con sus proveedores para nivelar la producción.
- Eiji Toyoda, sobrino del fundador, ingeniero y después presidente de la empresa bajo el cual el sistema alcanzó su plenitud gracias a la ayuda de su director de producción Taiichi Ohno.

Tras visitar durante tres meses en 1950 la principal planta de montaje de Ford, Eiji Toyoda concluyó con Taiichi Ohno que había que cambiar el sistema productivo de Toyota, aprendiendo de los americanos pero adaptándolo a las necesidades japonesas.

- Taiichi Ohno, es considerado como el filósofo y padre del sistema TSP. Ohno dirigió el desarrollo del sistema en Toyota en las décadas de los 50 y 60 y la difusión hacia una cadena de suministro a lo largo de las décadas 60 y 70. Añadiendo conceptos básicos tales como el **“Kaizen”** o proceso de mejora constante enfocada en reducir los costes de producción y mano

de obra incrementando la calidad, **“Las 7 pérdidas o mudas”** y el **“Kanban”**.

- Shigeo Shingo, ingeniero y consultor de la empresa, fue quien documentó el sistema aportando también algunos conceptos importantes: el **“Poka-yoke”** y **“SMED”**.

Como indica Juan Felipe Pons Achell, en su libro *Introducción a Lean Construction*: “El TPS nació a partir de la necesidad de producir pequeñas cantidades, con mucha variedad y en condiciones de escasa demanda”, condiciones similares a las que se dan en España en este momento.

En 1974, tras la crisis del petróleo del año anterior, se produjo una importante recesión que afectó a gobiernos, negocios y en general a la sociedad de todo el mundo. Este año la economía japonesa llegó a colapsarse hasta un estado de crecimiento cero. Sin embargo Toyota consiguió mantener unos ingresos durante los siguientes tres años superiores a los de otras empresas a pesar de reducir los beneficios. Aun así, el margen diferencial era tal entre ella y las demás empresas que los empresarios comenzaron a preguntarse qué ocurría en Toyota. (“Introducción al Lean Construction”, J.F. Pons)

Fue más tarde, en 1985, cuando el MIT, Instituto Tecnológico de Massachusetts, a través de su Programa Internacional de Vehículos a Motor (PIVM), concluyó que las empresas japonesas habían desarrollado un sistema productivo propio superior, capaz de fabricar con mayor calidad, a menor coste y con plazos de entrega más cortos, tanto a nivel de diseño como de fabricación.

Las técnicas desarrolladas por Toyota se agruparon bajo el concepto *Lean Production*, acuñado por John Krafcik, como se ha explicado antes.

Planta de montaje de Framigham de General Motors vs Planta de montaje de Takaoka de Toyota, 1986

	Framigham	Takaoka
Horas de montaje bruto por coche	40,7	18
Horas de montaje ajustado por coche	31	16
Defectos de montaje cada 100 coches	130	45
Espacio de montaje por coche	8,1	4,8
Existencia de inventario (promedio)	2 semanas	2 horas

Tabla 1. Diferencias entre una planta de montaje de General Motors y una de Toyota. (1991). Fuente: "La máquina que cambió el mundo" (Womack, Jones y Ross)

Como explica el profesor Eugenio Pellicer; **Los principios básicos** que fundamentan y sostienen este sistema, también denominado "Toyota Way", han sido expresados por la empresa y recogidos por J. Liker en su libro *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*, del siguiente modo:

➤ **Mejora continua:**

- Ir a la fuente para averiguar los hechos y tomar las decisiones correctas.
- Mejorar buscando la innovación y la evolución.
- Visión a largo plazo que conlleva el cumplimiento de retos.

➤ **Respeto por las personas:**

- Esforzarse por entender a los demás, asumir responsabilidades y construir un respeto mutuo.

- Estimular el crecimiento personal y profesional, compartir oportunidades de desarrollo y maximizar el trabajo individual y en grupo.
- **Visión empresarial a largo plazo:** basando las decisiones gerenciales en una filosofía a largo plazo, sacrificando incluso objetivos financieros más inmediatos.
- El proceso correcto produce los resultados óptimos.
- Nivelar la carga de trabajo.
- Construir una cultura en la que se obtenga la calidad adecuada desde el principio sin necesidad de parar a arreglar problemas.
- Las tareas estandarizadas son la base de la mejora continua y del compromiso del trabajador.
- Utilizar controles visuales de modo que no se oculten los problemas.
- Usar exclusivamente tecnología confiable que sea útil a las personas y los procesos.
- Añadir valor a la organización desarrollando al personal propio y al asociado (suministradores y subcontratistas)
 - Formando líderes que entiendan el trabajo y la filosofía de la empresa y que se la enseñen a otros.
 - Desarrollar personas y equipos excepcionales que comulguen con la filosofía de la empresa.
 - Respetar la red de socios y suministradores desafiándoles y ayudándoles a mejorar.

➤ **Solucionar continuamente problemas de raíz generando un aprendizaje organizativo:**

- Ir y ver por uno mismo de modo que se entienda perfectamente la situación.
- Tomar las decisiones lentamente, mediante consenso, considerando concienzudamente todas las opciones.
- Llegar a ser una organización que aprende por medio de la reflexión incesante.

Para entender mejor el TPS o la filosofía Lean, se debe conocer, comprender y asumir el concepto de **Muda** o desperdicio en japonés.

Se considera muda toda aquella actividad humana que absorbe recursos pero no crea valor: producción de artículos que nadie desea, fallos que requieren rectificación, amontonamiento de existencias, movimientos de empleados y transporte de productos de un lugar a otro sin ningún propósito, grupos de trabajadores en espera porque una actividad aguas arriba no se ha entregado a tiempo y bienes y servicios que no satisfacen las necesidades del cliente (Womack y Jones 1996, citado por J.F. Pons 2014).

Como cuenta Juan Felipe Pons; Taiichi Ohno descubrió que la mayor parte de actividades que se realizan en una empresa no añaden valor neto al servicio o producto final que se entrega al cliente y por lo tanto se pueden mejorar o eliminar. Estas actividades se clasifican en 7 grupos o tipos de muda según Ohno, quien estudió cuáles causaban la mayor parte de las interrupciones del flujo dentro de la cadena en la planta de

producción que él mismo dirigía; más el desperdicio del talento y falta de creatividad definido por Jeffrey Liker:

- Sobreproducción
- Esperas o tiempo de inactividad
- Transporte innecesario
- Sobre-procesamiento
- Exceso de inventario
- Movimientos innecesarios
- Defectos de calidad
- Talento

Es muy importante este concepto ya que Lean es crear valor para el cliente y eliminar desperdicio.

Sin embargo, a pesar de conocer los 8 desperdicios según la filosofía Lean, resulta difícil identificarlos y eliminarlos, como afirma Juan Felipe Pons en *Introducción a Lean Construction* quien considera los siguientes principales motivos:

- Se asumen como productivas, tareas que no lo son porque normalmente la improductividad está oculta.
- Las organizaciones se habitúan a convivir con el desperdicio, encontrando maneras de trabajar alrededor del problema.
- Los trabajadores, directivos y cargos intermedios no están preparados ni formados para identificar y eliminar el desperdicio.

- No hay conciencia del dinero que cuesta la improductividad porque no se mide ni cuantifica el desperdicio.
- En vez de centrarse en la identificación y eliminación del desperdicio en toda la cadena de valor, se intenta mejorar las tareas individualmente, sin tener una visión general del proceso.
- Casi nadie sabe cómo afecta o influye su trabajo sobre los demás y normalmente no hay un responsable claro de todo el flujo de valor.

Este mismo autor considera que las empresas que consiguen identificar la improductividad son aquellas que se rigen por los **cinco principios básicos de Lean**, definidos por Womack y Jones en 1996 más la transparencia y capacitación:

- **1º Valor**

Ya que Lean es crear valor para el cliente, es fundamental entender qué quiere éste. La comprensión de los valores desde el punto de vista del cliente aporta las bases para un diseño y proceso de producción del producto, más efectivo. Es por ello que el valor es el punto de partida del pensamiento Lean, y se puede definir como: “el aprecio que un consumidor o cliente le da a un producto o servicio para satisfacer sus necesidades a un precio concreto, en un momento determinado”.

Hay dos tipos de clientes: el cliente externo, que suele ser el consumidor o usuario, y es el que generalmente define el valor del producto o servicio, y el cliente interno, que es todo aquel que dentro

del flujo de valor recibe una entrada de material o información por parte de un proceso anterior en el flujo de valor.

- **2º Cadena de valor o Flujo de valor**

El siguiente escalón es identificar la cadena de valor. Esto es identificar todas las actividades que añaden utilidad a un producto o servicio y son actualmente necesarias para su transformación desde el principio, en el diseño, hasta la entrega de mismo al cliente. En todo este proceso, el sistema Lean prevé que habrán actividades que aporten valor y otras que no.

Las empresas Lean se gestionan a través de flujos de valor, amplios, que abarquen toda la cadena de proveedores y clientes, y reducidos, que pueden abarcar pedidos de determinados clientes, o de materia prima. Suele existir generalmente un flujo de valor por cada familia de productos o servicios que entregue la empresa para evitar confusiones.

Es en los flujos de valor donde se genera el dinero y por ello es ahí donde es más fácil identificar el desperdicio y desarrollar una estrategia para eliminarlo. Al contrario que las empresas tradicionales que se gestionan por departamentos y normalmente se focaliza en mejorar tareas individuales, por lo que es más difícil localizar la improductividad.

- **3º Flujo**

Tras identificar el valor para el cliente, grafiar la cadena de valor y eliminar las actividades cuyo desperdicio era evidente, el siguiente paso es hacer que la producción, y por tanto el valor, fluya sin interrupciones, de manera continua.

- **4º Sistema Pull**

El sistema Pull o de Flujo tenso, es un componente fundamental del Just-in-Time que se centra en eliminar el exceso de inventario y la sobreproducción. En este sistema de control de la producción, las actividades aguas abajo avisan de sus necesidades a las actividades aguas arriba en la cadena de valor, a menudo mediante tarjetas Kanban, sobre qué material o elemento necesitan, en qué cantidad, cuándo y dónde lo necesitan. El proveedor aguas arriba no produce nada hasta que el proceso del cliente aguas abajo lo señala.

Es el cliente quien tira de la demanda y no el fabricante o productor quien empuja los productos hacia el cliente.

Este sistema es completamente opuesto al sistema tradicional que está basado en generar grandes lotes de artículos producidos a gran velocidad y escala, según una demanda prevista, empujándolos hacia el siguiente proceso o hacia el almacén de productos acabados, sin tener en cuenta el ritmo de trabajo del siguiente proceso o la demanda real del cliente.

- **5º Perfección**

Se persigue conseguir un proceso que proporcione puro valor, tal y como ha sido definido por el cliente, sin muda alguna. Para lograr esto son imprescindibles 3 herramientas de la cultura Lean: el Kaizen o mejora continua, la estandarización de procesos y un plan de acción o PDCA.

- **6º Transparencia**

El acceso a la información de todas las partes intervinientes ayuda a descubrir mejores metodologías para la creación de valor. Esto ayuda a

que se produzca un feedback casi instantáneo y muy positivo para los empleados que proponen mejoras, algo clave en la metodología Lean.

- **7º Capacitación**

La perfección no puede conseguirse sólo mediante el trabajo de los gerentes, todos los empleados deben estar comprometidos y capacitados para atender las demandas de los clientes, crear más valor y eliminar desperdicio, incrementando así la rentabilidad del negocio. Por ello se le debe entregar a los empleados la información correcta y darles autoridad para solucionar los problemas de manera que sea posible la atención continua para mantener el flujo y eliminar desperdicios. Para ello los trabajadores deben trabajar de manera colaborativa con sus compañeros a lo largo de la cadena de valor.

Comparación de la Producción tradicional vs Lean

	PRODUCCIÓN CONVENCIONAL	PRODUCCIÓN <i>LEAN</i>
Objeto	Afecta a productos y servicios	Afecta a todas las actividades de la empresa
Alcance	Actividades de control	Actividades de producción y gestión
Modo de aplicación	Impuesta por dirección	Asumida por convencimiento y participación
Metodología	Detectar y corregir	Prevenir
Responsabilidad	Del departamento de calidad	De todos los departamento y miembros de la empresa
Clientes	Ajenos a la empresa	Internos y externos

Conceptualización de la producción	La producción consiste de conversiones; todas las actividades añaden valor al producto	La producción consiste de conversiones y flujos; hay actividades que agregan valor y actividades que no agregan valor al producto
Control	Enfocado a los costes de las actividades	Se enfoca en el coste, el tiempo y el valor de los flujos; dirigido a disminuir la variabilidad
Mejora	Con la utilización de nuevas tecnologías, aumentar periódicamente la eficiencia y productividad de las actividades	Reducción de actividades que no agregan valor al producto, y eliminar las pérdidas; adopción de nuevas tecnologías y mejora continua de la eficiencia de las actividades que agregan valor

Tabla 2. Comparación de la producción tradicional y la producción sin pérdidas. (2008). Fuente: Campero y Alarcón.

Una vez explicado qué es Lean, dónde surge y con qué fin, se pasará a conocer algunas de sus herramientas.

3.3 Herramientas Lean

A continuación se describen las principales herramientas de Lean.

Value Stream Mapping (VSM)

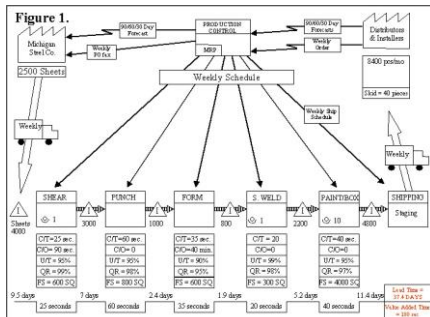


Figura 7. Ejemplo de VSM. (2014) Fuente: <http://alexisbaja.blogspot.com.es>

El VSM o mapa del flujo de valor es una técnica gráfica que permite visualizar las operaciones de una empresa. En él se representan los procesos necesarios, permitiendo detallar y entender completamente el flujo tanto de información

como de materiales (materias primas o semi-elaboradas) necesarios para que un servicio o producto llegue al cliente. Mostrando qué actividades añaden valor y cuáles no. Gracias a esto se puede detectar dónde están las oportunidades de mejora. Puede utilizarse como herramienta de planificación y control, como herramienta de diagnóstico y también como herramienta de comunicación. (Lean Solution (s.f.) Recuperado el 5 de diciembre de 2015, de: <http://www.leansolutions.co/conceptos/vsm/>)

Los pasos para realizar un VSM son: identificar una familia de productos; dibujar el estado actual del proceso; dibujar el estado futuro o deseado y desarrollar un Plan de Acción para lograr el estado futuro.

El Informe A3 de Toyota

The image shows a standard Toyota A3 Problem Report form. It is divided into several sections:

- (Plan-1) Problem Background:** Contains a text area for describing the problem and a small flowchart.
- (Plan-2) Current Conditions:** Features a process flow diagram with various stages and a data table below it.
- (Plan-3) Root Cause Analysis:** Includes a text area for identifying causes and a small diagram.
- (Plan-4) Target Condition:** Contains a text area for defining the goal and a small diagram.
- (Do) Check Countermeasures:** Lists specific actions to be taken to address the problem.
- (Act) Implementation Plan:** Details the steps for implementing the countermeasures.

Figura 8. Ejemplo de Informe A3. (2012) Fuente: <http://gioleanblog.blogspot.com.es>

Como describe Juan Felipe Pons en su libro “Introducción al Lean Construction”, el informe A3 debe su nombre al tamaño de papel que Toyota ha estandarizado para realizar las comunicaciones en los proyectos de mejora continua. (297 x 420 mm, según la ISO). El A3 tiene dos funciones básicas: formular propuestas y comunicar las acciones aprobadas.

Esta herramienta proporciona los siguientes beneficios:

- Da un enfoque metódico a la resolución de problemas.
- Presenta los informes y hechos a los demás mediante un formato breve.
- Documenta un camino que otros pueden seguir y utilizar para entender las acciones y los resultados de la resolución del problema.

- Proporciona un lenguaje común y un método dentro de una organización
- Crea una cultura que tiende a mantener los conceptos de *Lean*.
- Proporciona un formato estándar sobre el que trabajar y sienta las bases para cambios futuros.

Poka-Yokes o dispositivos a prueba de errores

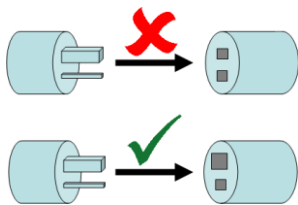


Figura 9. Ejemplo de Poka-Yoke. (2015) Fuente: <http://www.pdcahome.com/poka-yoke>

Es una técnica de calidad que se aplica mediante mecanismos que se instalan en una máquina o proceso, los cuales permiten distinguir entre condiciones normales y anormales. Gracias a la introducción de estos mecanismos en la industria se ha conseguido que no se produzcan productos defectuosos, ya que cuando detectan la situación anormal para la cual han sido programados detienen automáticamente la máquina o el

proceso, evitando la producción masiva de piezas defectuosas o que el proceso siga avanzando. Con esto se logra abandonar la idea de que los defectos son una parte normal de los procesos de fabricación o construcción.

Gestión visual



Figura 10. Ejemplo de Gestión visual. (2015)

Fuente:

<http://www.angelantonioromero.com/la-gestion-visual/>

La gestión visual es una estrategia de trabajo que consiste en aplicar distintas técnicas y herramientas basadas en gráficos y colores, que permite que los trabajadores visualicen de forma rápida y sencilla cuestiones tales como: la cantidad necesaria a producir en el día, la tasa de defectos y cómo afecta su trabajo a la calidad del producto final, los problemas del día y su solución o mejora de forma que sus ideas puedan estimular otras ideas.

Como apunta Juan Felipe Pons, con esta técnica se consigue una mayor estabilidad y predictibilidad de un proceso, departamento u organización; en general, menos esfuerzo para gestionar el proceso; mayor conciencia de los problemas y las oportunidades de mejora; mayor sensibilidad a los problemas; conocimiento y conciencia mejorada de los trabajadores; curvas de aprendizaje más cortas.

5S

Las 5S es una metodología japonesa que se inició en Toyota en los años 60, su nombre proviene del hecho de que, las cinco palabras que designan cada etapa empiezan por S en japonés. Según “Lean Lexicon. A Graphical Glossary for Lean Thinkers”

Seiri (Organizar/Seleccionar): Consiste en separar los distintos materiales, piezas o documentos y descartar lo que no es necesario.

Seiton (Ordenar): “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”. Consiste en ordenar y etiquetar los elementos necesarios de modo que se facilite su acceso, uso y retirada.

Seiso (Limpiar): Se debe mantener el área de trabajo limpia y en buenas condiciones de seguridad y salud. Seiso también implica “hacer inspección a través de la limpieza”.

Seiketsu (Estandarizar): la estandarización es el resultado de mantener los tres primeros pilares (organización, orden y limpieza).

Shitsuke (Disciplina): la disciplina consiste en convertir en hábito el mantenimiento apropiado de los procedimientos anteriores.

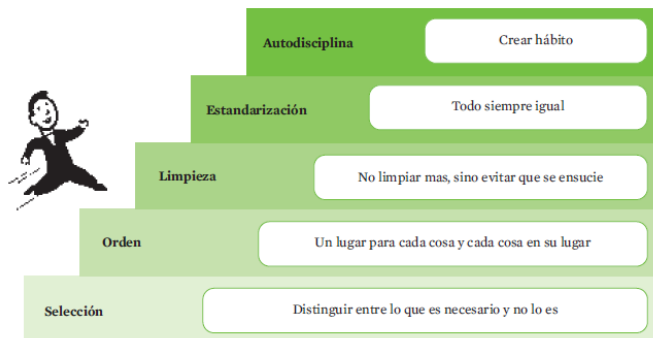


Figura 11. Las 5 S's (2013) Fuente: Estudio sobre lean manufacturing por la EOI

Como dice J.F. Pons en su libro “Introducción al Lean Construction”, mediante la aplicación de esta herramienta se consiguen beneficios tanto para los empleados como para la empresa.

Los empleados tienen la oportunidad de proveer nuevas ideas sobre cómo debe organizarse y disponer su estación de trabajo y sobre cómo debe hacerse su trabajo, haciendo más grato y satisfactorio el trabajo y el lugar donde se desempeña y evitando obstáculos y accidentes. También podrán conocer lo que se espera de ellos, cuándo y dónde, así como facilitar las comunicaciones con todos los que trabajan con él o ella.

Por otro lado, las empresas consiguen que haya menos defectos, lo que se traduce en una calidad más elevada, reducción de costes y un aumento de la productividad que conducen al crecimiento corporativo. También se consigue que haya menos retrasos y averías lo que aumenta la fiabilidad de las entregas y la disponibilidad de los equipos y por ende habrán menos reclamaciones, aumentando la confianza y la flexibilidad.

Obeya Room

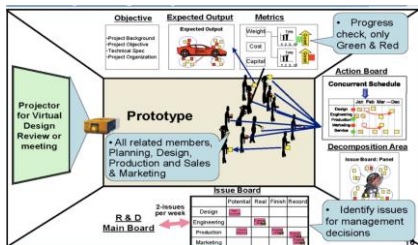


Figura 12. Obeya Room. (2014) Fuente: <http://alexsibaja.blogspot.com.es/>

Obeya, en japonés “habitación grande” o “habitación de guerra”, es un método para la gestión de proyectos que se utiliza en Toyota, siendo un componente del *Lean Management*. Pretende eliminar barreras mediante reuniones durante el

desarrollo de procesos o productos se con todas las partes. Con ello se facilita la comunicación y se consigue una toma de decisiones rápida. Puede entenderse como una potenciación del espíritu de equipo a un nivel administrativo. (Lean (s.f.) Recuperado el 5 de diciembre de 2015, de: www.achieve.com)

Tormenta de ideas



La tormenta de ideas es una técnica de grupo que pretende encontrar una solución a un problema específico mediante la generación espontánea de ideas originales en un ambiente relajado.

*Figura 13. Tormenta de ideas. (2011) Fuente:
<http://www.grandespymes.com.ar/>*

Algunos consejos prácticos para llevar acabo al realizarla son:

- Limitar el tiempo.
- Una vez que comienza, los participantes dan propuestas y el moderador toma nota. Las ideas de los demás no deben criticarse por descabelladas que parezcan.
- Una vez termine el tiempo fijado, se seleccionan las 5 mejores ideas según los participantes.

Diagrama de causa-efecto o de Ishikawa

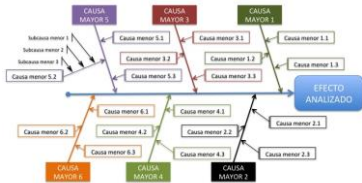


Figura 14. Diagrama de Ishikawa.

Fuente:

iupsm7integrantes.wordpress.com/diagramas-causa-efecto/

Su objetivo es el análisis de problemas y sus soluciones. Su representación gráfica consiste en un eje horizontal al que van llegando líneas oblicuas que representan las categorías de causas principales de un problema; a cada una de estas líneas oblicuas que representan una posible causa, le llegan otras líneas perpendiculares que representan causas secundarias.

Las causas se agrupan en primer lugar por categorías; las más frecuentes son:

- Ambiente externo
- Mediciones
- Materiales
- Máquinas
- Políticas y procedimientos
- Personas (trabajo físico o intelectual)

Las causas pueden obtenerse durante la realización de una sesión de tormenta de ideas. Y la causa raíz puede obtenerse aplicando la técnica de los 5 Por Qué.

Tras conocer algunos de los aspectos más relevantes de la filosofía Lean, así como sus herramientas, con las que se logra fomentar y llevar a cabo

de forma satisfactoria la metodología Lean, se pasa a presentar Lean Construction, su aplicación en el sector de la construcción.

3.4. Lean Construction

Considerada incluso en la actualidad como una industria inexacta en la que se asumen cambios de última hora, errores de diseño, subidas de precio, cambios de materiales, retrasos... La construcción alberga aún dentro de sí imprecisiones que no se contemplan en otras industrias, imprecisiones que son sabidas causa de pérdidas potenciales de beneficios. Lean Construction pretende resolver todos estos problemas, haciendo de la construcción un sector más exacto, fiable y con beneficios.

A partir del libro de Juan Felipe Pons “Introducción al Lean Construction” se introducirá tal concepto.

En 1992 Lauri Koskela escribió “Aplicación de la nueva filosofía de la producción a la construcción” en él establece los fundamentos teóricos del nuevo sistema de producción aplicado a la construcción. Convirtiéndose en un hito clave en el desarrollo de la investigación de la aplicación de Lean a la construcción.

Aunque la filosofía Lean nace en la industria manufacturera y las diferencias entre el sector de la construcción y la industria de la fabricación son evidentes, éstas no deben ser vistas como una dificultad, si no como un desafío que debe abordar de manera definitiva la construcción.

El profesor finlandés Lauri Koskela (2000) clasificó y definió las tres principales peculiaridades que presenta la construcción en comparación con la fabricación:

1. Un proyecto de edificación tiene naturaleza única o prototípica.
2. Es algo único que cada vez se ejecuta en un lugar diferente.
3. Se lleva a cabo por una multi-organización de carácter temporal, que en cada lugar necesita medios y recursos distintos y propios de cada zona.

Sin embargo, estas excusas que utilizan las empresas del sector de la construcción cuando no alcanzan los mismos niveles que la industria manufacturera; fueron discutidas por Koskela en el 2000 y han ido perdiendo fuerza a medida que los beneficios de Lean Construction se hacían evidentes.

Hoy, gracias a la prefabricación, la industrialización, la tecnología y el software podemos concebir la construcción como la suma de distintos flujos de valor que pueden repetirse en diferentes obras y proyectos, resultando así más fácil identificar los desperdicios y aplicar ciclos encadenados de mejora continua y estandarización de procesos para eliminar la improductividad.

El término Lean Construction fue acuñado por los fundadores del Grupo Internacional de Lean Construction en 1993, y abarca la aplicación de los principios y herramientas Lean al proceso completo de un proyecto desde su concepción hasta su ejecución y puesta en servicio: diseño, ingeniería, marketing y ventas, pre-comercialización, ejecución, servicio

de postventa, atención al cliente, puesta en marcha y mantenimiento del edificio, administración de la empresa, logística y relación con la cadena de suministro.

El Lean Construction Institute (LCI) define así, en su página web, el término Lean Construction:

“Lean Construction es un enfoque basado en la gestión de la producción para la entrega de un proyecto - una nueva forma de diseñar y construir edificios e infraestructuras. La gestión de la producción Lean ha provocado una revolución en el diseño, suministro y montaje del sector industrial. Aplicado al diseño y ejecución de proyectos, desde su diseño hasta su entrega, Lean cambia la forma en que se realiza el trabajo que se lleva a cabo durante todo el proceso de entrega. Lean Construction se extiende desde los objetivos de un sistema de producción ajustada - maximizar el valor y minimizar los residuos - hasta las técnicas específicas, y las aplica en un nuevo proceso de entrega y ejecución del proyecto. Como resultado:

- La edificación o infraestructura y su entrega son diseñadas juntos para mostrar y apoyar mejor los deseos de los clientes.
- El trabajo se estructura en todo el proceso para maximizar el valor y reducir los desperdicios a nivel de ejecución de los proyectos.
- Los esfuerzos para gestionar y mejorar el rendimiento tienen por objeto mejorar el rendimiento total del proyecto, ya que esto es más importante que la reducción de los costes o aumentar la velocidad de ninguna actividad en particular.
- "Control" se redefine de "monitorear los resultados" a "hacer

que las cosas sucedan”. El rendimiento de los sistemas de planificación y control se miden y se mejoran.

- La notificación fiable del trabajo entre especialistas en diseño, suministro y montaje o ejecución asegura que se entregue valor al cliente y los residuos se reduzcan los desperdicios. Lean Construction es particularmente útil en proyectos complejos, inciertos y rápidos. Desafía a la creencia de que siempre debe haber un equilibrio entre el tiempo, costo y calidad (mayor calidad y velocidad no tiene porque implicar mayor coste)”.

Mediante la gestión que promueve la filosofía Lean Construction, desde la concepción del proyecto hasta la entrega al cliente, la industria de la construcción puede llegar a recobrar la potencia e importancia de antaño, de una forma sostenida y sustentable con la que consiga beneficios a largo plazo.

3.5. Implantación de Lean Construction

3.5.1. Desafíos y barreras

En el libro “Introducción al Lean Construction” el autor, Juan Felipe Pons, explica como la reacción inicial a la implantación de Lean en la industria de la construcción causó resistencia y exclusión. Su aplicación en las distintas partes de un proyecto y el papel de cada agente que interviniese en el proceso constructivo, fueron mal interpretadas.

Sin embargo, gracias a las ventajas que demostraron adquirir las empresas pioneras que lo implantaron y conforme surgieron nuevos

documentos técnicos y casos de estudio, basados en la experiencia, que facilitaban su comprensión, la reticencia inicial comenzó a disiparse.

A pesar del gran esfuerzo inicial que supone realizar un cambio de modelo productivo o de sistema de trabajo en una empresa, las ventajas competitivas que se obtienen merecen la pena. Este cambio puede resultar más costoso cuando se hace en organizaciones muy longevas, que llevan mucho tiempo haciendo las cosas de la misma manera, ya que se tiende a tener ciertos paradigmas que hay que romper, puesto que incitan a asumir como buenas, formas de trabajar que están lejos de ser eficientes según los estándares actuales de competitividad de clase mundial.

“Hoy, quedarse parado, en el contexto global y extremadamente competitivo en el que nos encontramos, es retroceder. Y aunque el trabajo desarrollado hasta ahora y la experiencia adquirida es un activo fundamental, existe el peligro de permanecer presos de esas ideas, conceptos y métodos que han funcionado bien en el pasado, por ello es muy importante interiorizar que el éxito en el pasado no garantiza el éxito en el futuro y es responsabilidad de cada empresa iniciar el cambio.” (J.F Pons, 2014)

A continuación se muestra una tabla con los **desafíos y las barreras** más frecuentes con los que nos encontramos a la hora de la implementación de Lean Construction, según los estudios de Sayer y Anderson, 2012 (columna de la izquierda) y McGraw Hill Construction, 2013 (columnas del centro y de la derecha).

Barreras para la implementación de Lean	Desafíos que afectan a quienes practican Lean	Desafíos que afectan a quienes no practican Lean
Falta de conocimiento del significado de Lean y sus beneficios.	Falta de conocimiento (47%).	Falta de apoyo de la Industria/Comprensión de Lean (39%).
Falta de formación.	Falta de apoyo suficiente a través del equipo de proyecto (43%).	Percepción de que Lean absorberá demasiado tiempo (33%).
Falta de compromiso por parte de propietarios y gerentes.	Percepción de que Lean es demasiado complejo (40%).	Falta de conocimiento (32%).
Creencia de que Lean absorberá demasiado tiempo.	Resistencia al cambio de los empleados (40%).	Preocupación por la rentabilidad a través de la transición hacia Lean (28%).
Pobre comunicación y falta de colaboración entre promotores, constructores, clientes y consultores externos.	Falta de apoyo de la Industria/Comprensión de Lean (39%).	Percepción de que Lean es demasiado complejo (26%).
Dificultad para alinear los intereses de las diferentes partes.	Percepción de que Lean absorberá demasiado tiempo (31%).	Falta de apoyo suficiente a través del equipo de proyecto (25%).
Los contratos relacionales se ven como algo no probado aún en los tribunales de justicia.	Falta de normas o estándares (19%).	Falta de normas o estándares (18%).

Lean requiere de cambios de pensamiento y de comportamiento que no todos aceptan.	Preocupación por la rentabilidad a través de la transición hacia Lean (9%).	Resistencia al cambio de los empleados (18%).
Falta de compromiso de los miembros del equipo o rechazo a cambios de actitud.	Reticencias sindicales (5%).	Reticencias sindicales (16%).

Tabla 3. Desafíos en la aplicación de Lean. (2014) Fuente: Introducción a Lean Construction, de Juan Felipe Pons.

Por otro lado, respecto a los **factores de éxito** en la implantación Lean, siguiendo el estudio de la EOI sobre Lean (2013), más del 85% de los encuestados valoran como muy/ bastante importante: el compromiso de la dirección, la motivación del personal, la disposición de un buen líder y la motivación y formación de los empleados, es decir, una fuerte transformación de la cultura empresarial de la empresa. Siendo la disponibilidad de recursos económicos un tema no importante para el 50% de los encuestados, con lo que se demuestra que muchas de las técnicas Lean no necesitan grandes inversiones, sino recursos humanos suficientes.

También cabe destacar que el 53% de las empresas han utilizado servicios de consultoría externa, y que el 83% de las cuales volvería a utilizarlos, modificándose así la falta de cultura en la utilización de servicios de consultoría externa en la construcción.

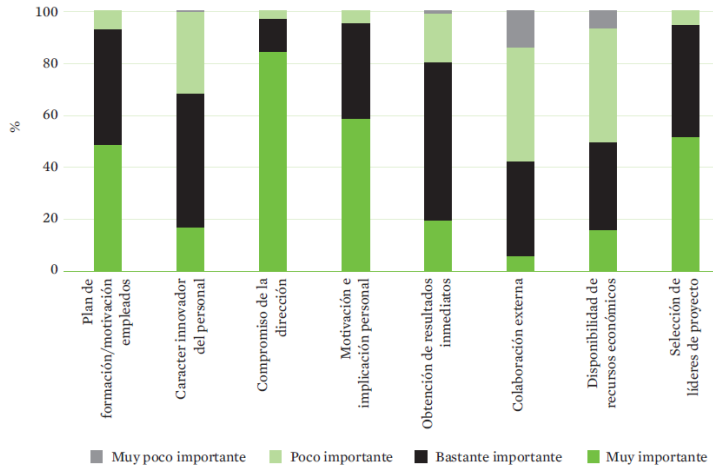


Figura 15. Factores de éxito en la implantación Lean. (2013) Fuente: Estudio sobre Lean Manufacturing por la EOI.

En cuanto los posibles **obstáculos** que pueden darse en el camino de una implantación Lean, la EOI recoge que están relacionados principalmente con la resistencia al cambio, la ausencia de liderazgo, la falta de cooperación entre departamentos, la formación del personal y su deficiente capacitación para afrontar el cambio cultural exigido por las nuevas técnicas. Así como el intento de cubrir demasiadas áreas en la fase inicial.

Y aunque las técnicas Lean no presentan ninguna dificultad ideal o de empleo, muchas veces no pueden aplicarse por la falta de conocimiento, de apoyo de la dirección y de tiempo para abordar los estudios para su implantación, y no por la dificultad de las técnicas en sí.

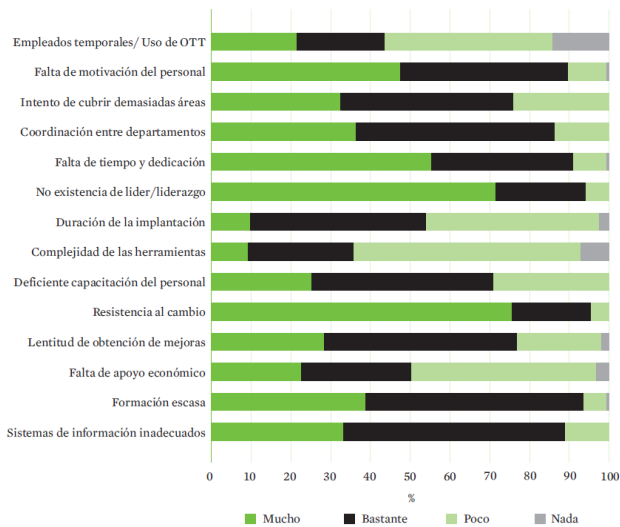


Figura 16. Obstáculos en las implantaciones Lean. (2013) Fuente: Estudio sobre Lean Manufacturing por la EOI.

3.5.2. Beneficios de la implantación Lean Construction

A continuación se presenta un resumen de la amplia variedad de beneficios que obtuvieron entre el 70% y el 85% de las empresas que ya han utilizado prácticas Lean, recogidos en los informes sobre el estado de *Lean en la Construcción en EE.UU.* (2012) y el informe de McGraw Hill Construction, sobre la aplicación de *Lean Construction en proyectos de edificación* (2013). Extraído del libro “Introducción al Lean Construction” de Juan Felipe Pons.

Informe sobre el estado de <i>Lean en la Construcción en EE.UU.</i> (2012)	Informe de McGraw Hill Construction, sobre la aplicación de <i>Lean Construction</i> (2013)
Mejor cumplimiento del presupuesto	Mayor calidad en la edificación
Menor número de cambio de órdenes y pedidos	Mayor satisfacción del cliente
Rendimiento más alto de entregas a tiempo	Mayor productividad
Menor número de accidentes	Mejora de la seguridad
Menor número de demandas y reclamaciones	Reducción de plazos de entrega
Mayor entrega de valor al cliente	Mayor beneficio y reducción de costes
Mayor grado de colaboración	Mejor gestión del riesgo

Tabla 4. Beneficios de Lean Construction. (2014) Fuente: Introducción a Lean Construction, de Juan Felipe Pons.

En el 2013, la Fundación Escuela de Organización Industrial (EOI) realizó un estudio sobre la situación de Lean Manufacturing en España, “Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación”. En éste se encuestó a directivos y profesionales de empresas pertenecientes a 17 sectores, entre los que destacan: el sector de la construcción, el del automóvil, el farmacéutico, el de la alimentación y bebidas y el metal-mecánico.

En la figura 17 se observa que las mayores mejoras se dieron en relación con el aumento de la productividad (90%), la reducción de costes (90%), la reducción de plazos de producción (89%) y el incremento de la flexibilidad (86%). Mientras que el aspecto menos valorado fue el relativo al incremento de espíritu innovador, aun así el número de respuestas positivas fue importante.

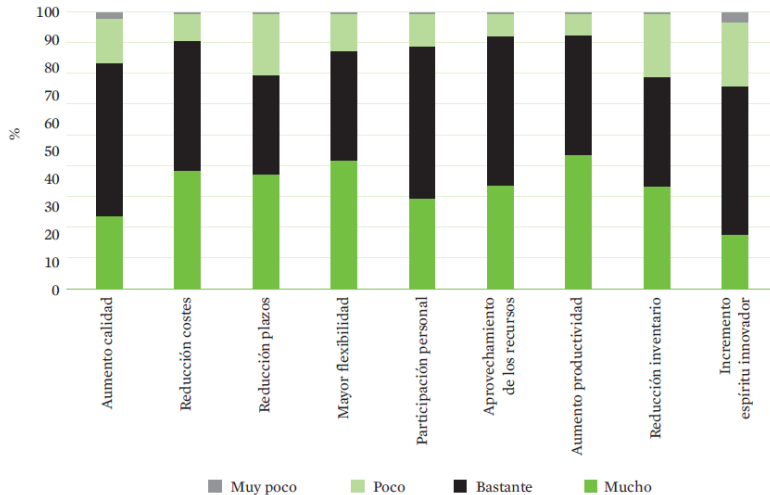


Figura 17. Resultados obtenidos con la implantación de Lean. (2013) Fuente: Estudio sobre Lean Manufacturing por la EOI.

Todo esto indica que la aplicación de las tecnologías Lean ha sido en casi todos los casos una experiencia muy positiva, confirmando que Lean es una apuesta clave a la hora de incrementar la competitividad de las empresas.

A consecuencia de estos resultados se ha indagado cuáles son las técnicas que mayor beneficio aportan en relación con sus costes o esfuerzos necesarios para su implantación.

Como se observa en la figura 18, la técnica mejor valorada es la utilización de un sistema de indicadores, siendo la preferida por el 80% entre las empresas que afirman obtener un resultado alto o muy alto. Por encima del 70% están las 5S, SMED, la estandarización, la fábrica visual y la estandarización, por este orden.

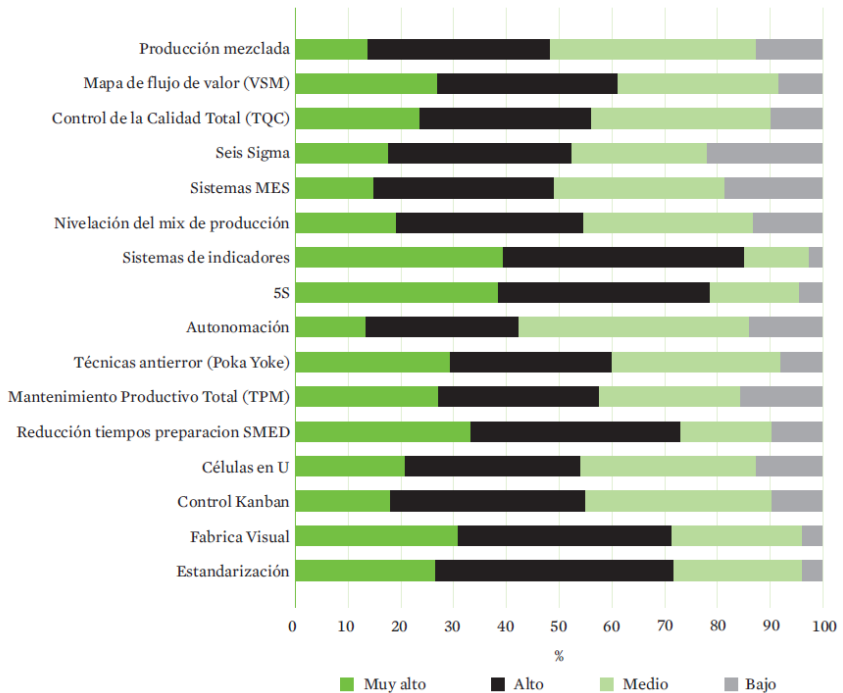


Figura 18. Beneficio/ coste según técnicas Lean implantadas en empresas. (2013) Fuente: Estudio sobre Lean Manufacturing por la EOI.

Otras técnicas, cuya aplicación depende más del tipo de sistema productivo y empresa, como la distribución en planta según células en U, el ajuste de la producción mediante kanban y la autonomación han obtenido una menor valoración. Este hecho se estudió con más detalle concluyendo que las empresas españolas tienen más dificultad para

asimilar las técnicas Lean relacionadas con la fabricación en flujo, control de la producción-logística y jidoka; según el estudio de la EOI.

Es por esto que a la hora de implantar la filosofía Lean, se debe realizar en un orden adecuado de tal forma que se comience implantando aquellas técnicas que muestran unos mayores beneficios frente a sus costes, como se verá más adelante.

Por otro lado la EOI en su estudio “Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación.” publicado en el 2013; evaluó los posibles beneficios de la utilización de las técnicas Lean en empresas que no las han implantado. Tal y como se observa en la figura 19, los resultados son apreciablemente distintos respecto de las que si las han implantado, existiendo una gran diferencia de opinión entre los beneficios que las empresas que trabajan con Lean aseguran haber obtenido y los beneficios que la empresas que no lo hacen creen se pueden alcanzar. Por ello tras los resultados obtenidos sería recomendable un mayor acercamiento entre los que han implantado las técnicas Lean y los que todavía no las están utilizando.

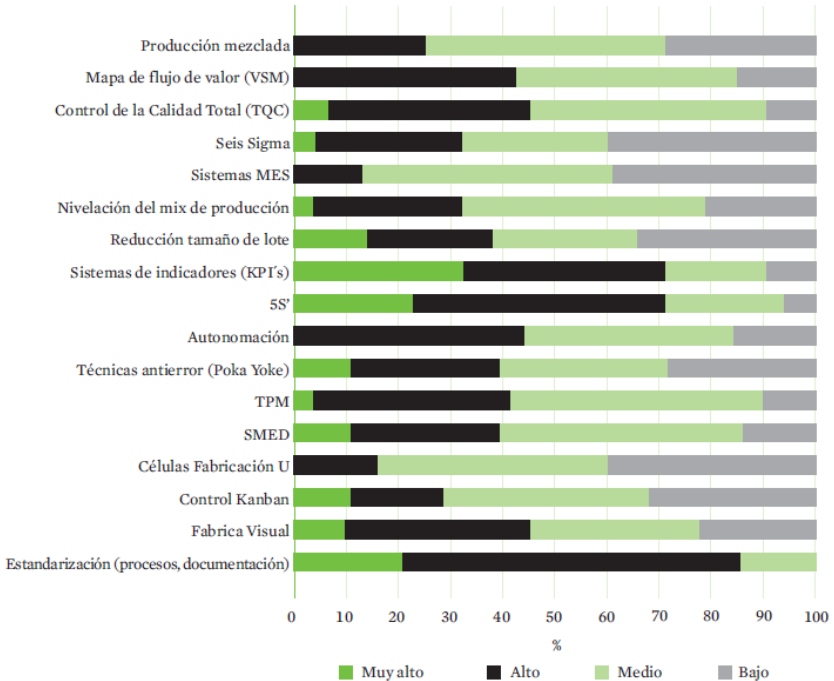


Figura 19. Grado de interés en las técnicas por parte de la empresas sin experiencia Lean. (2013) Fuente: Estudio sobre Lean Manufacturing por la EOI.

Por otro lado, entre aquellas empresas que todavía no han implantado *Lean*, el porcentaje que afirma que estas técnicas no se implantarán es muy reducido. Además, es significativo que casi el 80% de los encuestados que no están usando las técnicas *Lean* afirman que algún día se incorporarán a la empresa en la que trabajan o que incluso ya

están evaluando su implantación.

3.5.3 Cambios a realizar/a tener en cuenta al implantar Lean

Como se explica en “Introducción al Lean Construction” de J. Felipe Pons; lejos del esfuerzo y coste que los empresarios que deciden implantar Lean, creen que deberán asumir al principio. Lean no se basa en inversiones caras de tecnología ni *software*, ya que las primeras etapas de implantación se pueden realizar con los recursos propios de los que disponga en ese momento la empresa; las oportunidades de mejora al comienzo de la implantación suelen ser generalmente muy altas.

En el momento en el que se observen los resultados y beneficios obtenidos de las primeras fases de implantación, puede tomarse la decisión de adoptar una nueva tecnología, asegurándose siempre de que ésta sea fiable, esté probada y dé servicio a los empleados y sus procesos.

Esta actualización tecnológica por la que apuesta la filosofía Lean, debe ir acompañada de un cambio en el sector de la construcción a nivel cultural en cuanto a la gestión de la empresa y el negocio; e invertir parte de los beneficios en innovación, formación y servicios externos de consultoría, un servicio muy poco demandado tradicionalmente pero con muy buenos resultados tras encuestar a las empresas que implantaron Lean.

Es importante adaptarse a los cambios con rapidez y ser flexible para que la empresa sobreviva. Tomada la decisión de implantar *Lean Construction*, los cambios afectan a todos.

El estudio antes citado de McGraw Hill Construction (2013) propone las siguientes recomendaciones generales en la implantación de *Lean Construction*:

- Proporcionar educación sobre la necesidad de una mayor eficiencia, adoptando un enfoque colaborativo para maximizar el beneficio de la filosofía y técnicas Lean.
- Adoptar un *software* que apoye la necesidad de la colaboración interna y externa.
- Promover y planificar el cambio cultural necesario para atraer el interés de todos los implicados.
- Seguir y compartir datos hasta el nivel más bajo posible de la organización, para saber dónde es necesario introducir mejoras.

Lean Construction es fundamental a la hora de ser competitivo en el mercado global de hoy en día. Por eso es necesario establecer al principio una base de conocimiento y capacitación a través de formación y un poco de ayuda externa para comenzar la implementación. Para ello se necesita el compromiso y la voluntad de todos, especialmente de los gerentes de la empresa, para que sea después la propia empresa la que impulse la mejora continua.

Aunque si se quiere un cambio que vaya más allá de mejorar unas cuantas empresas hace falta la implicación política, de las diferentes organizaciones dentro de la industria de la construcción y de la universidad.

Continuando en el ámbito empresarial, tal y como se ha comentado al principio, la formación y la actitud del personal de la empresa es fundamental, así como el modo en el que se adquieren los

conocimientos. El estudio sobre Lean Manufacturing, de la Fundación EOI (2013) revela que la aplicación directa de las técnicas Lean ha sido la que ha proporcionado el mayor nivel de conocimientos.

El modo de adquirir conocimientos en las empresas que no han implantado las técnicas Lean son similares a las que sí, aunque en estos casos la principal fuente de formación es a través de publicaciones y conferencias. Mientras que una parte significativa aunque baja de personas utilizó una formación estructurada.

La EOI recoge también en este estudio, cómo afecta al personal la implantación de las técnicas, elevándose el nivel de formación, motivación, la autonomía y la polivalencia en los puestos de trabajo. Y el cambio que se produce en la participación del personal en la mejora de los procesos, objetivo fundamental en la empresa lean. En este aspecto, los métodos de participación que se implantan en mayor medida son los grupos de mejora (93% de los casos), teniendo un éxito del 73%, mientras que el sistema de incentivos se implanta sólo en el 66% de las empresas, con un 50% de las opiniones favorables.

3.5.4 Opiniones de profesionales de Lean

Concluyendo este apartado, se presentan las ideas principales de una serie de opiniones de profesionales con experiencia *Lean* sobre aquellos aspectos que consideran más relevantes sobre el estado del *Lean Manufacturing* en España, recogidas por la EOI en su estudio del 2013, “Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación.”

Aunque afirman que la implantación puede ser costosa por el cambio

de mentalidad que implica esta filosofía, tienen muy presente que Lean no es una elección, y dejando de lado el hecho de que esté de moda, es necesario reducir los costes para ser competitivos.

Son muchos los que recalcan la importancia del compromiso de la Dirección tanto en la implementación como el mantenimiento para que Lean llegue a buen puerto, más que la inversión económica necesaria. Voluntad, un buen líder y el conocimiento de las técnicas, es la receta por la que apuestan. Introduciendo como novedad en este sector, la figura del responsable de la implantación, una persona desligada del día a día que ayude al impulso de la implementación. Mucho liderazgo y poca inversión.

Afirman que la implantación de Lean debe ser progresiva, sin pretender cambios a corto plazo. Las prisas y la falta de sentido común pueden llevar la implantación al fracaso. Es muy importante la determinación y la formación.

Por ello apuestan por la formación desde las universidades o centros de estudio, ya que consideran que Lean debe tratarse como una transformación cultural si se pretende que sea duradera y sostenible.

Por otra parte creen que esta filosofía necesita una mayor comprensión por parte de todos los agentes relevantes en los campos de la I+D+i, Empresa y Estado.

3.5.5 Herramientas de Lean Construction

A continuación se describen brevemente las principales herramientas de Lean Construction.

LPS (Last Planner System)

Según la web de Lean Construction Enterprise.

El LPS es un sistema de control que mejora notablemente el cumplimiento de actividades y el uso correcto de recursos de los proyectos de construcción.

Fue desarrollado originalmente por Ballard y Howell, fundadores del Lean Construction Institute, y actualmente, está siendo utilizado por cientos de constructoras alrededor del mundo. Gracias a sus exitosos resultados, su uso se ha incluido como un sistema de control imprescindible en los proyectos de construcción.

Su principio básico se basa en aumentar el cumplimiento de las actividades de construcción a través de la reducción de la incertidumbre asociada a la planificación. Para explicar este principio se muestra tres situaciones que pueden darse en los proyectos de construcción.



Figura 20. Situación general de los proyectos de construcción. Fuente: www.leanconstructionenterprise.com/documentacion/last-planer

La figura 20 refleja la situación general del proyecto; en la etapa de planificación se determinan los plazos y recursos de las actividades, es decir, lo que “debería hacerse” (en negro). Sin embargo, conforme avanza el proyecto resulta cada vez más difícil cumplir el plan inicial, y se modifica. En ese punto la situación cambia hacia lo que “se hará” realmente en el proyecto (en azul). Al final, el plan

inicial se modifica de forma que solo “se puede” ejecutar la obra de una forma distinta a lo planteado inicialmente (en naranja).



Figura 21. Situación de proyectos con mejor planeación. Fuente: www.leanconstructionenterprise.com/documentacion/last-planer

este caso no puede controlarse la incertidumbre asociada a algunas actividades, por lo que acaban ejecutándose de forma distinta a como se indica en el plan inicial.



Figura 22. Situación del proyecto con la aplicación de Last Planner. Fuente: www.leanconstructionenterprise.com/documentacion/last-planer

Otras veces, la situación de los proyectos de construcción no es tan crítica como la descrita en anteriormente, debido a la toma de medidas de control que permiten un mejor cumplimiento del plan inicial. No obstante, permanece la ejecución de algunas actividades de construcción en una intercepción entre “se puede” y “se hará”. La figura 21 refleja esa situación. En

La implementación de Last Planner hace posible que los plazos y recursos de los proyectos se ejecuten tal como lo establece el plan inicial. En este caso el plan “se puede” y “se hará” (Fig. 22).

La implementación es sencilla pero requiere de un estricto cumplimiento, ya que consiste en



crear planificaciones intermedias (trimestrales) y semanales, enmarcadas dentro de la programación inicial o plan maestro (abarca la totalidad de la duración del proyecto), en las que debe participar todo el

equipo de trabajo del proyecto, para que los planes sean congruentes entre sí. Al ser públicos, se consigue que todos los integrantes de la obra tengan una visión general del proyecto y no únicamente de sus tareas individuales.

IPD (Integrated Project Delivery)

También llamados contratos colaborativos, son claves para disminuir aquellos recursos de tiempo, material y humano que no aportan valor en los proyectos durante el diseño, la construcción y el posterior uso de la edificación.

Según la web www.leanbimconstruction.com, en 2006, The AIA California Council definió Integrated Project Delivery (IPD), como:

“IPD es un enfoque de gestión de proyectos que integra personas, sistemas, empresas y prácticas en un proceso que, colaborativamente, aprovecha los talentos y los puntos de vista de todos los participantes para optimizar los resultados del proyecto, aumentando el valor para el propietario, reduciendo el despilfarro y maximizando la eficiencia a través de todas las fases del diseño, fabricación y construcción”

Este sistema de colaboración propone que desde el inicio del proyecto el promotor, el arquitecto y el constructor trabajen conjuntamente para definir el diseño, el proceso de construcción, los costes objetivos (Target Cost) y pactar y gestionar el riesgo y los beneficios del proyecto. Es decir, conseguir un proyecto y una obra transparentes donde se incorpora al promotor en la gestión, compartiendo riesgos y beneficios.

LPDS (Lean Project Delivery System)

Glenn Ballard, en el LCI White Paper-8 (2000), presenta los LPDS con la siguiente imagen.

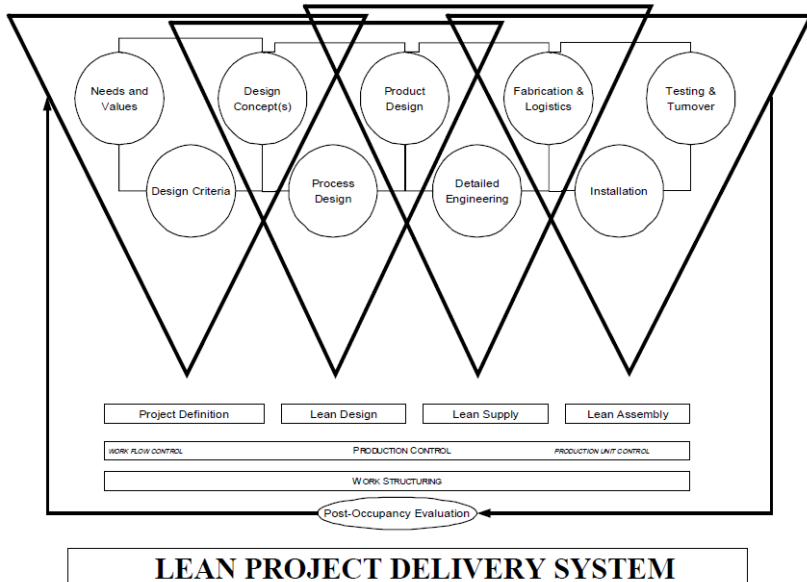


Figura 24. LPDS. (2000) Fuente: White Paper-8, Glenn Ballard

En ella se reflejan los trece módulos de los que se compone: nueve módulos organizados en otros cuatro, interconectados que se extiende desde la definición del proyecto hasta la definición del diseño y el suministro y montaje, más dos que se desarrollan a lo largo de la vida del proyecto (Control de producción y Estructuración del trabajo), más

la evaluación de la post-ocupación, que une el final de un proyecto con el comienzo del siguiente.

Definiéndolo un poco más detenidamente:

- La fase de Definición del Proyecto consta de los módulos: Necesidades y determinación de valores, Criterios de diseño y Diseño conceptual.
- El Diseño Lean consta del Diseño conceptual, Diseño de procesos y Diseño de producto.
- El Suministro Lean abarca las fases de: Diseño de producto, Ingeniería de detalle y Fabricación y logística.
- La Asamblea Lean reúne los módulos de: Fabricación y logística, Sitio de instalación y Prueba y facturación.
- El control de la producción consiste en el control de flujo de trabajo y control de la unidad de producción.
- La estructuración del trabajo y la evaluación de la post-ocupación son sólo módulos de momento.

En este Withe Paper, Glenn Ballard afirma que los LPDS se desarrollan como una filosofía, un conjunto de funciones interdependientes, unas reglas para la toma de decisiones, procedimientos para la ejecución de funciones y como puesta en práctica de las herramientas de ayuda, incluyendo software cuando sea apropiado.

El dominio de los LPDS se define por la intersección de proyectos y sistemas de producción. Algunos módulos LPDS podrán ser aplicables tanto a procesos o proyectos de diseño y fabricación como a la gestión

de proyectos en general, por ejemplo los módulos de control de la producción.

Glenn Ballard define las características esenciales de LPDS:

- El proyecto se estructura y maneja como un proceso de generación de valor.
 - Los accionistas aguas abajo están implicados en la planificación desde el principio a través de la formación de equipos funcionales.
 - El control del proyecto tiene como objeto controlar de forma que no se tengan que realizar variaciones tras haber terminado algún trabajo.
 - Los esfuerzos de optimización se enfocan en hacer que el flujo de trabajo sea fiable y continuo, en vez de mejorar la productividad.
 - Las técnicas “pull” son usadas para dirigir el flujo de materiales e información entre los especialistas intervinientes.
- Los bucles de *feedback* están incorporados en cada nivel, con ello se consigue un rápido ajuste del sistema; es decir, el aprendizaje.

Target Cost

Según un estudio de la Technical University of Denmark, realizado por el profesor Bo Jorgensen, el Target Cost o Coste Objetivo es una manera estructurada de identificar los costes y la calidad que debe ser alcanzada para que un producto tenga éxito en el mercado a la vez que unos beneficios satisfactorios.

Tradicionalmente la rentabilidad se ha estimado mediante la ecuación:

Precio de venta esperado – costos de producción = nivel de rentabilidad

El Target Cost toma un punto de partida diferente decidiendo primero qué nivel de rentabilidad sería satisfactorio que se dé.

Precio de venta esperado – nivel de rentabilidad = costo objetivo

Mediante este método los costes se convierten en bienes definidos como requisitos desde el inicio de las actividades de desarrollo del proyecto o producto. Estos se definen a través de una serie de reuniones en las que se especifican los objetivos de los costes de forma que satisfagan a todos los miembros implicados así como al suministro y las exigencias de rentabilidad, según indica el citado estudio.

Jorgensen afirma que esta regla sólo puede incumplirse en circunstancias muy especiales donde producir un producto con pocos beneficios sea necesario para obtener o proteger un mercado deseable o porque el producto en sí es un requisito para otro producto con beneficios satisfactorios.

3.6. Lean aplicado a los estudios de arquitectura

Actualmente la filosofía Lean no se encuentra muy integrada en los estudios de arquitectura de nuestro país. Sin embargo son muchos los países europeos y americanos que ya funcionan en base a esta metodología con buenos resultados.

Si bien, en España cada vez coge más fuerza las herramientas BIM, estrechamente ligadas con Lean, y los IPD o contratos colaborativos. Aunque es una buena forma de comenzar, aún queda mucho camino por recorrer hasta alcanzar el máximo valor en los estudios españoles.

Introduciendo Lean se conseguiría optimizar los procesos ya simplificados y acotados con las herramientas que se están empezando a emplear e incluso en aquellos estudios en los que no se haya hecho ninguna innovación de este estilo, adecuando Lean a su capacidad y demanda o volumen de trabajo éstos podrían de forma progresiva, mejorar en muchos aspectos.

Capítulo 4. Caso de estudio: Propuesta de implantación del método Kanban en un despacho de arquitectura

4.1 Una herramienta lean: metodología Kanban

4.1.1 Introducción

Kanban (“tarjeta” en japonés) es una herramienta lean basada en señales, desarrollada por Toyota en los años 50.

A través de ella se gestiona y asegura la producción justo a tiempo (JIT), una de las bases del funcionamiento de la filosofía Lean.

Tras la Segunda Guerra Mundial, ingenieros japoneses de esta empresa, viajaron a Estados Unidos para estudiar cómo funcionaban las fábricas allí y buscar una solución para la situación que vivía el mercado japonés en ese momento, en el que la producción se realizaba en base a pronósticos de demanda , ofertando más de lo exigido por los clientes. Una vez allí observaron el funcionamiento de los supermercados y descubrieron dos hechos que les parecieron trascendentes:

- Las secciones del supermercado presentaban una capacidad limitada de productos, puesta a disposición de los clientes.
- Cuando estos productos alcanzaban un nivel mínimo, el responsable de la sección sacaba los productos del almacén y reponía la cantidad que había sido consumida.

Los ingenieros japoneses interpretaron el hecho de que una sección de productos (o un contenedor) estuviese vacía, como una orden (orden de reposición de productos). Esto despertó en ellos la idea de una tarjeta o etiqueta de instrucción (en japonés: kanban) en la cual se mostrase la tarea a realizar; y posteriormente, la idea de una nueva técnica de producción, una producción a flujo tenso, en la cual un producto es enviado hacia un puesto de trabajo sólo cuando la orden ha sido emitida por este puesto de trabajo.

Ampliando esta idea; el objetivo principal sería satisfacer la demanda real del público consumidor, al mismo tiempo que minimizar los tiempos de entrega, la cantidad de mercancías almacenadas y los costes. Permitir que sea el mercado quien "tire" de las ventas: Que sea el pedido el que ponga en marcha la producción, y no la producción la que se ponga a buscar un comprador. El fin es poder abastecer al cliente, ofreciendo el producto que desea, el día previsto, y a un coste mínimo.

4.1.2 ¿Qué es Kanban? Conceptos básicos

Kanban es una herramienta lean que permite visualizar el flujo de trabajo; limitar el trabajo en curso (WIP) asignando límites concretos a cuántos elementos pueden estar en progreso a la vez en cada fase del flujo de trabajo; y mide el tiempo medio para completar un elemento, o Lead Time, optimizando el proceso para que éste sea tan pequeño y predecible como sea posible. (Kniberg y Skarin, 2010)

Para la mejor comprensión del sistema, se enumerarán a continuación una serie de **conceptos básicos** del mismo:

– Tablero visual kanban

Kanban pretende darle un carácter transparente al trabajo que se lleva a cabo, haciendo partícipes y conocedores de su transcurso a todos los implicados. Al visualizar de una forma clara y concisa el flujo de trabajo se consigue una mayor eficacia en el proceso de trabajo, evitando cuellos de botella o duplicidad de trabajo, entre otras cosas.

Este tablero se utiliza para:

- Trazar la gestión de un procedimiento y mantener el flujo de ejecución.
- Radiar información.

Éste se divide o bien en tres columnas (tareas pendientes- en proceso- terminadas/ TO DO- DOING- DONE) o bien se divide según los pasos a seguir en un proyecto. La confección del tablero se adapta según las necesidades en cada proyecto o empresa, pudiendo existir otras subdivisiones.

Sobre él se colocarán una serie de tarjetas en las que se describen las tareas a realizar, éstas se moverán a lo largo del tablero según su estado.



Figura 25. Tablero Kanban. (2013)

*Fuente:
www.xqa.com.ar/v
isualmanagement/
category/visual-
management/*

– Límite WIP (Work in Progress)

Según el profesor de la UPV y consultor de métodos ágiles, Patricio Letelier, en su blog “Agilismo at Work”; el límite WIP es el número máximo de tareas que pueden realizarse en cada fase del ciclo de trabajo, representado en un tablero kanban.

El objetivo del WIP es orientar al equipo a finalizar las tareas y establecer un flujo continuo de tareas entregadas. Orientando más hacia la finalización de tareas que al inicio de nuevas. Su ajuste tiene un gran impacto en la productividad de un equipo, y aunque no existe una regla fija para el cálculo del WIP, al inicio de una implantación se podría utilizar la siguiente fórmula para hallar un valor orientativo que luego, según la experiencia puede variar.

$$WIP= 2n-1$$

Siendo “n” el número de miembros del equipo, se aplica el -1 para aumentar el grado de colaboración.

Al limitar el WIP se pretende que una columna no acumule demasiado trabajo y pueda perjudicar el flujo. Por ello el WIP no puede ser ni muy alto ni muy bajo.

Si el WIP de un kanban es muy alto existe el riesgo de empezar muchas tareas y terminar pocas, de estar trabajando en varias cosas a la vez sin cerrar muchos temas.

Frente a cualquier contratiempo en una tarea, el equipo puede optar por comenzar con otra y demorar el terminar aquellas que presenten contratiempos.

Si el WIP es muy bajo las tareas se realizarán rápido pero probablemente habrán miembros del equipo ociosos, ya que

normalmente no todas las personas podrán trabajar a la vez sobre la misma tarea.

Además, las tareas estarán en estado de “pendientes de empezar a ser realizadas” demasiado tiempo, en espera de que el equipo comience a trabajar sobre ellas. Y el lead time será mayor de lo necesario.

Un WIP ajustado a la baja, hará que problemas que pudieran bloquear la finalización de una tarea se resuelvan lo más pronto posible, ya que hasta que no se resuelvan no se podrá comenzar a trabajar en otra cosa.

Con un menor WIP habrá una mayor colaboración del equipo, más tareas se harán por más de una persona, teniendo en cuenta que hay un límite de personas que pueden trabajar a la vez sobre una misma tarea. Por ello, otro propósito de limitar el WIP es evitar el exceso de multitareas y la sobrecarga de una parte del proceso.

- Los indicadores para medir el flujo son el **Lead Time**, el tiempo promedio que un ítem tarda en ser procesado y recorrer el tablero kanban desde que fué introducido en él hasta llegar a DONE en su extremo derecho, y el **Cycle Time**, que es similar, pero contando como comienzo el momento en el cual el ítem es cogido desde el Backlog (que correspondería a la primera columna del tablero kanban), y el **Throughput (Rendimiento)**, el número de ítems terminados por unidad de tiempo.

Lo deseable es mantener los valores de Lead Time y Cycle Time en su nivel mínimo, y aumentar todo lo posible el Throughput. La monitorización del flujo se visualiza en un **Cumulative Flow Diagram (CFD)**, una gráfica de áreas acumuladas que se construye con los contadores de ítems en cada actividad, día a día, ilustrando por áreas de

colores la evolución de la cantidad de ítems en cada actividad. A continuación se muestra una gráfica CFD indicando los conceptos básicos para su interpretación.

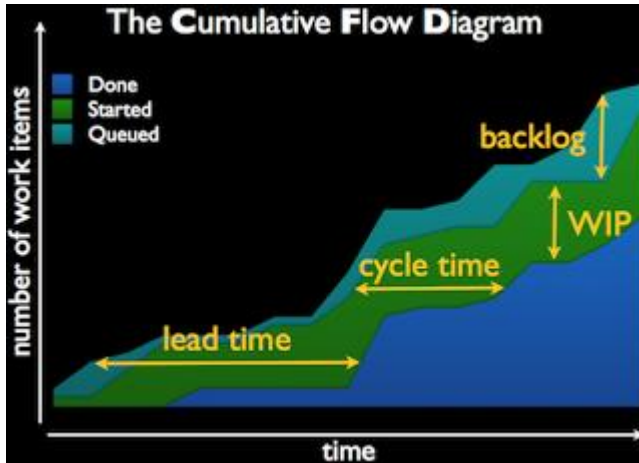


Figura 26. Diagrama del flujo acumulado. (2012) Fuente: <http://agilismoatwork.blogspot.com.es/2012/07/limitar-el-wip-una-buena-idea-pero-con.html>

– Ley de Little

Teodora Bozheva, formadora y consultora en Lean kanban, afirma en el blog de su empresa “Berriprocess” que la Ley de Little demuestra las relaciones entre el Lead Time, el Trabajo en curso (WIP) y el Throughput/ Rendimiento.

$$\text{Lead Time} = \text{WIP} / \text{Throughput}$$

Algunas de las conclusiones que se pueden extraer de esta ley son:

- Cuanto más alto es el WIP, mayor lead time, más se tardará en terminar el trabajo empezado.
- Cuanto mayor es el rendimiento, menor lead time. Esto se consigue automatizando actividades que no aportan mucho valor, mejorando los procesos o añadiendo más recursos.
- Esta ley es importante ya que proporcionan previsibilidad en el proceso, explica por qué las multi-tareas retrasan en lugar de acelerar la terminación del trabajo, proporcionan los fundamentos para llegar a los límites óptimos de WIP, ayudando a conseguir un flujo de trabajo suave y estable.
- Para que funcione se deben coger valores medios de todos los parámetros, las unidades deben ser coherentes y el sistema debe de estar estable, es decir, todo el trabajo que entra en el sistema, sale de este, el WIP total al inicio y al final del periodo es constante, la tasa media de llegada de trabajo es igual a la tasa media de salida de trabajo del sistema.
- **Teoría de Restricciones de Goldratt, en la gestión del flujo.**

Como explica Goldratt en su libro “La Meta”: “El rendimiento de cualquier cadena siempre está determinado por la fuerza de su eslabón más débil”.

Por ello su teoría de restricciones consiste en centrarse en mejorar la actividad que constituye la mayor limitación del sistema, pues es ella la que impone el ritmo a todo el sistema. Entre las posibles acciones de mejora estaría el concentrar (momentáneamente) recursos en la actividad, probablemente cogiéndolos desde las actividades que no

presentan acumulación (las cuales podrían incluso detenerse). Sólo en el caso que una actividad presente repetidamente está anomalía podría ser recomendable indagar más en su causa y aplicar otras medidas.

4.1.3 Principios, reglas y prácticas generales

A continuación se citan los principios, reglas y prácticas generales por las que se guía el sistema Kanban, según David J. Anderson, pionero en la utilización de sistemas Kanban para prestación de servicios a empresas y autor de los libros "Lessons in Agile Management", "Kanban - Successful Evolutionary Change for your Technology Business" y "Agile Management for Software Engineering".

Principios:

- Eliminación de desperdicios.
- Mejora continua.
- Participación plena del personal.
- Flexibilidad de la mano de obra.
- Organización y visibilidad.

Reglas:

- **Continuar con el proceso establecido.**

Kanban no pretende un cambio en el proceso de una empresa si no que se basa en el concepto de evolucionar el proceso actual.

➤ **Cambio incremental y evolutivo.**

La organización o equipo debe estar de acuerdo en que dadas sus circunstancias actuales se requiere un nuevo enfoque, suave, evolutivo, que les conduzca hacia una mejora gradual.

➤ **Respetar el proceso actual, roles, responsabilidades y cargos.**

Es probable que, la empresa tenga ciertas prácticas que funcionen correctamente y que valgan la pena preservar. Tanto buenas prácticas como las funciones, responsabilidades y cargos deben ser respetados para no causar un gran impacto de entrada y no suscitar temor alguno por la implantación del sistema, consiguiendo así un apoyo mayor para la iniciativa Kanban.

➤ **Animar a los actos de liderazgo en todos los niveles de la organización.**

Para el buen funcionamiento de toda nueva herramienta en una empresa, es necesario un buen liderazgo que la impulse y promueva. En este caso se debe concienciar a los trabajadores de que la necesidad de mejora puede darse en cualquier nivel de una organización y con mucha frecuencia a nivel individual. Los cambios deben realizarse de forma rápida y eficaz, por ello los trabajadores deben saberse en una cultura de mejora continua, segura, en la que poder tomar la iniciativa de proponer mejoras sin miedo a represalias.

Prácticas generales:

➤ **Visualizar (el trabajo, el flujo de trabajo y los riesgos de negocio)**

Kanban consigue hacer visible lo invisible. Esto es: plasmar el flujo de trabajo, cada acción y proceso, de forma que sea patente para los trabajadores, gerentes y directores de la empresa. Consiguiendo visualizar mejor los posibles riesgos y gestionarlos de forma consensuada.

Esto se realiza a través de las tarjetas Kanban, en las que se recogen los trabajos a realizar para un determinado proyecto. Éstas irán sobre el tablero kanban, que reflejará el estado de las mismas.

➤ **Limite WIP**

Como se ha explicado antes el límite WIP es el número máximo de tareas que pueden realizarse en cada fase del ciclo de trabajo, representado en un tablero kanban. El objetivo del WIP es orientar al equipo a finalizar las tareas y establecer un flujo continuo de tareas entregadas.

➤ **Administrar el flujo**

Es necesario monitorizar el movimiento, el flujo del trabajo, para conocer el estado del mismo. Lo ideal es tener un flujo suave y rápido, que significa que el sistema está creando valor rápidamente, de manera predecible, lo que reduce los riesgos y evita sobrecostes por demoras.

➤ **Definir el procedimiento y los alcances**

Consiste en predeterminar, estandarizar y asumir qué características o qué fases o hechos deben darse para considerar que una tarea está acabada y puede pasar al siguiente estadio. Con esto se consigue una comprensión explícita del funcionamiento del sistema, con lo que los problemas que puedan surgir podrán ser discutidos de una manera más empírica, racional y objetiva, facilitándose el consenso en torno a las sugerencias de mejora.

➤ **Implementar circuitos de retroalimentación**

La implementación de un proceso evolutivo como es Kanban no puede funcionar sin los bucles de retroalimentación. Kanban, utiliza cuatro prácticas específicas para la retroalimentación: la reunión de pie; la revisión de prestación de servicios; la revisión de operaciones y la revisión de riesgos. El propósito de los bucles de retroalimentación es poder comparar los resultados previstos con los resultados reales y hacer ajustes. En concreto, estos ajustes vienen de la comprensión y votaciones de los procesos y políticas implantadas.

➤ **Mejorar de forma colaborativa y experimentalmente (usando modelos / método científico)**

El límite WIP estimula conversaciones sobre problemas de proceso; cosas que impiden el flujo, o introducen perturbaciones que significan que el flujo es inconsistente o irregular. A menudo resultan un desafío para el límite WIP. El equipo tiene la opción de romper el límite, ignorar el problema y continuar, o para hacer frente al problema, discutirlo y

proponer un cambio.

Cuando los equipos tienen una comprensión compartida de las teorías sobre el trabajo, flujo de trabajo, el proceso, y el riesgo, es más probable que sea capaz de construir una comprensión compartida de un problema y proponer acciones de mejora que pueden ser acordados por consenso. En su libro “Kanban - Successful Evolutionary Change for your Technology Business”, Anderson, sugiere tres modelos útiles: La Teoría de Restricciones (el estudio de los cuellos de botella); La Teoría del Conocimiento Profundo (un estudio de la variación y cómo afecta a los procesos); y el Modelo Económico Lean (basado en los conceptos de "residuo" (muda, muri y mura)).

El uso de modelos permite a un equipo hacer una predicción sobre el efecto de un cambio (o intervención). Después se implementa; el cambio de los resultados se puede observar midiendo el flujo y el examen de los datos, comparando con la predicción esperada a partir del modelo viendo si se consigue una mejora o no. Este proceso de evaluación es una observación empírica con un modelo. Este enfoque científico es, en la opinión de Anderson, más probable que conduzca al aprendizaje, tanto a nivel individual y organizacional.

4.1.4 ¿Qué consigue Kanban?

Mediante la correcta aplicación de esta versátil herramienta, se puede lograr una mejora en la gestión y organización del trabajo, puesto que se consigue:

- Nivelar la demanda con la capacidad. Ser consciente de cuánto se puede hacer, y asumir más trabajo conforme se van liberando tarjetas.
- Limitar el trabajo en proceso, mejorar el flujo del trabajo, descubrir los problemas temprano y lograr un ritmo sostenible.
- Controlar el trabajo (no la gente), coordinar y sincronizar, descubrir los cuellos de botella y tomar decisiones que generen valor.
- Que los equipos se auto-organicen.
- Lograr una cultura de optimización incremental. (parte muy importante de Lean, Kanban ayuda visualmente a que esto sea posible)
- Poder empezar cualquier operación estándar en cualquier momento.
- Dar instrucciones basadas en las condiciones actuales del área de trabajo.
- Prevenir que se agregue trabajo innecesario a aquellas órdenes ya empezadas y prevenir el exceso de papeleo innecesario.

4.1.5 Funcionamiento de la metodología Kanban

Tras conocer el origen de Kanban, algunos conceptos básicos, sus principios, reglas y prácticas generales se procede a la explicación del funcionamiento del sistema.

El objetivo de este sistema es generar el máximo valor lo más rápidamente posible, de forma sostenida y sustentable.

Según Ohno, considerado el padre del sistema TSP: “Todo lo que hacemos es mirar la línea del tiempo y reducir el tiempo reduciendo todo aquel desperdicio que no agrega valor.”

Lo que un sistema puede hacer está limitado por la capacidad de ese sistema.

Sin embargo las organizaciones tienen más cosas para hacer de lo que pueden hacer. Como consecuencia se producen errores y aumentan los defectos, la calidad disminuye, la falta de cumplimiento se convierte en una norma, la gente está agotada y desmotivada, se generan más desperdicios y conflictos, y se pierde credibilidad. Una situación nada sustentable.

Por ello es necesario tener en mente la rentabilidad a largo plazo.

Al limitarse a hacer lo que se puede hacer aumenta la calidad, se reduce el re-trabajo y todas aquellas consecuencias negativas que se han mencionado.

Para gestionar esta medida de una manera eficiente, Kanban propone controlar el “flujo de valor”, esto son los procesos y subprocesos desde la planificación hasta la entrega del trabajo, nivelando la capacidad que

tiene el equipo de trabajo y la demanda; poniendo límites al trabajo en curso en cada proceso y subproceso (n^o), ya que se adquiere más velocidad, se descubren antes los errores y se generan menos costes cuanto menos trabajo se hace paralelamente. Mientras que la multitarea, genera pérdida de foco y tiempo al pasar de una a otra, generando desperdicio y camuflando los errores.

Kanban es un sistema pull, se hacen las cosas cuando son necesarias.

Lo ideal sería asignar un trabajo por persona, pero esto no es realista, por lo que los expertos aconsejan poner 2 ítems para evitar paradas por algún tipo de impedimento.

Todo esto se refleja en el contenido del tablero, compuesto por:

- Tarjetas que corresponden a un ítem de trabajo.
 - Tarjetas blancas: trabajo a realizar.
 - Tarjetas de color sobre blancas: sub-tareas, permiten ver el trabajo pendiente para finalizar un determinado trabajo o producto.
 - Pegatina roja: trabajo bloqueado.
 - Pegatina amarilla: trabajo defectuoso/ en retroceso.
 - En la tarjeta: fecha de entrada y comprometida para la finalización, tipo de prioridad del trabajo, consideraciones (si fuera pertinente) y el avatar del trabajador que la realiza sobre ella.

- Columnas con procesos y el correspondiente número de limitación de trabajo en curso. (WIP)

En el panel debe quedar reflejada toda la información necesaria para que el equipo mantenga el flujo de trabajo sostenidamente y tome las decisiones más convenientes para lograrlo sin necesidad de supervisión. Por eso deben quedar claras las reglas de decisión y cuándo se da una tarea por terminada.

Otro aspecto importante y muy beneficioso es diferenciar los trabajos/ productos/acciones en “clases de servicio” y saber qué porcentaje de cada clase de servicio se puede tener a la vez en el tablero.

- Son definidas en función del impacto en el negocio, es decir la generación de valor de las mismas. Sabiendo cómo afectan económicamente los distintos factores.
- Las entregas e implementaciones y prioridades varían entre diferentes clases.
- La clasificación resultará en “niveles de servicio” específicos a cada clase.
- Las políticas o reglas asociadas a cada clase de servicio nos indican qué “arrastrar” (hacer) primero y qué hacer cuando debemos tomar una decisión. Así cada uno puede tomar decisiones alineadas, en cualquier momento, sin intervención general o supervisión.
- Es recomendable que no hayan más de 6 clases de servicio, para no aumentar la dificultad del sistema.

4.1.6 Beneficios de Kanban

Son muchos y variados los beneficios que se logran mediante la aplicación de kanban, a continuación se citan algunos:

- Ajuste de cada proceso y flujo de valor a medida.
- Reglas simples que permiten optimizar el trabajo en función del valor que genera.
- Mejor manejo del riesgo.
- Tolerancia a la experimentación.
- Difusión “viral” a lo largo de la organización con mínima resistencia (a la mejora y cambios).
- Incremento de la organización.
- Mejora de la calidad del trabajo.
- Ritmo de trabajo sostenido y sustentable.
- Eliminación de la sobreproducción.
- Prioridad en la producción.
- La mejora de los procesos.
- Reducción en los niveles de inventario.
- Reducción en WIP (Work in Process).
- Flexibilidad en la calendarización de la producción y la producción en sí.
- Se rompen las barreras administrativas.

- Promueve el trabajo en equipo.
- Mejora la Calidad.
- Incentiva la autonomación (Decisión del trabajador de detener el trabajo si se observa un error).
- Provee información rápida y precisa.
- Minimiza desperdicios.
- Beneficios organizativos:
 - La transparencia que provee Kanban permite visualizar a los interesados los efectos de sus acciones o inacciones.
 - Las personas están más inclinadas a colaborar y brindar su tiempo cuando pueden ver los efectos que tienen.
 - Los límites del sistema y el trabajo en curso permiten identificar y resolver los problemas colaborativa e inmediatamente.
 - El incremento de la colaboración aumenta el capital social al interior del equipo y la confianza entre sus miembros.
 - La predictibilidad que se logra con el sistema Kanban- al alcanzar un flujo parejo y sostenido – redundante en una mayor confianza en todos los interesados dentro y fuera de la organización.
 - Mejora de tiempos de respuesta con un vistazo en el tablero.
 - Mejora tiempo de entrega.

- Se consigue sentimiento de tener algo en común.
- Espíritu Kaizen: mejora continua, los equipos tienen una herramienta para cambiar las cosas y hacerlo mejor. Empiezan a querer mejorar los procesos.

Son tantos y tan beneficiosos los efectos de kanban que tras conocerlos es difícil resistirse a trabajar con esta herramienta. Sin embargo no siempre resulta fácil, a continuación se dan una serie de posibles obstáculos con los que se pueden encontrar a la hora de implantar kanban.

4.1.7 Posibles obstáculos

A pesar de los beneficios de kanban, muchas empresas se muestran recelosas ante la propuesta de implantación de esta herramienta, esto puede deberse, entre muchas opciones, a los siguientes factores:

- Resistencia y miedo al cambio en la forma trabajo.
- No comprender el WIP, creer que podemos hacer varias cosas a la vez.
- Incumplimiento o no entendimiento de las reuniones diarias y mensuales.
- Gerencia poco comprometida.

4.2 Metodología del trabajo de implantación de Kanban

La implantación de la metodología Kanban se realizará mediante las siguientes fases:



Figura 27. Fases implantación Kanban (2015) Fuente propia.

➤ **Fase 0: Análisis, diagnóstico y concienciación de la situación actual.**

En esta fase se investigará y analizará la empresa en la que se quiere implantar kanban. A fin de poder diagnosticar las posibles causas que generan ineficiencia en la empresa.

➤ **Fase 1: Programación de los trabajos de implantación de Kanban.**

Mediante una EDT se reflejan las fases y tareas a realizar a lo largo de la implantación de Kanban, así como los agentes implicados en ellas.

➤ **Fase 2: Motivación.**

En esta fase se recogen los pasos que se seguirán para lograrla, empleando la metodología de Kotter. J, recogida en su libro “Gestión del Cambio” Ed. Deusto (2001).

➤ **Fase 3: Formación.**

En ésta se presentan los talleres propuestos para la formación del equipo del estudio de arquitectura.

➤ **Fase 4: Diseño del tablero Kanban.**

Se presenta y explica la propuesta de tablero kanban para el estudio de arquitectura objeto de estudio.

➤ **Fase 5: Análisis de los resultados, seguimiento y orientación.**

Para concluir se resumen los pasos a seguir tras comenzar a funcionar el tablero kanban.

4.3 Caso de Estudio: Cómo implantar Kanban en un estudio de arquitectura

4.3.1 Introducción

Como se contaba al inicio del presente proyecto, actualmente el sector de la edificación está gravemente afectado debido a la crisis que vive nuestro país. Por tanto es primordial para las empresas del sector, diferenciarse, ser punteros, productivos y ofrecer mucha calidad.

Para ello, se propone implantar en un estudio de arquitectura, en Linares, Jaén, una herramienta de la nueva filosofía Lean Construction, denominada Kanban.

En este caso, se utilizará Kanban con el fin de mejorar la gestión y organización del estudio en la redacción de proyectos de edificación.

El presente capítulo consiste en la propuesta de implantación de este método.

El planteamiento que se presenta es el considerado más idóneo para un estudio de sus características. Para realizar tal labor, la autora del presente proyecto asumirá el rol de consultora/ implementadora de Kanban.

Este proyecto se ha podido desarrollar gracias a la oportunidad de realizar la asignatura de Prácticas de empresa en dicho estudio de arquitectura, con el que se ha mantenido el contacto. Sin embargo, a pesar de haberse planteado la posibilidad de aplicar todos los pasos expuestos en el presente TFG al estudio, éste no ha tenido el tiempo de hacerlo mientras se ha estado redactando este TFG, posponiéndolo para más adelante.

4.3.2 Descripción del estudio de arquitectura objeto del estudio

El estudio de arquitectura en el que se propone la implantación del método Kanban, se llama “Arquitectura y Urbanismo Pedro Martínez, S. L. P.”, está ubicado en Corredera de San Marcos nº 35, 4º, - C.P. 23700 - Linares (Jaén).

Abierto desde enero de 1979, hasta el 2.001 funcionó en régimen fiscal de Persona Física y a partir del 1 de Enero de 2.001 se transformó en Sociedad Limitada Profesional hasta el día de hoy.

En él se han realizado Proyectos de todo tipo, tanto de Edificación, Demoliciones, Urbanización, así como redacción de todo tipo de documentos de Planeamiento y Desarrollo Urbanístico. Entre los de edificación principalmente de Uso Residencial (Viviendas Colectivas y Unifamiliares, Hoteles, Residencia Geriátrica, Casas de Acogida), Centros Comerciales, Uso Industrial. Y respecto a Planeamiento: Planes Parciales, Especiales de Reforma Interior, Estudios de detalle, Modificaciones de Planes Generales. Proyectos de Reparcelación, etc.

Especializado en la redacción de proyectos de edificación (Obra nueva, Reformas y Rehabilitación), redacción de planeamiento y proyectos de urbanización.

Su volumen de facturación es muy variado, no llegando al millón de euros, realizando al año unos 38 proyectos, según la Compañía de Responsabilidad Civil.

Actualmente su sistema organizativo es el siguiente:

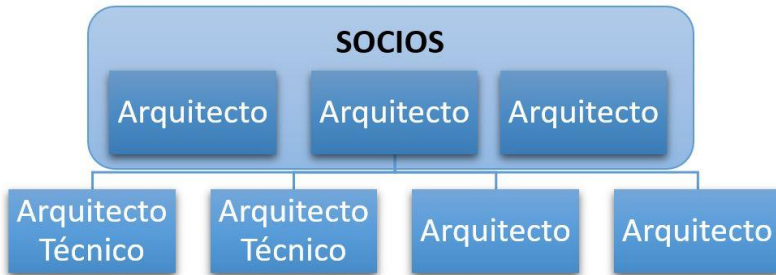


Figura 28. Organigrama del estudio de arquitectura. (2015) Fuente propia

La empresa cuenta con tres socios, arquitectos todos ellos, que ahora mismo tienen contratados a dos arquitectos técnicos y dos arquitectos. Entre los siete llevan a cabo todas las tareas necesarias para el desarrollo de los proyectos que se les encargan, así como, en su caso, la dirección facultativa de las obras correspondientes.

4.3.3 Fase 0: Situación actual del estudio: Análisis, diagnóstico y concienciación de la situación actual

El primer paso para implantar un nuevo sistema de organización en una empresa es el de obtener un conocimiento de la organización actual de la misma, los sistemas de comunicación y los procedimientos existentes.

La implementación de Kanban, comienza con un profundo análisis del sistema de organización del estudio de arquitectura.

Se analizará la existencia o no de procedimientos propios del estudio para la gestión de los proyectos y su cumplimiento por parte de la misma, en caso de existir tales procedimientos.

Para un número representativo de proyectos en marcha, se analizará el cumplimiento del programa del proyecto.

Se realizará un diagnóstico concreto para cada proyecto y un resumen general de todos los proyectos, buscando las causas comunes que aparecen en el incumplimiento de los programas de proyectos iniciales.

Se realizarán reuniones con los agentes involucrados en la organización, en las que se concienciará de los problemas generales que aparecen en el cumplimiento de los plazos de la redacción de los proyectos y la necesidad de modificar la visión y las técnicas de planificación.

Al final de esta fase se pretende motivar a los técnicos involucrados para que estén receptivos a un cambio de sistema de gestión de la organización de los proyectos.

En el caso particular de la empresa en la que se realiza la propuesta de implantación de Kanban, se observa un reparto aleatorio de las tareas a realizar, dándose casos de duplicidad de tareas, olvido de tareas que se convierten en urgencias de última hora y desconocimiento parcial del reparto de actividades a realizar.

4.3.4 Fase 1: Programación de los trabajos de implantación Kanban.

A continuación se presentan los trabajos que, asumiendo la autora de este TFG el rol de consultora Kanban, prevé necesarios a realizar durante la implantación, así como los agentes intervinientes. Se elabora una tabla en la que se refleja mediante una EDT o estructura de descomposición de tareas, todas las actividades que se realizarán durante la implantación de kanban en el estudio, reflejando en cuáles será necesario el apoyo de la empresa. Esta tabla será entregada al estudio con la intención de que exista desde el principio una transparencia en el trabajo, haciendo conocidos a los trabajadores de qué consiste la implementación y dónde participan.

ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICIÓN DE TAREAS (EDT)	RESPONSABILIDADES DE LAS ORGANIZACIONES	
	CONSULTOR	ESTUDIO DE ARQUITECTURA
FASE 0: ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y CONCIENCIACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL		
Recopilación de documentación		X
Reuniones con la Gerencia	X	X
Reuniones con los miembros del equipo	X	X
Preparación de Informes de Situación	X	
Entrega de Informes de Situación	X	
FASE I: PROGRAMACIÓN DE LOS TRABAJOS DE IMPLANTACIÓN		
Programar fases y trabajos	X	
FASE II: MOTIVACIÓN DE LOS TRABAJADORES		
Motivación de los trabajadores	X	X

FASE III: CAPACITACIÓN		
Taller de capacitación nº 1	X	X
Taller de capacitación nº 2	X	X
Taller de capacitación nº 3	X	X
Taller de capacitación nº 4	X	X
FASE IV: DISEÑO DEL TABLERO KANBAN		
Confección del tablero particular, adaptado al funcionamiento, demanda y capacidad de la empresa	X	X
FASE V: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS, SEGUIMIENTO Y ORIENTACIÓN		
Reuniones diarias en semana nº 1	X	X
Reuniones diarias en semana nº 2	X	X
Reunión semanal de seguimiento, nº 1 (semana 3)	X	X
Reunión semanal de seguimiento, nº 2 (semana 4)	X	X
Reunión semanal de seguimiento, nº 3 (semana 5)	X	X
Reunión semanal de seguimiento, nº 4 (semana 6)	X	X
Entrega Informe final de resultados	X	
Servicio de monitorización	X	

Puntos de inspección.

Tabla 5. Programación de los trabajos de implantación de Kanban. (2015)

Fuente propia

4.2.3 Fase 2: Motivación

La fase de motivación es un punto clave en el desarrollo de la implementación de Kanban, será realizada conjuntamente por la Gerencia del estudio y la Consultora Kanban encargada.

Es fundamental generar un ambiente de motivación, en el que se logre la unión del equipo hacia un fin común así como el compromiso firme de conseguirlo entre todos.

Para ello se utilizará la metodología explicada por Kotter. J, en su libro “Gestión del Cambio” Ed. Deusto (2001).

A continuación se explica ésta brevemente.

Gestión del Cambio en organizaciones empresariales a través de 8 pasos:

➤ **Paso 1: Crear sentido de urgencia.**

Para que ocurra el cambio, se necesita que toda la empresa realmente lo desee. Hay que desarrollar un sentido de urgencia alrededor de la necesidad de cambio. Esto puede ayudar a despertar la motivación inicial para lograr un movimiento.

Esto no es simplemente mostrar una estadística de ventas o hablar de la creciente competencia. Se debe abrir un diálogo honesto y convincente acerca de lo que está pasando en el mercado y en la competencia. Si los trabajadores empiezan a hablar acerca del cambio que se propone, la urgencia se construye y alimenta a sí misma.

Qué hacer:

1. Identificar potenciales amenazas y desarrollar escenarios que muestren lo que podría suceder en el futuro.

2. Examinar oportunidades que deber ser o podrían ser explotadas.
3. Iniciar debates honestos y dar razones convincentes para hacer que la gente piense y participe.
4. Solicitar el apoyo de la gerencia para reforzar los argumentos.

Kotter sugiere que para que el cambio ocurra con éxito, el 75% de los implicados deben querer realizar el cambio de forma convencida. Esto implica conseguir transmitir el sentido de urgencia sin sembrar pánico, antes de pasar al siguiente paso.

➤ **Paso 2: Formar una poderosa coalición.**

Se debe convencer a los trabajadores de que el cambio es necesario. Esto a menudo implica un fuerte liderazgo por personas clave dentro de la organización. Gestionar el cambio no es suficiente, también hay que liderarlo.

Para ello es productivo crear una coalición con persona influyentes, bien por el puesto que ocupa, estatus, experiencia, etc. Una vez creada ésta debe de trabajar en concienciar de la urgencia de cambio y hacer de impulso.

Qué hacer:

1. Identificar verdaderos líderes.
2. Pedirles un compromiso emocional.
3. Trabajar en equipo en la construcción del cambio.

4. Identificar áreas débiles dentro del equipo y asegurar que hayan personas de distintos niveles de la empresa y departamentos.

➤ **Paso 3: Crear una visión para el cambio.**

Al empezar a pensar en un cambio probablemente haya muchas ideas y soluciones dando vueltas. Hay que vincular esos conceptos a una visión general, que los trabajadores puedan entender y recordar fácilmente. Con esto podrán comprender por qué se les pide que hagan ciertas cosas, ya que cuando la gente ve por sí misma lo que está tratando de lograr las directivas que le son dadas cobran más sentido.

Qué hacer:

1. Determinar los valores que son fundamentales para el cambio.
2. Elaborar un breve resumen que capture “lo que ve” como futuro de la organización.
3. Crear una estrategia para ejecutar esa visión.
4. Asegurarse de que la coalición pueda describir la visión en 5 minutos, o menos.
5. Practicar la “declaración de la visión” a menudo.

➤ **Paso 4: Comunicar la visión.**

Lo que se haga con la visión después de crearla determinará su éxito. El mensaje a transmitir puede encontrarse con fuertes competencias en las comunicaciones diarias dentro de la empresa, por lo que se debe

comunicar, dicho mensaje, frecuentemente y con fuerza, e incluirlo dentro de todo lo que se haga.

No hay que limitarse a realizar reuniones extraordinarias para comunicar la visión de futuro si no que hay que hablar de ella cada vez que se pueda. Usándola para tomar decisiones y resolver problemas. Cuando se mantenga fresca en la mente de todos, será más fácil recordar la visión y actuar en respuesta a ella.

Qué hacer:

1. Hablar a menudo de la visión del cambio.
2. Responder abierta y honestamente a las preocupaciones y dudas de los trabajadores.
3. Aplicar la visión en todos los aspectos operativos, desde el entrenamiento hasta la evaluación de la ejecución.
4. Predicar con el ejemplo.

➤ **Paso 5: Eliminar los obstáculos.**

Si se han seguido los pasos anteriores, al llegar a este punto, con suerte los trabajadores implicados en el cambio querrán ocuparse de él y conseguir los beneficios que se han estado promoviendo. Aun así puede haber gente, procesos o estructuras que se resistan al cambio. Por lo que es necesario comprobar constantemente las barreras que existen y eliminar obstáculos con la ayuda de los trabajadores ya implicados.

Qué hacer:

1. Identificar personas nuevas que sean líderes del cambio y cuya función sea llevarlo a cabo.

2. Revisar la estructura orgánica, puestos y sistemas de recompensas e incentivos para asegurar que están en concordancia con la visión.
3. Reconocer y recompensar a quien trabaje duro por conseguir el cambio.
4. Identificar personas que se resistan al cambio y ayudarles a ver que es necesario.
5. Adoptar medidas para eliminar los obstáculos.

➤ **Paso 6: Asegurar triunfos a corto plazo**

Nada motiva más que el éxito. Por ello hay que darle a la empresa el sabor de la victoria en una fase temprana del proceso de cambio. Crear metas a corto plazo y verlas alcanzadas es un gran aliciente.

Qué hacer:

1. Buscar proyectos de éxito asegurado, que se puedan implementar sin ayuda de aquellos que sean críticos al cambio.
2. No elegir metas tempranas que sean muy costosas.
3. Analizar con cuidado los pros y contras de cada proyecto. Si no se tiene éxito en la primera meta puede dañarse por completo la iniciativa del cambio.
4. Reconocer el esfuerzo de los trabajadores que colaboran para alcanzar los objetivos.

➤ **Paso 7: Construir sobre el cambio.**

Kotter sostiene que muchos proyectos de cambio fallan porque se declara la victoria antes de tiempo. El cambio real sucede muy profundamente y las victorias tempranas sólo son el comienzo de lo que se necesita hacer para lograr los cambios a largo plazo. Cada victoria proporciona una oportunidad para construir sobre lo que funcionó y determinar aquello que se debe mejorar.

Qué hacer:

1. Después de cada victoria, analizar qué funcionó y qué es necesario mejorar.
2. Fijarse más metas para aprovechar el impulso ganado.
3. Aprender sobre Kaizen y la mejora continua.
4. Mantener ideas frescas sumando más agentes y líderes del cambio.

➤ **Paso 8: Anclar el cambio a la cultura de la empresa.**

Por último, para lograr que cualquier cambio resulte efectivo debe estar muy interiorizado por el núcleo de la organización. El cambio debe ser patente en todos los aspectos de la organización de la empresa, haciendo sólida la nueva cultura de trabajo. Por ello es fundamental que los líderes siempre apoyen el cambio y den ejemplo para que la labor perdure.

Qué hacer:

1. Habla acerca de los avances cada vez que se tenga oportunidad. Contar casos de éxito sobre el proceso de cambio.

2. Incluir los ideales y valores del cambio cada vez que se contrate y entrene a nuevos trabajadores.
3. Reconocer públicamente a los principales miembros de la coalición del cambio original y asegurarse de que el resto del personal recuerden sus contribuciones.
4. Crear planes para sustituir a los líderes principales, promotores del cambio, cuando éstos abandonen la empresa, para asegurar que su legado no se pierda.

Puntos clave:

Se debe trabajar duro para cambiar con éxito una organización. Cuando se planea cuidadosamente y se construye un buen fundamento, la aplicación del cambio podrá ser más fácil y aumentarán las posibilidades de éxito. Sin embargo, si se está demasiado impaciente y se esperan resultados demasiado pronto, es probable que se fracase.

Crear sentido de urgencia, tener poderosos líderes de cambio, construir una visión clara y comunicarla de una manera eficaz, eliminar los obstáculos, crear triunfos a corto plazo y construir sobre el cambio. Si se hacen estas cosas, se puede llegar a conseguir hacer del cambio parte de la cultura organizacional de la empresa. Ahí es cuando se puede declarar una verdadera victoria.

4.3.6 Fase 3: Formación

Uno de los factores fundamentales para la implementación del sistema Kanban es la formación, la cual proporciona los conocimientos

necesarios que permiten que el personal de cualquier proyecto realice buenas prácticas. La capacitación es un proceso vital para producir un cambio en la visión de los agentes en el proceso.

La tabla 6 propone los contenidos a revisar de cada taller o sesión de entrenamiento y las acciones que deben ser coordinadas por los encargados de la implementación (entrenadores y miembros de la gerencia).

Se propone un plan de 5 módulos distribuido en 5 días consecutivos, donde se reflejan los contenidos de cada sesión y sus tareas.

Nº TALLER	CONTENIDOS	TAREAS	Nº SEMANA
Taller 1 (120')	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción a Lean. • Introducción a Lean Construction. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dar a conocer Lean, sus valores, filosofía y ventajas. • Ubicar a los trabajadores y hacerles sentir parte de un gran movimiento innovador y puntero. 	1
Taller 2 (120')	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción a Kanban: principios, reglas, prácticas generales, funcionamiento, utilidad. • Conceptos básicos de Kanban 	<ul style="list-style-type: none"> • Dar a conocer la nueva filosofía de trabajo. • Familiarizar a los trabajadores con los conceptos básicos. 	1

	<ul style="list-style-type: none"> • Beneficios y ventajas 	<ul style="list-style-type: none"> • Mostrar los beneficios y oportunidades que se les presenta. 	
Taller 3 (180')	<ul style="list-style-type: none"> • Limites WIP • Tipos de riesgos • Evolución del tablero Kanban • Simulación interactiva y análisis 	<ul style="list-style-type: none"> • Profundizar en el sistema Kanban y su funcionamiento a lo largo del tiempo. • Acercamiento teórico práctico al tablero. 	1
Taller 4 (180')	<ul style="list-style-type: none"> • Tormenta de ideas sobre cosas que funcionan, fallos y oportunidades de mejora en el sistema actual de gestión y organización. • Propuesta de soluciones. • Primeros diseños del tablero Kanban. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexionar sobre la situación de la empresa y primeros diseños kanban. • Explicación práctica de conceptos en tablero kanban. 	1
Taller 5 (180')	<ul style="list-style-type: none"> • Pre-diseño del tablero final. • Dudas y repaso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Propuesta de diseño definitivo del tablero de la empresa 	1

Tabla 6. Contenidos de los talleres. (2015) Fuente propia

Los resultados esperados de un proceso de capacitación son:

- Conocimiento de la nueva técnica.
- Motivación para su implantación.

4.3.7 Fase 4: Diseño del tablero Kanban

En esta fase de la implantación se recoge el grueso de las actividades que se deben realizar a la hora de redactar un proyecto básico y un proyecto de ejecución. Que es la principal labor del estudio de arquitectura.

Con esto, se pasará a diseñar el tablero Kanban; con la información recabada después de reunirnos con la gerencia y los trabajadores para conocer la empresa y su organización; la formación, en la que los propios trabajadores, guiados por la consultora kanban, hacen patente oportunidades de mejora en la empresa y proponen modelos de tableros; y tras analizar *insitu* el funcionamiento del estudio.

La implementadora kanban diseñará un tablero que se adapte a las necesidades específicas del estudio, teniendo en cuenta la demanda y capacidad del mismo para absorber dicha demanda.

Este tablero puede evolucionar durante las semanas consecutivas de seguimiento.



Figura 29. Tablero Kanban para redacción de proyectos de edificación. (2015)
 Fuente propia

El presente **tablero** está compuesto por doce columnas y cinco filas. Las celdas por las que se seguirá el flujo de trabajo tendrán una dimensión de 15,5 x 15,5 cm.

En la primera columna se hará referencia a los proyectos sobre los que se está trabajando. Las tres columnas siguientes (en azul) corresponden al flujo de las actividades durante la fase de “Programa de necesidades” que se divide en: Pendiente- En Proceso- Terminada. La franja roja, compuesta por cuatro columnas, pertenece a la fase de redacción del “Proyecto Básico”, y se divide en: Pendiente- En Proceso- Terminada falta revisión- Revisada. Esta fase tiene una columna más y una franja roja que indican la necesidad de realizar una revisión por parte del responsable antes de dar las tareas por finalizadas y presentarlas al cliente.

La etapa de “Proyecto Básico” y la de “Proyecto de Ejecución” están separadas por una línea roja más gruesa que señala que en ese punto el proyecto pasará bajo la supervisión del cliente y del Ayuntamiento.

La última franja (verde), refleja la fase de redacción del “Proyecto de Ejecución” y está dividida en cuatro columnas: Pendiente- En Proceso- Terminada falta revisión- Revisada.

Habrán tantas filas de proyectos como proyectos pueda desarrollar la empresa al mismo tiempo.

PROYECTO BÁSICO	
En Proceso nº WIP	Terminada falta revisión nº WIP

Cada columna perteneciente a una fase del proyecto, tendrá calculado su WIP.

A la derecha del tablero se reservará un espacio en el que se plasmarán los

siguientes apartados:

- El equipo con sus avatares y nombres, para que se identifiquen fácilmente.
- Posibles estado de las tareas, a destacar (bloqueado o en retroceso por defecto).
- El proceso, donde se especificarán las pautas a seguir para el buen funcionamiento del método kanban, basándose en la estandarización de normas y actuaciones.
- Una cajita que albergue las tarjetas, pegatinas y avatares, con un rotulador, para tener siempre a mano el material necesario para actualizar en cualquier momento el tablero kanban.

Las tareas a realizar en casa fase se plasmarán mediante **tarjetas** blancas de 7,6 x 7,6 cm, en las que se recogerá la siguiente información:

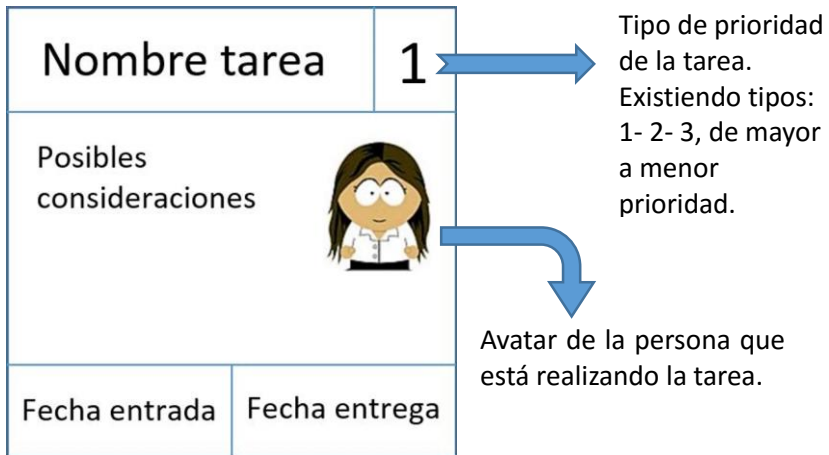


Figura 30. Tarjeta Kanban. (2015) Fuente propia

Los nombres de las tareas serán los correspondientes a los apartados del proyecto que marca el BOE como “Contenido del proyecto” aceptado por el CTE, con las correspondientes sub-tareas que serán los subapartados indicados. Mientras que en la fase de “Programa de necesidades” se establecerán tres grandes actividades.

A continuación se presentan las actividades que conformarán el trabajo de desarrollo de un proyecto a grandes rasgos.

PROGRAMA DE NECESIDADES
1. Requisitos del cliente
2. Normativa urbanística
3. Reglamento específico

Tabla 7. Programa de necesidades. (2015)

Fuente propia

PROYECTO BÁSICO	
Apartados del proyecto	Subapartados del proyecto
1. Memoria Descriptiva	1.1 Agentes
	1.2 Información previa
	1.3 Descripción del proyecto
	1.4 Prestaciones del edificio
2. Memoria Constructiva	2.1 Sustentación del edificio
3. Cumplimiento del CTE	3.1 Seguridad en caso de incendio
4. Planos	4.1 Plano de situación
	4.2 Plano de emplazamiento
	4.3 Plano de urbanización
	4.4 Plantas generales
	4.5 Planos de cubierta
	4.6 Alzados y secciones
5. Presupuesto	5.1 Presupuesto aproximado

Tabla 8. Proyecto Básico. (2006) Fuente: ANEJO I, BOE RD314/2006, 17 de marzo por el que se aprueba el CTE

PROYECTO DE EJECUCIÓN	
Apartados del proyecto	Subapartados del proyecto
1. Memoria Descriptiva	1.1 Agentes
	1.2 Información previa
	1.3 Descripción del proyecto
	1.4 Prestaciones del edificio
2. Memoria Constructiva	2.1 Sustentación del edificio
	2.2 Sistema estructural
	2.3 Sistema envolvente
	2.4 Sistema de compartimentación
	2.5 Sistemas de acabados
	2.6 Sistemas de acondicionamiento e instalaciones
	2.7 Equipamiento
3. Cumplimiento del CTE	3.1 Seguridad estructural
	3.2 Seguridad en caso de incendio
	3.3 Seguridad de utilización
	3.4 Salubridad
	3.5 Protección contra el ruido

	3.6 Ahorro de energía
4. Cumplimiento de otros reglamentos y disposiciones	
5. Anejos a la memoria	5.1 Información geotécnica
	5.2 Cálculo de la estructura
	5.3 Protección contra el incendio
	5.4 Instalaciones del edificio
	5.5 Eficiencia energética
	5.6 Estudio de impacto ambiental
	5.7 Plan de control de calidad
	5.8 Estudio de Seguridad y salud o Estudio Básico, en su caso
6. Planos	6.1 Plano de situación
	6.2 Plano de emplazamiento
	6.3 Plano de urbanización
	6.4 Plantas generales
	6.5 Planos de cubierta
	6.6 Alzados y secciones
	6.7 Planos de estructura
	6.8 Planos de instalaciones
	6.9 Planos de definición

	constructiva
	6.10 Memorias gráficas
	6. 11 Otros
7. Pliego de condiciones	7. 1 Pliego de cláusulas admin.
	7.2 Disposiciones generales
	7.3 Disposiciones facultativas
	7.4 Disposiciones económicas
	7.5 Pliego de condiciones técnicas particulares
	7.6 Prescripciones sobre los materiales
	7.7 Prescripciones cuanto a la ejecución por uds de obra
	7.8 Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado
8. Mediciones	
9. Presupuesto	9.1 Presupuesto aproximado
	9.2 Presupuesto detallado

Tabla 9. Proyecto de Ejecución. (2006) Fuente: ANEJO I, BOE RD314/2006, 17 de marzo por el que se aprueba el CTE

En la fecha de entrada se pondrá el día en el que se empieza realizar esa actividad y en la fecha de entrega, el día para el que se compromete a entregarla.

En la parte de “Posibles consideraciones” se especificarán detalles importantes a recordar de las tareas que así lo requieran.

Existirán también unas tarjetas de menor tamaño (3,4 x 4,7 cm) de color rojo y amarillo que se pondrán sobre las tarjetas blancas de actividades en el caso de que se produzca un bloqueo de la actividad o un retroceso por defecto, respectivamente. En ellas se escribirá brevemente cuál es la incidencia y mediante un avatar se indicará quién es el encargado de resolverla.

Funcionamiento del tablero.

Antes de comenzar a usar el tablero kanban es necesario establecer unas normas y pautas de actuación para el correcto uso del mismo y poder así lograr los beneficios de su aplicación.

La **estandarización** es clave. Por ello aparte de informar al equipo sobre las normas y pautas, éstas se plasmarán sobre el tablero a modo de recordatorio.

En el panel debe quedar reflejada toda la información necesaria para que el equipo mantenga el flujo de trabajo sostenidamente y tome las decisiones más convenientes para lograrlo sin necesidad de supervisión. Por eso deben quedar claras las reglas de decisión y cuándo se da una tarea por terminada. En el caso de este tablero kanban, se remarca con dos franjas rojas y un símbolo, la necesidad de que las actividades sean

revisadas en la fase de “Proyecto Básico” antes de darse por terminadas.

Las demás cuestiones relacionadas con la estandarización del proceso se reúnen en el apartado de “Proceso” donde se recuerda:

- La necesidad de actualizar diariamente el tablero.
- Que cada mañana debe celebrarse una reunión de 10´frente al tablero, para sacar a la luz posibles problemas y ayudar a crear una visión compartida de las tareas de todo el equipo.
- Fijar la reunión mensual en la que se revisarán los indicadores establecidos por la empresa para medir el *feedback* que se está logrando con el tablero kanban, analizar cómo ha funcionado el equipo, qué cosas se han hecho bien y qué no, hacer la planificación y proponer acciones de mejora continua entre los trabajadores, ver qué se puede mejorar y cómo. Al principio se abordarán cuestiones sencillas y paulatinamente se tratarán aspectos de mayor peso si fuera necesario.
- Cómo abordar la incorporación de nuevos encargos. En función de las prioridades que fije la empresa.

Una vez aclaradas las pautas de actuación, se deberá decidir el número de proyectos que se ejecutarán al mismo tiempo, y el **WIP** existente en cada columna.

Al ser éste un método de trabajo empírico y no haberse podido aplicar al estudio en cuestión, sino que se trata de una propuesta, no se pueden dar datos específicos.

Según el libro “Kanban y Scrum – obteniendo lo mejor de ambos.” de Henrik Kniberg y Mattias Skarin. Es imposible saber desde el principio qué límite WIP será el adecuado, por lo que es recomendable comenzar con un límite WIP bastante generoso. Y, mediante la visualización del flujo, ir experimentando y analizando lo que va sucediendo, para conforme pase el tiempo ir ajustándolos. Para esto sólo se requiere observar cómo fluye el trabajo en el tablero kanban y qué problemas se dan.

Un primer límite WIP que se podría usar es la fórmula $2n-1$, siendo “n” el número de miembros del equipo, se aplica el -1 para aumentar el grado de colaboración. Kniberg y Skarin opinan que es una forma poco controvertida de comenzar, ya que “proporciona una explicación simple y lógica.”

En su caso de estudio, Kniberg y Skarin, comentan que con el tiempo los gerentes prefirieron mantener bajo el número de proyectos concurrentes porque de esta forma conseguían atender más rápidamente a las partes interesadas y, en caso de producirse un cambio imprevisto, podían repriorizar las tareas con agilidad para solucionar el problema.

Y aunque esto depende de las características de la empresa y la demanda de trabajo que tenga, esta opción sería aplicable al estudio de arquitectura objeto de la propuesta de implantación de kanban

¿Por qué es importante el límite WIP y en función de qué sucesos puede variar?

Mediante un correcto límite WIP se puede lograr un **Lead Time** bajo, esto es, que el tiempo promedio que un ítem tarda en ser procesado y

recorrer el tablero kanban desde que fue introducido en él hasta llegar a DONE/ Terminado, sea lo menor posible.

Esto se consigue evitando colas y cuellos de botella en el flujo del trabajo.

En la siguiente imagen se muestra las consecuencias de un cuello de botella:

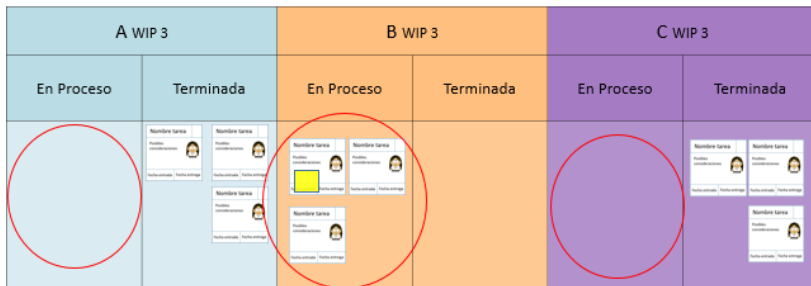


Figura 31. Cuello de botella. (2015) Fuente propia

- El equipo que desarrolla el proceso “A” no podrá comenzar nuevas tareas hasta que el equipo del proceso “B” coja alguna de su columna de “Hecho”. Ya que debe cumplir el límite WIP marcado.
- El equipo del proceso “B” tiene aún todas sus tareas en desarrollo.
- El equipo que desarrolla en proceso “C” ha finalizado todas sus tareas pero no tiene nuevas actividades con las que continuar.

En este contexto se observan dos equipos desocupados y un tercero desbordado por el trabajo.

Se propone tres posibles soluciones para abordar la problemática:

- Si se trata de una situación puntual, el equipo “C” ayudará al equipo “B” a desarrollar sus tareas para poder proseguir con el flujo de trabajo habitual lo más rápidamente posible.
- Si es un hecho reiterante puede ser que el WIP esté mal calculado, con lo cual se deberá recalcular en función de la capacidad del equipo para absorber la demanda de trabajo. Si no se puede disminuir el WIP se deberá aumentar los recursos o mejorar la gestión de los mismos.
- Otra opción es disponer de un número de recursos polivalentes que en situaciones puntuales de embotellamiento colaboren donde sea necesario.

Con esto se pasa a ver cómo sería el **movimiento de las tarjetas dentro del tablero kanban.**

PROYECTOS	PROGRAMA DE NECESIDADES			PROYECTO BÁSICO				PROYECTO DE EJECUCIÓN			
	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP
Proyecto A											

PROYECTOS	PROGRAMA DE NECESIDADES			PROYECTO BÁSICO				PROYECTO DE EJECUCIÓN			
	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP
Proyecto A											

PROYECTOS	PROGRAMA DE NECESIDADES			PROYECTO BÁSICO				PROYECTO DE EJECUCIÓN			
	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP
Proyecto A											

PROYECTOS	PROGRAMA DE NECESIDADES			PROYECTO BÁSICO				PROYECTO DE EJECUCIÓN			
	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP
Proyecto A											

PROYECTOS	PROGRAMA DE NECESIDADES			PROYECTO BÁSICO				PROYECTO DE EJECUCIÓN			
	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP
Proyecto A											

PROYECTOS	PROGRAMA DE NECESIDADES			PROYECTO BÁSICO				PROYECTO DE EJECUCIÓN			
	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP
Proyecto A											

PROYECTOS	PROGRAMA DE NECESIDADES			PROYECTO BÁSICO				PROYECTO DE EJECUCIÓN			
	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP
Proyecto A											

PROYECTOS	PROGRAMA DE NECESIDADES			PROYECTO BÁSICO				PROYECTO DE EJECUCIÓN			
	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP
Proyecto A											

PROYECTOS	PROGRAMA DE NECESIDADES			PROYECTO BÁSICO				PROYECTO DE EJECUCIÓN			
	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP
Proyecto A											

PROYECTOS	PROGRAMA DE NECESIDADES			PROYECTO BÁSICO				PROYECTO DE EJECUCIÓN			
	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP
Proyecto A											

PROYECTOS	PROGRAMA DE NECESIDADES			PROYECTO BÁSICO				PROYECTO DE EJECUCIÓN			
	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP
Proyecto A											

PROYECTOS	PROGRAMA DE NECESIDADES			PROYECTO BÁSICO				PROYECTO DE EJECUCIÓN			
	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP
Proyecto A											

PROYECTOS	PROGRAMA DE NECESIDADES			PROYECTO BÁSICO				PROYECTO DE EJECUCIÓN			
	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP	Pendiente nº WIP	En Proceso nº WIP	Terminada falta revisar nº WIP	Revisada nº WIP
Proyecto A											

Figura 32. Movimiento tarjetas Kanban. (2015) Fuente propia

4.2.6 Fase 5: Análisis de los resultados, seguimiento y orientación

Tras el diseño del tablero y la previa capacitación de los trabajadores, la implementadora Kanban prevé seis semanas de seguimiento intensivo.

En las dos primeras se realizarán reuniones diarias al principio de cada jornada, con la intención de repartir tareas, analizar el flujo de trabajo, ver si hay cuellos de botella o colas y ver qué las causan. Estas reuniones tendrán una duración máxima de 15 minutos y se realizarán alrededor

del tablero kanban. Durante estas semanas la consultora permanecerá en el estudio para asesorar y resolver posibles dudas.

Las cuatro semanas siguientes la implementadora se reunirá cada viernes con el estudio para analizar cómo ha funcionado el equipo, qué cosas se han hecho bien y qué no, crear un buen *feedback* entre los trabajadores, ver qué se puede mejorar y cómo. Al principio se abordarán cuestiones sencillas y paulatinamente se tratarán aspectos de mayor peso si fuera necesario. Durante estas cuatro semanas, el equipo, por su parte, deberá continuar celebrando las reuniones diarias para el correcto desarrollo del sistema kanban.

Pasado este periodo de seguimiento, la consultora entregará a la gerencia un informe detallado de la nueva situación de la empresa, señalando fortalezas adquiridas y puntos en los que se deben continuar trabajando. Se celebrará de igual modo una reunión con todo el estudio para explicar dicho informe y se dará por concluida esta etapa.

A partir de entonces la consultora realizará una función de orientadora, para dudas puntuales que pudiesen surgir, motorizando sus resultados, así como para mantener al día al estudio en nuevas mejoras del sistema kanban, reuniéndose con él en las reuniones mensuales que se celebren durante un año. Tras esto se emitirá un nuevo informe de la situación del estudio en ese momento dando por finalizado el proceso de implantación del método kanban.

Capítulo 5. Conclusiones

Tras haber disminuido el valor añadido del sector de la construcción en un 57% en apenas seis años, y que la mitad de la pérdida de ocupación que sufrió la economía española se concentrase en este sector, como consecuencia de la crisis económica. Parece que la construcción comienza a levantar cabeza, tal y como afirman los informes de múltiples agencias de calificación.

Es por esto, que este es un buen momento para contemplar nuevas oportunidades de mejora en las distintas empresas relacionadas con la construcción, que les ayude a impulsarse, mantenerse activas, adaptándose al contexto actual y a las demandas de la sociedad.

Entre las oportunidades de mejora se encuentra la nueva filosofía o metodología Lean Construction. Ésta nace del deseo de aplicar la filosofía Lean, que se desarrolló en Toyota tras la II Guerra Mundial, al mundo de la construcción. Con el fin de hacer de ella una industria más exacta y rentable.

Entre las múltiples prácticas y herramientas que Lean Construction ofrece para mejorar el rendimiento de las empresas y hacerlas más eficientes, el método Kanban es una buena opción para trabajar en un pequeño estudio de arquitectura.

Ya que Kanban es un sistema muy simple que se basa principalmente en la visualización del flujo de trabajo, la limitación de trabajo en proceso, la medición y gestión del flujo y la mejora incremental. Es un sistema transparente que permite ver el trabajo en curso y el arrastre del valor, lo que ayuda a entregar valor al negocio promoviendo el flujo y

exponiendo los cuellos de botella, las colas, el impacto de los defectos y los costes económicos y por lo tanto el desperdicio.

Al ser un método simple genera muy pocos trastornos dentro de la empresa y generalmente unos beneficios sustentables.

Con Kanban se lograría un estudio eficiente, en el que se genere valor para el cliente de una forma constante, mediante una metodología puntera que permite mejorar la calidad del servicio ofertado.

Al realizar este TFG, motivada por la coyuntura actual en la que se encuentra el sector de la edificación. He podido adquirir una serie de conocimientos que me hacen plantearme de otra forma la manera en la que se organiza el trabajo hoy en día en los estudios de arquitectura, con la plena convicción de que el fruto de la aplicación de éstos podría ser notoriamente beneficioso para las empresas del sector.

Tal es el entusiasmo y convicción por esta nueva metodología que el estudio de arquitectura objeto de estudio, está interesado en su aplicación. También se ha dado el caso de concienciar de las múltiples ventajas de Kanban a mi padre, que trabaja en una obra en Arabia Saudí como Jefe de oficina técnica de obra, y ya está llevando a cabo su implantación.



Figura 33. Tablero Kanban influencia TFG. (2015) Fuente: Juan Antonio Bautista Ojeda

De igual forma, este trabajo puede servir de inspiración a otros compañeros para la aplicación del método Kanban en otra área de trabajo de la edificación, o como se ha dicho antes, para concienciar a los estudios de arquitectura de los beneficios que están a su alcance.

Personalmente, a través del desarrollo de este TFG he descubierto una nueva forma de trabajar, de reinventarse como técnico, y una nueva salida laboral con la que, como arquitecto técnico, colaborar con mis compañeros en su trabajo, ayudándoles a ser más eficientes y productivos, mejorando poco a poco nuestra profesión.

Referencias bibliográficas

Kniberg, H., Skarin, M., de Mary Poppendieck, P., & Anderson, D. (2010). Kanban y Scrum—obteniendo lo mejor de ambos. *Prólogo de Mary Poppendieck & David Anderson. ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA: C4Media Inc.*

Goldratt, E. M. (2010). *La meta*. Ediciones Granica SA.

Jørgensen, B. (2005). Designing to target cost: one approach to design/construction integration. *Designing Value*, 311-319.

Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*(No. 72). Stanford, CA: Stanford university.

Krafcik, J. F. (1988). Triumph of the lean production system. *MIT Sloan Management Review*, 30(1), 41.

McGraw-Hill (xxxx). *Lean Construction: Lean Construction: Leveraging Collaboration and Advanced Practices to Increase Project Efficiency*.

Marchwinski, C., & Shook, J. (2003). *Lean lexicon: a graphical glossary for lean thinkers*. Lean Enterprise Institute.

Pons, J. F. (2014). *Introducción a Lean construction*. Edición Fundación Laboral de la Construcción.

Hernández Matías, J. C., Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*. Fundación EOI.

Tommelein, I. D., & Li, A. (1999, July). Just-in-time concrete delivery: mapping alternatives for vertical supply chain integration. In *Proceedings IGLC* (Vol. 7, p. 97).

Pellicer, Eugenio. "Lean Construction". Lean construction o Construcción sin pérdidas. UPV. (2011-2012)

EFECOM. (17 de agosto de 2015) La construcción crecerá un 3% en 2015 tras siete años de caídas. El Mundo. Recuperado de: <http://www.elmundo.es/economia/2015/08/17/55d1b8f3ca4741946b8b4591.html>

EFECOM. (30 de mayo de 2015) La construcción crecerá en torno al 3% en España en 2015. El Economista. Recuperado de: <http://www.eleconomista.es/construccion-inmobiliario/noticias/6753588/05/15/La-construccion-crecera-en-torno-al-3-en-Espana-en-2015.html>

Bolaños, A. (20 de febrero de 2015). España encabeza el crecimiento de la construcción en la zona euro. El País. Recuperado de: http://economia.elpais.com/economia/2015/02/20/actualidad/1424457159_919392.html

Bueno, J. (4 de enero de 2015). Los arquitectos españoles, los más insatisfechos. El Mundo. Recuperado de: <http://www.elmundo.es/economia/2015/02/04/54d1e000ca474184078b456e.html>

Blog del SARQ (7 de octubre de 2014) III Estudio Laboral sobre el sector de la Arquitectura. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://sindicatoarquitectos.wordpress.com/2013/10/07/iii-estudio-laboral-sobre-el-sector-de-la-arquitectura/>

El 71% de los arquitectos están en situación de precariedad. (s.f.) Recuperado el 5 de diciembre de 2015, de <http://www.construmatic.com/un-71-de-los-arquitectos-estan-en-situacion-de-precariedad/>

Gómez, I. (10 de julio de 2014). Malos tiempos para la arquitectura... Rioja2. Recuperado de: http://www.rioja2.com/opinion-865-Malos_tiempos_para_arquitectura

Castillo, A. (16 de septiembre de 2014). La era inteligente de oportunidades en proyectos de construcción. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <http://buildingradar.com/es/construction-blog/era-inteligente-oportunidades-proyectos-construccion/>

Castillo, A. (25 de agosto de 2015). Building Information Modeling: ahorro de tiempo y dinero. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <http://buildingradar.com/es/construction-blog/building-information-modeling-ahorro-tiempo-y-dinero/>

Rehabilitación energética: una prioridad y una oportunidad para todos. (s.f.). Recuperado el 5 de diciembre de 2015, de: <http://www.idae.es/index.php/id.322/mod.noticias/mem.detalle>

Lean Construction (s.f.) Recuperado el 5 de diciembre de 2015, de: <http://www.leanconstruction.es/lean-construction/>

Lean Solution (s.f.) Recuperado el 5 de diciembre de 2015, de: <http://www.leansolutions.co/conceptos/vsm/>

Last planner (s.f.) Recuperado el 5 de diciembre de 2015, de: <http://www.leanconstructionenterprise.com/documentacion/last-planner>

Jorgensen, B. Designing to target cost: one approach to design/construction integration. Technial University of Denmark.

Marc. (4 de mayo de 2015). Los contratos colaborativos (IPD) [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <http://leanbimconstruction.com/los-contratos-colaborativos-ipd>

Garzas, J. (19 de abril de 2012). Cómo lograr el mejor WIP de un KANBAN. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <http://www.javiergarzas.com/2012/04/el-mejor-wip-de-un-kanban.html>

Letelier, P. (20 de julio de 2012). Limitar el WIP, un buena idea, pero con matices y alternativas. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <http://agilismoatwork.blogspot.com.es/2012/07/limitar-el-wip-una-buena-idea-pero-con.html>

Santa, J. (22 de marzo de 2015). KANBAN-Adoptando el WIP. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://jragsanta.wordpress.com/2015/03/22/kanban-adoptando-el-wip/>

Bozheva, T. (5 de diciembre de 2013). La Ley de Little. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <http://old.berriprocess.com/es/todas-las-categorias/item/46-ley-de-little>

[Café Proyectos]. (2011, marzo 29). Introducción a Kanban para gestión de proyectos y otras aplicaciones. [Archivo de video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=RBMbnAMUrQ4>

Precioso, J. [Agile Spain]. (2013, noviembre 4). Implementación y evolución de un sistema Kanban. [Archivo de video]. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=qxJCqblt-gc&index=8&list=PL5rND-mPu9tU8GFSYE-_AkCV4_QIG4UV5

Lean Kanban services. (s.f.). Recuperado el 5 de diciembre de 2015, de:
<http://services.leankanban.com/>

Índice de Figuras

Figura 1. Situación profesionales de la construcción. (2015) Fuente propia a partir de los datos del 3er Estudio Laboral del sector de los arquitectos españoles. Del SARQ.....	25
Figura 2. Duración de los parados. (2015) Fuente propia a partir de los datos del 3er Estudio Laboral del sector de los arquitectos españoles. Del SARQ.....	26
Figura 3. Ingresos de los arquitectos encuestados. (2015) Fuente propia a partir de los datos del 3er Estudio Laboral del sector de los arquitectos españoles. Del SARQ.....	27
Figura 4. Destinos preferidos por los arquitectos españoles para emigrar. (2015) Fuente propia a partir de los datos del 3er Estudio Laboral del sector de los arquitectos españoles. Del SARQ.	30
Figura 5. Duración de paro entre los arquitectos españoles que han emigrado. (2015). Fuente propia a partir de los datos del 3er Estudio Laboral del sector de los arquitectos españoles. Del SARQ.....	31
Figura 6. Comparación de salarios entre España y el resto de países. (2015). Fuente: 3er Estudio Laboral del sector de los arquitectos españoles. Del SARQ.....	32
Figura 7. Ejemplo de VSM. (2014) Fuente: http://alexsi baja.blogspot.com.es	53
Figura 8. Ejemplo de Informe A3. (2012) Fuente: http://gioleanblog.blogspot.com.es	54
Figura 9. Ejemplo de Poka-Yoke. (2015) Fuente: http://www.pdcahome.com/poka-yoke	55
Figura 10. Ejemplo de Gestión visual. (2015) Fuente: http://www.angelantonioromero.com/la-gestion-visual/	56

Figura 11. Las 5 S's (2013) Fuente: Estudio sobre lean manufacturing por la EOI.....	57
Figura 12. Obeya Room. (2014) Fuente: http://alexsibaja.blogspot.com.es/	58
Figura 13. Tormeta de ideas. (2011) Fuente: http://www.grandespymes.com.ar/	59
Figura 14. Diagrama de Ishikawa. Fuente: iupsm7integrantes.wordpress.com/diagramas-causa-efecto/	60
Figura 15. Factores de éxito en la implantación Lean. (2013) Fuente: Estudio sobre Lean Manufacturing por la EOI.	68
Figura 16. Obstáculos en las implantaciones Lean. (2013) Fuente: Estudio sobre Lean Manufacturing por la EOI.	69
Figura 17. Resultados obtenidos con la implantación de Lean. (2013) Fuente: Estudio sobre Lean Manufacturing por la EOI.	71
Figura 18. Beneficio/ coste según técnicas Lean implantadas en empresas. (2013) Fuente: Estudio sobre Lean Manufacturing por la EOI.	73
Figura 19. Grado de interés en las técnicas por parte de la empresas sin experiencia Lean. (2013) Fuente: Estudio sobre Lean Manufacturing por la EOI.	75
Figura 20. Situación general de los proyectos de construcción. Fuente: www.leanconstructionenterprise.com/documentacion/last-planer	80
Figura 21. Situación de proyectos con mejor planeación. Fuente: www.leanconstructionenterprise.com/documentacion/last-planer	81
Figura 22. Situación del proyecto con la aplicación de Last Planner. Fuente: www.leanconstructionenterprise.com/documentacion/last-planer	81
Figura 23. Esquema de los planes necesarios en el proyecto. Fuente: www.leanconstructionenterprise.com/documentacion/last-planer	81

Figura 24. LPDS. (2000) Fuente: White Paper-8, Glenn Ballard.....	84
Figura 25. Tablero Kanban. (2013) Fuente: www.xqa.com.ar/visualmanagement/category/visual-management/ ..	91
Figura 26. Diagrama del flujo acumulado. (2012) Fuente: http://agilismoatwork.blogspot.com.es/2012/07/limitar-el-wip-una-buena-idea-pero-con.html	94
Figura 27. Fases implantación Kanban (2015) Fuente propia.....	108
Figura 28. Organigrama del estudio de arquitectura. (2015) Fuente propia.....	112
Figura 29. Tablero Kanban para redacción de proyectos de edificación. (2015) Fuente propia	126
Figura 30. Tarjeta Kanban. (2015) Fuente propia	128
Figura 31. Cuello de botella. (2015) Fuente propia	136
Figura 32. Movimiento tarjetas Kanban. (2015) Fuente propia	140
Figura 33. Tablero Kanban influencia TFG. (2015) Fuente: Juan Antonio Bautista Ojeda	143

Índice de Tablas

Tabla 1. Diferencias entre una planta de montaje de Generals Motors y una de Toyota. (1991). Fuente: “La máquina que cambió el mundo” (Womack, Jones y Ross).....	44
Tabla 2. Comparación de la producción tradicional y la producción sin pérdidas. (2008). Fuente: Campero y Alarcón.	52
Tabla 3. Desafíos en la aplicación de Lean. (2014) Fuente: Introducción a Lean Construction, de Juan Felipe Pons.	67
Tabla 4. Beneficios de Lean Construction. (2014) Fuente: Introducción a Lean Construction, de Juan Felipe Pons.	70
Tabla 5. Programación de los trabajos de implantación de Kanban. (2015) Fuente propia	115
Tabla 6. Contenidos de los talleres. (2015) Fuente propia	124
Tabla 7. Programa de necesidades. (2015) Fuente propia	128
Tabla 8. Proyecto Básico. (2006) Fuente: ANEJO I, BOE RD314/2006, 17 de marzo por el que se aprueba el CTE	129
Tabla 9. Proyecto de Ejecución. (2006) Fuente: ANEJO I, BOE RD314/2006, 17 de marzo por el que se aprueba el CTE	132