

Trabajo Fin de Máster
Máster Universitario en Organización Industrial y
Gestión de Empresas

Análisis de la Metodología Lean Project
Management

Autor: David Felipe Abril Jaramillo

Tutor: Guillermo Montero Fernández-Vivancos

Dpto. Organización Industrial y Gestión de
Empresas II

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Sevilla, 2019



Trabajo Fin de Máster
Master Universitario en Organización Industrial y Gestión de Empresas

Análisis de la Metodología Lean Project Management

Autor:

David Felipe Abril Jaramillo

Tutor:

Guillermo Montero Fernández-Vivancos

Profesor asociado

Dpto. Organización Industrial y Gestión de Empresas II

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2019

Trabajo Fin de Máster: Análisis de la Metodología Lean Project Management

Autor: David Felipe Abril Jaramillo

Tutor: Guillermo Montero Fernández -Vivancos

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

El Secretario del Tribunal

Sevilla, 2019

AGRADECIMIENTOS

A Dios por su fortaleza y sabiduría a lo largo de todo este proceso.

A mi familia por su constante apoyo y guía en todo momento.

A mi tutor Guillermo, por sus consejos y recomendaciones para llevar a cabo este proyecto.

Y a todos aquellos que fueron parte de este logro.

David Felipe Abril Jaramillo

Sevilla, 2019

RESUMEN

El presente trabajo consiste principalmente en analizar el Lean Project Management (LPM) como filosofía y herramienta mejorada ante la gestión de proyectos ágiles y tradicionales. Sin embargo, primero se explica cuáles son las metodologías más usadas, segundo se analiza el PMBOK y su similar la norma ISO21500 como guía fundamento para la dirección de proyectos, tercero la filosofía Lean haciendo énfasis en LPM, cuarto como el Lean repercute y se aplica en la gestión tradicional de proyectos analizando en un caso real y por último las conclusiones y bibliografía usada en todo este trabajo fin de máster.

ABSTRACT

The present work consists mainly in analyze the Lean Project Management (LPM) as an improved philosophy and tool for the agile and traditional management. However, it is first explained what the most used methodologies are, secondly the PMBOK and its similar ISO21500 standard are analyzed as a fundamental guide for project management, third the Lean philosophy emphasizing LPM, fourth as the Lean impacts and it is applied in the traditional management of projects analyzing in a real case and finally the conclusions and bibliography used of all this master's thesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|-----------|
| AGRADECIMIENTOS | 7 |
| RESUMEN | 9 |
| ABSTRACT | 11 |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | 13 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 15 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 17 |
| INTRODUCCIÓN | 19 |
| 1 METODOLOGÍAS DE GESTIÓN | 21 |
| 1.1 <i>Metodologías Ágiles</i> | 21 |
| 1.1.1 Definición | 21 |
| 1.1.2 Tipos de metodologías Ágiles | 21 |
| 1.2 <i>Metodologías Tradicionales</i> | 22 |
| 1.2.1 Metodología CCPM | 23 |
| 1.2.2 Metodología Lean Six Sigma | 23 |
| 1.2.3 Metodología en Cascada..... | 23 |
| 1.2.4 Metodología PRINCE2 | 23 |
| 2 ANÁLISIS DEL PMBOK/ISO21500 | 25 |
| 2.1 <i>PMBOK 6TH Edición</i> | 25 |
| 2.1.1 Reseña | 25 |
| 2.1.2 Definición y Dirección de Proyectos..... | 26 |
| 2.1.3 Gestión de Operaciones..... | 26 |
| 2.1.4 Procesos de la Dirección de Proyectos..... | 26 |
| 2.1.5 Áreas de conocimiento de la Dirección de Proyectos..... | 27 |
| 2.2 <i>Norma ISO 21500</i> | 28 |
| 2.2.1 Definición | 28 |
| 2.2.2 Comparación con otros modelos de Project Management | 28 |
| 2.2.2.1 Comparación con la guía PMBOK..... | 28 |
| 2.2.2.2 Comparación con Agile Project Management..... | 29 |
| 2.2.2.3 Comparación con Critical Chain Project Management..... | 29 |
| 2.2.2.4 Comparación con Lean Six Sigma | 29 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3 | LEAN COMO FILOSOFÍA..... | 31 |
| 3.1 | <i>Historia Lean</i> | 31 |
| 3.2 | <i>Lean Manufacturing</i> | 31 |
| 3.2.1 | Definición | 31 |
| 3.2.2 | Herramientas Lean | 32 |
| 3.3 | <i>Metodología Lean Aplicada a la Gestión de Proyectos (LPM).....</i> | 32 |
| 3.4 | <i>Definición.....</i> | 35 |
| 3.5 | <i>Constitución.....</i> | 36 |
| 3.6 | <i>Beneficios del Lean Project Management.....</i> | 37 |
| 3.7 | <i>Principios del Lean Project Management</i> | 38 |
| 3.8 | <i>Ventajas y desventajas del Lean Project Management.....</i> | 40 |
| 4 | REPERCUSIÓN Y APLICACIÓN DEL LEAN PROJECT MANAGEMENT..... | 43 |
| 4.1 | <i>Repercusión LPM con el PMBOK.....</i> | 43 |
| 4.2 | <i>Repercusión LPM con la ISO21500</i> | 49 |
| 4.3 | <i>Aplicación LPM en la gestión de proyectos.....</i> | 49 |
| 4.4 | <i>Aplicación a un caso</i> | 50 |
| 4.4.1 | Introducción | 51 |
| 4.4.1.1 | Principio 1: Sistema del Proyecto | 52 |
| 4.4.1.2 | Principio 2: Liderazgo de personas | 54 |
| 4.4.1.3 | Principio 3: Project Charter o Acta de Constitución | 56 |
| 4.4.1.4 | Principio 4: Solución Correcta..... | 57 |
| 4.4.1.5 | Principio 5: Gestión de las variaciones | 61 |
| 4.4.1.6 | Principio 6: Gestión de riesgos..... | 63 |
| 4.4.1.7 | Principio 7: Plan del Proyecto | 64 |
| 4.4.1.8 | Principio 8: Ejecución..... | 67 |
| | CONCLUSIONES..... | 69 |
| | REFERENCIAS | 71 |
| | ANEXOS..... | 75 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1.1 Diferencias entre metodologías ágiles vs tradicionales | 22 |
| Tabla 3.1 Lean versus no Lean | 37 |
| Tabla 4.1 Enfoque Lean Project Management | 48 |
| Tabla 4.2 Comparación PMBOK vs Lean Project Management | 49 |
| Tabla 4.3 Acta de constitución del proyecto | 57 |
| Tabla 4.4 Jerarquía de requerimientos Juran | 58 |
| Tabla 4.5 Riesgos estimados | 62 |
| Tabla 4.6 Matriz de riesgos | 64 |
| Tabla 4.7 Comparación buffer de cronograma y costo | 68 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1.1 Modelo en cascada | 24 |
| Figura 1.2 Metodologías Project Management | 24 |
| Figura 2.1 Guía PMBOK 6th | 25 |
| Figura 2.2 Lean y la combinación de Six Sigma Project Management | 30 |
| Figura 3.1 Generación de la Metodología Lean Project Management | 33 |
| Figura 3.2 El concepto Lean | 33 |
| Figura 3.3 Desarrollo del concepto Lean | 34 |
| Figura 3.4 Producción convencional vs producción sin pérdidas | 35 |
| Figura 3.5 Lean Project Delivery System | 37 |
| Figura 3.6 Método Lean Project Management | 40 |
| Figura 4.1 Triangulo de talentos del PMI | 43 |
| Figura 4.2 Enfoque Tradicional | 44 |
| Figura 4.3 Enfoque Lean Project Management | 44 |
| Figura 4.4 Gestión de proyectos vs Lean Project Management | 45 |
| Figura 4.5 Gestión de proyectos Tradicional vs Integrado o Lean Project Management | 46 |
| Figura 4.6 Curva de Influencia | 47 |
| Figura 4.7 Esquema Smart Grid | 51 |
| Figura 4.8 Modelo de liderazgo situacional | 54 |
| Figura 4.9 Modelo de liderazgo situacional Proyecto Smart Grid | 55 |
| Figura 4.10 Áreas de beneficio | 56 |
| Figura 4.11 Evaluando soluciones | 58 |
| Figura 4.12 WBS o EDT | 60 |
| Figura 4.13 Asignación de responsabilidades RACI | 61 |
| Figura 4.14 Partes de un Plan de Proyecto | 65 |
| Figura 4.15 Actividades del proyecto | 67 |
| Figura 4.16 Estado del buffer de un proyecto | 68 |

INTRODUCCIÓN

En la actualidad y con un mundo globalizado para el área industrial que es cada vez más competitiva, nos impulsa a buscar nuevas metodologías o métodos que hagan posible que una empresa o servicio siempre busque estar entre las mejores. Por ello, para conseguir ese objetivo hay que gestionar proyectos siempre con mejora continua y que estos sean llevados a cabo de una manera eficaz, eficiente con los mínimos recursos y el máximo valor. Este trabajo tiene como principal razón explicar que es el Lean Project Management y su origen, así como la metodología tradicional que es la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (PMBOK) y la razón como estos influyen a la hora de realizar proyectos.

Según Ballard & Howell (2003) los proyectos son sistemas de producción temporales. Pero cuando estos sistemas están estructurados y el producto se entrega con el máximo valor y el mínimo desperdicio se dicen que son proyectos “Lean”.

Luego, Ballard (2008) nos dice que el Lean Project Delivery System surge en los años 2000 a partir de investigaciones prácticas y teóricas y se encuentra siempre en constante proceso a nivel mundial. En los últimos años, los experimentos se han enfocado en la definición y la fase de diseño de los proyectos, aplicando conceptos y métodos extraídos del sistema de desarrollo de productos de Toyota, especialmente en el cálculo de costos objetivo y el diseño basado en conjuntos.

Como caso de estudio la metodología Lean Project Management viene del Lean Construction y este a su vez del Lean Manufacturing. Este es el resultado de muchos principios lean llevando muchas ideas en común. Sin embargo su definición más clara es entregar proyectos con más valor y menos desperdicios (Karim & Nekoufar, 2011).

Últimamente el Lean Project Management se ha aplicado en diferentes áreas, una de ellas la **aviación** en una cabina de una aeronave. La Aerolínea Icelandair utilizó la gestión eficiente para reducir el desperdicio y aumentar los beneficios de sus pasajeros y de sus auxiliares de vuelo (Thorhallsdottir, 2016).

Otra aplicación es en proyectos **inmobiliarios de vivienda** donde conjuntamente con Lean Construction analizaron las pérdidas que se originan en la construcción, se presentó en casos de viviendas reales en donde se buscó optimizar la calidad de la misma diseñando modelos efectivos y eficientes capaces de satisfacer a los clientes (Orihuela & Orihuela, 2005).

Por ultimo tenemos un caso de aplicación en **supermercados Mercadona en España**, en donde incorporaron la filosofía Lean Management para ser diferentes a la competencia y mejorar toda su cadena de suministro. Al principio tuvieron problemas pero hoy en día su crecimiento y expansión son resultado de adoptar filosofías y cambios positivos a su empresa (Fernández Rueda, 2015).

Objetivos:

- Revisar las principales metodologías ágiles y tradicionales como herramientas de mejora hacia el éxito de proyectos.
- Estudiar las guías fundamentales para la dirección de proyectos como PMBOK/ISO21500
- Analizar la repercusión del Lean Project Management con el PMBOK/ISO21500
- Aplicar el Lean Project Management en la gestión tradicional de proyectos.

Metodología:

Para lograr los objetivos planteados anteriormente se seguirá los siguientes pasos:

1. Realizar una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos.
2. Organizar y revisar todas las búsquedas para extraer la información necesaria y relevante.
3. Recopilar todo acerca de Lean Project Management e ISO21500/PMBOK como temas principales de nuestro estudio.
4. Estructurar y redactar lo revisado.
5. Plantear propuestas de mejora con Lean Project Management a un proyecto real.
6. Conclusiones.

Estructura:

Se muestra como está constituido nuestro trabajo. Al inicio se encuentra la Introducción en donde explicamos la justificación de nuestro **tema de estudio** que es el análisis de la metodología Lean Project Management, objetivos principales y la estructura a la que hacemos referencia. Sin embargo, a continuación se explica a breves rasgos de que va cada capítulo:

Capítulo 1: Se describe las principales metodologías ágiles y tradicionales como herramientas clave para el manejo de proyectos

Capítulo 2: Revisión acerca del PMBOK/ISO21500 como guías fundamentales para la administración de proyectos.

Capítulo 3: Análisis de nuestro tema principal de estudio que es el Lean como Filosofía y como consecuencia el Lean Project Management.

Capítulo 4: Aplicación y repercusión del Lean Project Management en la gestión de proyectos tradicional.

Posterior a los 4 capítulos se encuentra las conclusiones, la bibliografía base utilizada para este trabajo fin de máster y los anexos.

1 METODOLOGÍAS DE GESTIÓN

Para comenzar con este Trabajo Fin de Máster vamos a introducirnos en este primer capítulo en lo más importante que son las metodologías ágiles y tradicionales como herramientas clave para nuestro tema de estudio.

1.1 Metodologías Ágiles

En este apartado tratamos de definir que son las metodologías ágiles y las principales usadas que indicamos a continuación.

1.1.1 Definición

Las metodologías ágiles buscan mejorar y agilizar los proyectos a un ritmo que se obtengan más beneficios en menos tiempo.

“El empleo de metodologías ágiles de gestión de proyectos resulta cada vez más popular por parte de distintas organizaciones, debido a la gran adaptación al cambio que ofrecen” (Vázquez, Varela, & Rafael, 2018).

“Las metodologías ágiles son flexibles, pueden ser modificadas para que se ajusten a la realidad de cada equipo y proyecto” (Navarro Cadavid, Fernández Martínez, & Morales Vélez, 2013).

1.1.2 Tipos de metodologías Ágiles

Una vez que conocemos que son, pues intentamos de definir algunas herramientas o metodologías de gran uso en la actualidad, tal y como se muestra a continuación:

Kanban se define como “un método productivo que permite mantener el flujo de trabajo, conservando la calidad en la fabricación del producto de forma rápida y garantizada para las organizaciones. Kanban aporta control y mejoramiento a los procesos, direcciona a la realización de tareas a través del trabajo en equipo y ayuda en la administración de los procesos, más específicamente en las líneas de producción. En la actualidad este método es útil para la industria porque agiliza la producción y comercialización de productos o componentes relacionados con la gestión” (Fuertes & Sepúlveda, 2016).

Scrum lo define Navarro Cadavid et al. (2013) como “un marco de trabajo diseñado para lograr la colaboración eficaz de equipos en proyectos, que emplea un conjunto de reglas y artefactos y define roles que generan la estructura necesaria para su correcto funcionamiento”.

Extreme Programming (XP) o programación extrema es “una metodología ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo” (Letelier & Penadés, 2012).

Canvas según Ferreira Herrera (2015) “creado con el fin de establecer una relación lógica entre cada uno de los componentes de la organización y todos los factores que influyen para que tenga o no éxito. A través de un “lienzo” se detallan desde la idea de negocios, hasta los diferentes factores que influirán en ella al momento de ponerla en marcha”.

Como último el “**Agile Project Management** no es un concepto, es una metodología real para el desarrollo de tu negocio con gestión de proyectos. Introduce el concepto de un proceso lean estandarizado que requiere un pensamiento Lean Thinking como una parte clave del proceso normal para que las estrategias para entregar proyectos y los beneficios comerciales asociados se personalicen para la entrega de la propuesta de valor específica que el cliente necesita” (Melton, 2004).

1.2 Metodologías Tradicionales

Ahora bien, también existen las metodologías tradicionales que según Navarro Cadavid et al. (2013) lo define así “se concibe un solo proyecto, de grandes dimensiones y estructura definida; se sigue un proceso secuencial en una sola dirección y sin marcha atrás; el proceso es rígido y no cambia; los requerimientos son acordados de una vez y para todo el proyecto, demandando grandes plazos de planeación previa y poca comunicación con el cliente una vez ha terminado ésta”.

Por consiguiente, “las metodologías tradicionales tienden a generar excesivas trabas burocráticas, demasiada centralización, carga de gestión y de elaboración de documento. Sin embargo, la metodología Lean Project Management, es capaz de aportar soluciones a muchas de estas problemáticas, focalizando sus esfuerzos en generar valor para el cliente, evitando esfuerzos innecesarios en tareas que el cliente no considera generadoras de valor y, que finalmente, repercuten en el incumplimiento de los plazos y costes comprometidos en el proyecto” (Baelo Álvarez, 2018).

En todo caso para entender un poco la diferencia entre el concepto de metodologías ágiles que hemos revisado con las metodologías tradicionales se muestra la siguiente tabla 1.1

| Metodologías Ágiles | Metodologías Tradicionales |
|--|--|
| Basadas en heurísticas provenientes de prácticas de producción de código | Basadas en normas provenientes de estándares seguidos por el entorno de desarrollo |
| Especialmente preparados para cambios durante el proyecto | Cierta resistencia a los cambios |
| Impuestas internamente (por el equipo de desarrollo) | Impuestas externamente |
| Proceso menos controlado, con pocos principios | Proceso mucho más controlado, con numerosas políticas/normas |
| No existe contrato tradicional o al menos es bastante flexible | Existe un contrato prefijado |
| El cliente es parte del equipo de desarrollo | El cliente interactúa con el equipo de desarrollo mediante reuniones |
| Grupos pequeños (<10 integrantes) y trabajando en el mismo sitio | Grupos grandes y posiblemente distribuidos |
| Pocos artefactos | Más artefactos |
| Pocos roles | Más roles |
| Menos énfasis en la arquitectura del software | La arquitectura del software es esencial y se expresa mediante modelos |

Tabla 1.1 Diferencias entre metodologías ágiles vs tradicionales

Fuente: Letelier & Penadés (2012)

1.2.1 Metodología CCPM

La metodología Critical Chain Project Management (CCPM) que en español significa la gestión de proyectos por cadena crítica. Según (Goldratt and Cox 1984) citado por Millhiser & Szmerekovsky, (2012) define que nace de la teoría de restricciones (TOC) para la planificación de la capacidad.

En todo caso, CCPM tiene un claro enfoque en la gestión del tiempo del proyecto. Esto no significa que se descuiden los aspectos de presupuesto y alcance. Una primera premisa básica de CCPM es que la gestión adecuada del tiempo ofrece beneficios significativos tanto para el alcance como para la gestión de costos (por ejemplo, un proyecto retrasado incurre en un aumento de costos y / o corte en las especificaciones iniciales para garantizar la entrega oportuna). Una segunda premisa básica es que la forma tradicional de agregar seguridad a las actividades individuales de un proyecto es la raíz de los problemas observados en las prácticas de gestión del tiempo (Rojas Luiz, Bernardi de Souza, & Rojas Luiz, 2017).

1.2.2 Metodología Lean Six Sigma

La metodología Lean Six Sigma “Es una metodología rigurosa de mejoramiento desarrollada por Motorola en los años 80, cuyo principio fundamental es el enfoque al cliente. Utiliza el proceso DMAIC y métodos estadísticos con el fin de: *Definir* los problemas y situaciones a mejorar, *Medir* para obtener información y datos, *Analizar* la información recolectada, *Implementar* mejoras a los procesos y finalmente, *Controlar* los procesos o productos con el objetivo de alcanzar resultados sostenidos, lo que a su vez genera un ciclo de mejoramiento continuo” (Mantilla Celis & Sánchez García, 2012).

1.2.3 Metodología en Cascada

El modelo Waterfall conocido como Systems Development Life Cycle (SDLC) que traducido al español como desarrollo de sistema de ciclo de vida es el más antiguo y más conocido. “Este modelo es ampliamente utilizado en proyectos gubernamentales y en muchas empresas importantes. La característica especial de este modelo son sus pasos secuenciales que va hacia abajo a través de las fases de análisis de requisitos, diseño, codificación, prueba y mantenimiento. Además, garantiza los defectos de diseño antes del desarrollo de un producto. Este modelo funciona bien para proyectos en los que el control de calidad es una preocupación importante debido a su documentación y planificación intensivas. Las etapas que construyen este modelo no son etapas superpuestas, lo que significa que el modelo en cascada comienza y termina una etapa antes de comenzar la siguiente” (Alshamrani & Bahattab, 2015).

1.2.4 Metodología PRINCE2

Es una de las metodologías de gestión de proyectos en cascada orientadas a procesos que enfatiza pasos claros y responsabilidades bien definidas. PRINCE2 pone gran énfasis en la planificación, la justificación comercial, el análisis de costos y la mitigación de riesgos, y es un marco increíblemente completo para ejecutar proyectos empresariales grandes y predecibles (Binder, 2019).

A continuación la figura 1.1 muestra un modelo en cascada y la figura 1.2 la situación de las diferentes metodologías tradicionales en función de las principales características: Estabilidad, Dinamismo, Velocidad, Estructuración.



Figura 1.1 Modelo en cascada

Fuente: IONOS (2019a)

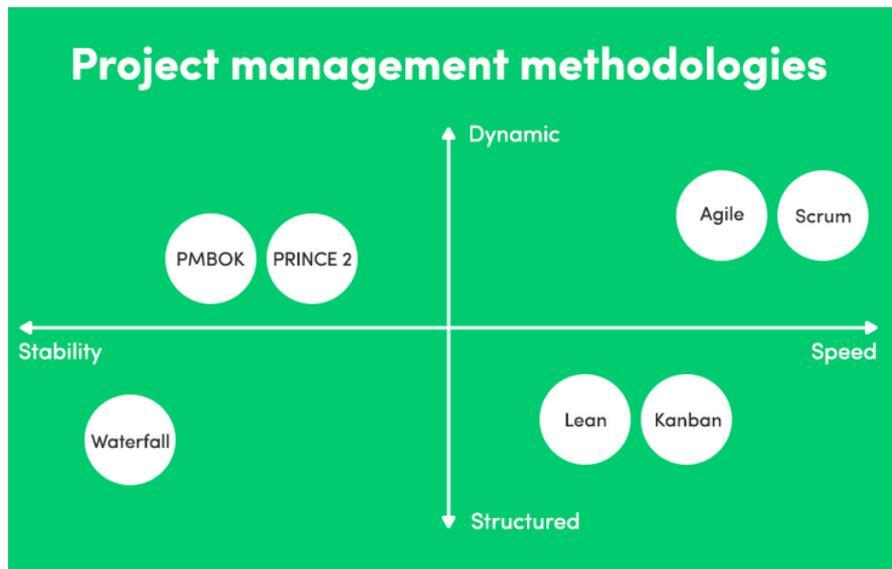


Figura 1.2 Metodologías Project Management

Fuente: Binder (2019)

Como conclusión para este capítulo se trató de explicar cuáles son todas las metodologías más importantes y que muchas de ellas se relacionan con nuestro tema de estudio, para lo cual en el siguiente capítulo 2 analizaremos lo más importante del PMBOK y la norma ISO21500.

2 ANÁLISIS DEL PMBOK/ISO21500

En este capítulo 2 explicaremos la norma ISO21500 y PMBOK 6th Edición como otros de nuestros temas principales de estudio. A continuación vamos a empezar con las definiciones y sus principales características que los definen.

2.1 PMBOK 6TH Edición

Como tema de análisis también se pretende analizar el Project Management Body of Knowledge (PMBOK) como ejemplo guía para la gestión de proyectos.

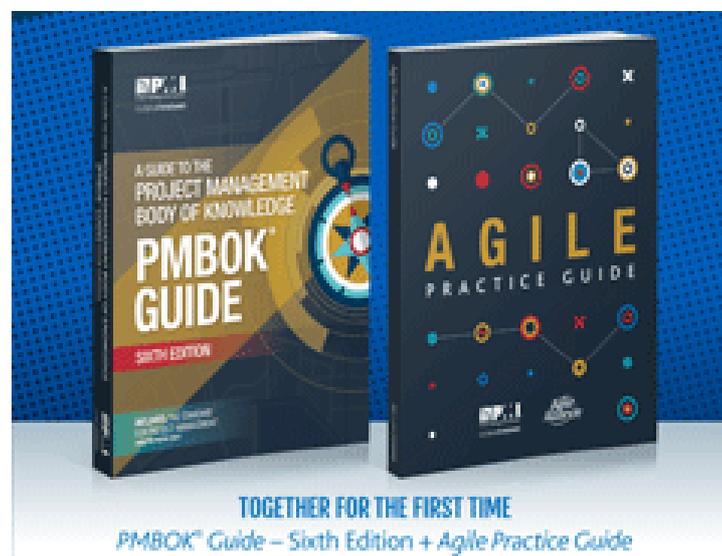


Figura 2.1 Guía PMBOK 6th

Fuente: PMI (2019)

2.1.1 Reseña

Para saber que es el PMBOK vamos a hacer una pequeña introducción acerca de esta metodología. “A mediados del siglo XX, los directores de proyecto iniciaron la tarea de buscar el reconocimiento de la dirección de proyectos como profesión. Un aspecto de esta tarea suponía llegar a un acuerdo sobre el contenido de los fundamentos para la dirección de proyectos (BOK, por las siglas en inglés de Body of Knowledge) llamado dirección de proyectos. Este conjunto de conocimientos luego se conocería como los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK). El Project Management Institute (PMI) produjo una línea base de diagramas y glosarios para el PMBOK. Los directores de proyecto pronto comprendieron que un solo libro no podría contener el PMBOK completo. Por lo tanto, el PMI desarrollo y publico la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®)” (PMI, 2017).

2.1.2 Definición y Dirección de Proyectos

“Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (PMI, 2017).

En cambio, “La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de los procesos de dirección de proyectos identificados para el proyecto. La dirección de proyectos permite a las organizaciones ejecutar proyectos de manera eficaz y eficiente” (PMI, 2017).

2.1.3 Gestión de Operaciones

“La gestión de las operaciones se ocupa de la producción continua de bienes y/o servicios. Asegura que las operaciones de negocio se desarrollan de manera eficiente, mediante el uso de los recursos óptimos necesarios para cumplir con la demanda de los clientes. Trata de la gestión de procesos que transforman entradas (p.ej., materiales, componentes, energía y mano de obra) en salidas (p.ej., productos, bienes y/o servicios)” (PMI, 2017).

Ahora bien, el PMBOK tiene grupos de procesos como son inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre. Además estos se categorizan por áreas de conocimiento que son integración, alcance, cronograma, costos, calidad, recursos, comunicación, riesgos, adquisiciones e interesados. Por lo que analizaremos su función por separado.

2.1.4 Procesos de la Dirección de Proyectos

Para alcanzar los objetivos específicos de un proyecto se necesitan un grupo de procesos de la dirección de proyectos que según la PMI (2017) describe de la siguiente manera: (Ver Anexo A)

1. Procesos de Inicio:

Son procesos que se hacen para concretar un nuevo proyecto, o una nueva etapa de un proyecto que ya existe con su respectiva autorización.

2. Procesos de Planificación

Son procesos para constituir el alcance del proyecto, así como también establecer los objetivos y hacer que se cumplan dentro de las propuestas del proyecto.

3. Procesos de Ejecución

Se refiere a ejecutar el trabajo ya establecido por el plan de dirección de proyectos con el fin de cumplir los requisitos del mismo.

4. Procesos de Monitoreo y Control

Se hace los controles, seguimiento para el avance del proyecto, identificación de áreas si requiere cambios o para hacer los cambios correspondientes.

5. Procesos de Cierre

Como etapa final son los que se llevan a cabo para dar por terminado y de forma formal el proyecto.

2.1.5 Áreas de conocimiento de la Dirección de Proyectos

Según PMI (2017) “Un Área de Conocimiento es un área identificada de la dirección de proyectos definida por sus requisitos de conocimientos y que se describe en términos de los procesos, prácticas, entradas, salidas, herramientas y técnicas que la componen.” (Ver Anexo A)

A continuación se describen las 10 áreas de conocimiento:

1. Integración del Proyecto

Reúne todas las actividades y procesos para integrar todos los procesos y lista de actividades de la dirección de proyectos.

2. Alcance del Proyecto

Garantiza que dentro del proyecto se encuentre todo el trabajo requerido para el éxito del mismo.

3. Cronograma del Proyecto

Incluye todas las actividades para garantizar con éxito la finalidad de las mismas a tiempo.

4. Costos del Proyecto

Presupuestar, gestionar y controlar todos los costos a completar el proyecto dentro de un presupuesto aprobado.

5. Calidad del Proyecto

Requiere todas las actividades para incorporar la política de calidad de la organización, además su gestión como su control de la calidad para satisfacer las expectativas de los interesados en todo el proyecto.

6. Recursos del Proyecto

Son todas las actividades que se identifica, gestiona todos los recursos para cumplir con éxito los proyectos.

7. Comunicaciones del Proyecto

Son los procesos requeridos para que toda la información sea oportuna y adecuada a lo largo de todo el proyecto.

8. Riesgos del Proyecto

Aquellos procesos donde se ve la gestión de respuesta, y análisis del proyecto.

9. Adquisiciones del Proyecto

Son los pasos necesarios para la adquisición de todo lo que se requiera por fuera del equipo del proyecto.

10. Interesados del Proyecto

Son los procesos para involucrar todas aquellas personas que formaran parte del proyecto directa o indirectamente con el objetivo de hacerles partícipes para lograr con éxito el mismo.

2.2 Norma ISO 21500

Además de explicar el PMBOK decidimos también nombrar a la norma ISO21500 como referente para nuestro estudio de investigación.

2.2.1 Definición

Para entender más acerca de esta norma primero definamos que la “ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO)” (AENOR, 2013).

Ahora bien, también según la AENOR (2013) a la norma ISO21500 lo define así “ Esta Norma Internacional proporciona orientación sobre los conceptos y los procesos relacionados con la dirección y gestión de proyectos que son importantes para, y tienen impacto en el desempeño de los proyectos”.

2.2.2 Comparación con otros modelos de Project Management

Según Zandhuis & Stellingwerf Rommert (2013) compara la norma ISO21500 con otros modelos de Project Management y se muestra a continuación.

2.2.2.1 Comparación con la guía PMBOK

La guía de los fundamentos para la dirección de Proyectos o Project Management Body of Knowledge (PMBOK) tiene mucha similitud con la norma ISO21500 y nos dice que:

- Los procesos ISO21500 tienen una combinación casi perfecta con los procesos de guía PMBOK. Esto no es nuevo, porque la guía PMBOK fue uno de los documentos de entrada para ISO21500 y el proceso de desarrollo para ambos documentos fue el mismo, es decir, una compilación de buenas prácticas de gestión de proyectos utilizadas a nivel mundial.
- El 90% de los nombres usados de los procesos son los mismos.
- El término más aceptado de ejecución en la guía PMBOK se llama implementación en ISO 21500 porque este último es más universalmente traducible.
- La guía de PMBOK divide la evaluación de riesgos en análisis de riesgos cualitativos y cuantitativos más detallados pero iguales

2.2.2.2 Comparación con Agile Project Management

Aunque ISO21500 no se refiere explícitamente a métodos de desarrollo iterativos, tampoco indica que el ciclo de vida del proyecto debería adoptar el enfoque de desarrollo en cascada. Se considera por lo tanto que la ISO21500 adopta procesos del PMBOK para ser comparado con Agile Project Management

Agile Project Management está basado en los siguientes principios: adoptar el cambio, enfocarse en el valor del cliente, brindar parte de la funcionalidad requerida de manera incremental, colaborar, reflexionar y aprender continuamente y como prácticas ágiles para gestionar el cambio son bucles continuos de retroalimentación, desarrollo iterativo e incremental, y priorizar trabajos atrasados.

También el Agile Project Management no es considerado un método completo, desde el punto de vista de Project Management un numero de procesos siempre faltan y no se describen explícitamente por el reducido nivel de complejidad, es menos de él que necesita para planificar y controlar el proceso a nivel de detalle. Sin embargo se considera que el Agile Project Management es más un método del cómo hacer y la guía del Project Management del qué hacer, por lo que se considera que Agile e ISO21500 son complementarios.

2.2.2.3 Comparación con Critical Chain Project Management

Como ya explicamos en el capítulo 1 acerca del Critical Chain Project Management (CCPM) que es un método de planificar y manejar proyectos ahora buscamos su relación considerando que el CCPM puede ser usado en estos procesos como una técnica de ayuda.

1. Los recursos relacionado a procesos: La disponibilidad de recursos es un tema clave
2. El tiempo relacionado a proceso: Un programa puede ser creado y manejado usando el CCPM
3. El riesgo relacionado a proceso: Los buffers pueden asignarse al responsable que trate los riesgos del programa y la administración en consecuencia.

2.2.2.4 Comparación con Lean Six Sigma

ISO21500 define Project Management como la aplicación de métodos, herramientas, técnicas, y competencias en un proyecto, pero no menciona ningún método o técnica. Cuando se combina proceso de mejora Six Sigma con las prácticas de la ISO21500 Project Management se espera en una organización la mayor cantidad de proyectos exitosos en términos de satisfacer el incremento de los clientes al mínimo costo. Por lo tanto se considera que Lean Six Sigma con ISO21500 son complementarios.

Combinando Six Sigma, Lean y Project Management son la esencia para la mejora organizacional como muestra la figura 2.2 indicada. Por lo tanto combinando Lean Six Sigma con ISO21500 incrementará el éxito en los proyectos.

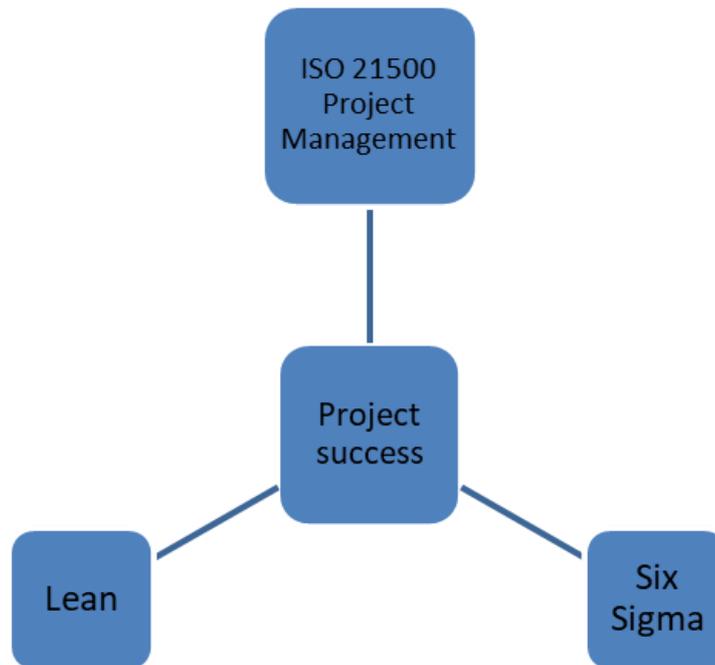


Figura 2.2 Lean y la combinación de Six Sigma Project Management

Fuente: Zandhuis & Stellingwerf Rommert (2013)

Por lo tanto se logró determinar que es el PMBOK 6th Edición y la norma ISO21500 son herramientas similares y claves en la gestión de proyectos. En el siguiente capítulo 3 nos adentraremos en la Filosofía Lean y sus derivaciones.

3 LEAN COMO FILOSOFÍA

En este capítulo 3 lo que tratamos de explicar el origen de Lean como factor importante para nuestro tema de estudio y su principal derivación como el Lean Project Management. A continuación vamos a empezar con una breve reseña de su origen y términos más usados.

3.1 Historia Lean

Según la palabra Lean nace en Japón entre los años 50 y 60, resultado de las investigaciones realizadas por los ingenieros de Toyota con el fin de mejorar su línea de ensamble. Uno de los personajes más reconocidos es Taiichi Ohno que buscaba eliminar los desperdicios disminuyendo en su totalidad los tiempos de entrega, evitando producir en masa los automóviles y más bien lo que pida el cliente con la mínima cantidad de inventario. Posteriormente con sus investigaciones se desarrolló la producción Lean o producción sin pérdidas con varias herramientas de sistemas de producción (Porras Díaz, Sánchez Rivera, & Galvis Guerra, 2014).

Además agrega que el desarrollo de producción sin pérdidas nace el sistema Toyota Production System (TPS) que consiste en minimizar todos los inventarios y defectos de las operaciones. Esta herramienta la desarrollaron varios ingenieros industriales hasta mejorarla del todo y sin embargo la información sobre esta herramienta en Occidente en la década de los 80 era limitada, su difusión en 1975 se extendió hacia América y Europa y para la década de los 90 ya era conocida a nivel mundial como producción sin pérdidas, nuevos sistemas de producción o manufactura esbelta.

3.2 Lean Manufacturing

3.2.1 Definición

Una vez que se conoce de donde nace Lean se define nuevos términos dentro de la manufactura como se muestran a continuación.

“La expresión **Lean Manufacturing** en español se puede definir como manufactura esbelta, esto es, que al ser aplicada a un sistema de producción puede traducirse como ágil, flexible, es decir, capaz de adaptarse a las necesidades del cliente” (Vargas-Hernández, Muratalla-Bautista, & Jiménez Castillo, 2018).

El objetivo principal de **Lean** es eliminar todos los desperdicios y según Gavilán Venegas & Torres, (2016) nos dice que “Lean es un modelo desarrollado para mejorar los procesos tanto en sistemas de manufactura como de servicios y se enfocan principalmente en la eliminación de mudas”. Las mudas las señalan como 8 tipos de desperdicios y se indica a continuación:

- 1.- Sobreproducción
- 2.-Esperas o colas
- 3.-El transporte o movimientos innecesarios
- 4.-Sobreproducción
- 5.-Exceso de Inventario
- 6.- Movimientos Innecesarios
- 7.- Defectos
- 8.- Creatividad de los empleados no utilizada

Además toma en consideración las siguientes herramientas Lean más importantes:

1. - Value Stream Map (VSM)
2. - Administración visual y las 5'S
- 3.- Mejora continua (Kaizen)
- 4.- A prueba de error (Poka-Yokes)
- 5.- Kanban

3.2.2 Herramientas Lean

Las herramientas de Manufactura Esbelta o Lean Manufacturing nos sirven para mejorar e implementar en nuestros procesos de producción definiéndose 13 herramientas clave (Ibarra & Ballesteros, 2017).

1. Filosofía 5'S
2. Hoshin Kanri
3. Flujo continuo
4. SMED
5. Celda de manufactura
6. Jidoka
7. Poka-Yoke
8. Trabajo en equipo
9. Kaizen
10. Sistema Andón
11. Industria Kanban
12. Mantenimiento Productivo Total (TPM)
13. VSM

3.3 Metodología Lean Aplicada a la Gestión de Proyectos (LPM)

Una vez que se ha revisado que es el Lean como filosofía, nos introduciremos en lo que es Lean Project Management (LPM) como tema principal de nuestro estudio pero antes queremos definir algunos conceptos y teorías planteados por diferentes autores:

Project Management o gestión de proyectos es el arte de dirigir y coordinar los recursos humanos y materiales a lo largo de la vida de un proyecto mediante el uso de técnicas modernas de gestión para lograr objetivos predeterminados de alcance, costo, tiempo, calidad y satisfacción de los participantes (Packendorff, 1995).

Otro concepto de **Project Management** se lo define como el rol de administrar todo el proyecto desde un inicio hasta su final, y claro asegurando que los intereses del cliente estén continuamente representados (Horman & Kenley, 1996).

Ahora bien, luego de saber a breves rasgos que es el Project Management se debe añadir otro concepto como el **Lean Production** que es documentar flujo y valor a sus elementos a medida que avanza en su cadena de producción, que actividades como espera, inspección y movimiento no agregan valor pero existe a lo largo del proceso y además como vital importancia son los requerimientos del cliente; Y en cambio la metodología **Management of Projects** se define como

un proyecto que requiere la gestión de todos los factores que impactan en el proyecto además de tiempo, costo y calidad y factores como el alcance, definición del proyecto, los recursos humanos, la comunicación, el riesgo, las adquisiciones y el medio ambiente que se incorporan al ámbito de la preocupación de gestión y, por lo tanto, forman los nuevos métodos de gestión (Horman & Kenley, 1996).

Se explica que luego de unir el Lean Production con el Management of Projects se genera el Lean Project Management como indica la figura 3.1.

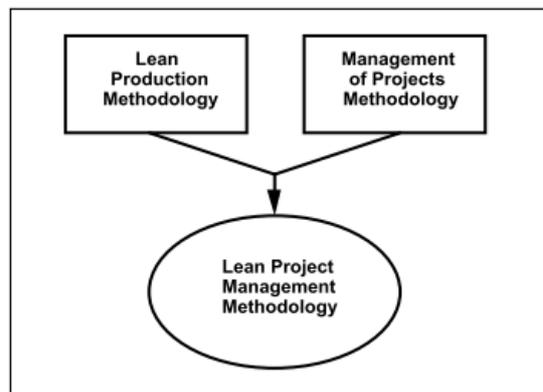


Figura 3.1 Generación de la Metodología Lean Project Management

Fuente: Horman & Kenley (1996)

Ahora bien, según como lo define Karim & Nekoufar (2011) el Lean Project Management nace desde el Lean Thinking y se muestra un esquema en la figura 3.2 en donde:

Lean Thinking y Lean Design: Es el resultado del mínimo desperdicio de material y tiempo con el máximo valor al proyecto.

Lean Production: Es la capacidad de producir usando la mínima cantidad de actividades que no agregan valor ni tiempo y menos costo al proceso de manufactura.

Lean Construction: Es la adaptación del Lean Production y Lean Design como manufactura esbelta, con la única diferencia que es basado en proyectos.



Figura 3.2 El concepto Lean

Fuente: Elaboración propia a partir de Karim & Nekoufar (2011)

El siguiente resumen esquemático de la figura 3.3 muestra el proceso de Lean desde Lean Thinking hasta Lean Project Management.



Figura 3.3 Desarrollo del concepto Lean

Fuente: Elaboración propia a partir de Karim & Nekoufar (2011)

Sin embargo según Alarcón (2012) “Lean Management consiste en la aplicación de principios de gestión desarrollados originalmente en el sistema de producción de Toyota a las diversas organizaciones y proyectos.”. Además explica que Lean Management evoluciono a través del lean Construction y ha tomado cada vez mayor fuerza a nivel mundial, y es de vital importancia para la administración de los proyectos. Adicional a eso dentro del lean Construction ha causado revuelo ya que cambia su proceso de trabajo, es decir como filosofía lean mejora el valor y reduce las perdidas. Como sabemos Lean Construction proviene de Lean Production, mejorando la gestión basado en la producción de proyectos.

A continuación se muestra en la figura 3.4 la diferencia si fuera una producción convencional vs una producción sin perdidas dentro del Lean

| | Producción convencional | Producción sin pérdidas |
|---|--|--|
| Objeto | Afecta a productos y servicios. | Afecta a todas las actividades de la empresa. |
| Alcance | Actividades de control. | Gestión, asesoramiento, control. |
| Modo de aplicación | Impuesta por la dirección. | Por convencimiento y participación. |
| Metodología | Detectar y corregir. | Prevenir. |
| Responsabilidad | Del departamento de calidad. | Compromiso de todos los miembros de la empresa. |
| Clientes | Ajenos a la empresa. | Internos y externos. |
| Conceptualización de la producción | La producción consiste de conversiones (actividades) 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 | Costo de la actividades. | Dirigido hacia el costo, tiempo y valor de los flujos. |
| Mejoramiento | Implementación de nueva tecnología. | Reducción de las tareas de flujo, y aumento de la eficiencia del proceso con mejoras continuas y tecnología. |

Figura 3.4 Producción convencional vs producción sin pérdidas

Fuente: Alarcón (2012)

3.4 Definición

Luego de lo analizado creemos conveniente indicar algunos conceptos que nos traen diferentes autores para ampliar nuestros conceptos sobre el Lean Project Management:

Lean Project Management se define como el garantizar la máxima efectividad al definir los requerimientos del proyecto en términos de todos los factores que influirán en el proceso de gestión del proyecto para cumplir un rendimiento eficiente prestando especial atención en cómo alcanzar el máximo valor (Horman & Kenley, 1996).

El **Lean Project Management** dice que “Los proyectos son sistemas de producción temporales. Cuando esos sistemas están estructurados para entregar el producto mientras maximizan el valor y minimizan el desperdicio, se dice que son proyectos lean” (Ballard & Howell, 2003).

Otra definición dice que el “**Lean Project Management** es la aplicación de Lean Thinking en la gestión de proyectos, tiende a enfocar la gestión de proyectos hacia la creación de valor y prevenir el desperdicio, LPM mejora la productividad del proyecto” (Aziz, 2012).

En todo caso, Steyn & Stoker (2014) define “**Lean Project Management** evolucionó desde el desarrollo original de la metodología lean tal como se aplicó en la fabricación. Se basa en la reducción de los siete desperdicios, defectos, sobreproducción, transporte, espera, inventario, movimiento y procesamiento. La teoría de las restricciones proporciona un mecanismo de enfoque para identificar el "desperdicio" específico que brinda la mejor oportunidad”.

Por último una definición clara es la siguiente de **Lean Project Management** es “Adaptar principios de gestión de producción lean, a la gestión de los proyectos, para lograr el mismo objetivo: maximizar el valor mientras se minimiza el desperdicio. Gestionar un proyecto en vez de una fábrica de automóviles, por ejemplo, asimilar un flujo continuo del proceso de producción en automóviles a un flujo continuo de la ejecución del proyecto en general, como también en la ingeniería concurrente, o sea invitar a diseñar, no solamente el producto, sino también el proceso por el cual lo voy a ejecutar, la organización que voy a usar, al mismo tiempo, es decir (sistemático, coordinado y simultáneo). Esas ideas son las que están plasmadas en muchas de las prácticas actuales en esta área del Lean Project Management” (Apaza, 2017b).

3.5 Constitución

No todo se centra en Lean Thinking y Project Management. El autor Ballard & Howell (2003) nos indica un modelo llamado Lean Project Delivery System (LPDS) para la construcción de proyectos; enfocándose en varios aspectos como mejorar la comunicación entre los interesados, tomando decisiones, diseñando el proceso, eliminando el desperdicio, fluir y tirar.

Los proyectos ha sido determinados en términos de fases, la clave que diferencia entre el tradicional Lean y el Lean Project Delivery son la definición de sus fases así como la participación de cada una (Ballard & Howell, 2003).

Últimamente Lean Production está incorporada en la manufactura y cada vez se aplica en la gestión de proyectos de la construcción (Lean Construction). Esta filosofía comenzó solo con la ejecución de los proyectos pero con su implementación fue creciendo aguas arriba y abajo introduciendo nuevos enfoques de diseño, procesos, cambios, etc. El resultado de un cambio nuevo de enfoque dio resultado al **Lean Project Delivery System (LPDS)** para diseñar y construir infraestructura (Alarcón, 2010).

A continuación en la tabla 3.1 se muestra una clara diferencia entre lo que es LPDS y lo que no es Lean

| LPDS | No LPDS (Sistema Tradicional) |
|---|--|
| * El foco está en el sistema de producción. | * El foco está en las transacciones y contratos. |
| * Transformación, flujo y objetivos de valor. | * Meta transformacional |
| * Los colaboradores aguas abajo están involucrados en las decisiones aguas arriba | * Las decisiones son tomadas secuencialmente por especialistas y "arrojadas al proyecto" |
| * Producto y proceso están diseñados juntos | * Se completa el diseño del producto, luego comienza el proceso designado |
| * Todas las etapas del ciclo de vida del producto se consideran en el diseño. | * No todas las etapas del ciclo de vida del producto se consideran en el diseño |
| * Las actividades se realizan hasta en el último momento. | * Las actividades se realizan lo antes posible |
| * Se realizan esfuerzos sistemáticos para reducir los tiempos de entrega de la cadena de suministro | * Las organizaciones por separado se vinculan entre sí a través del mercado y también toman lo que ofrece el mercado |
| * El aprendizaje se incorpora a la gestión de proyectos, firmas y cadenas de suministro. | * El aprendizaje ocurre esporádicamente |

| LPDS | No LPDS (Sistema Tradicional) |
|---|---|
| * Los intereses de las partes interesadas están alineados | * Los intereses de las partes interesadas no están alineados |
| * Los buffers están dimensionados y ubicados para desempeñar su función de absorber la variabilidad del sistema | * Los buffers están dimensionados y ubicados para la optimización local |

Tabla 3.1 Lean versus no Lean

Fuente: Elaboración propia adaptada al español a partir de Ballard & Howell (2003)

Además se muestra a continuación en la figura 3.5 como aplicar un proyecto Lean Project Delivery System (LPDS)

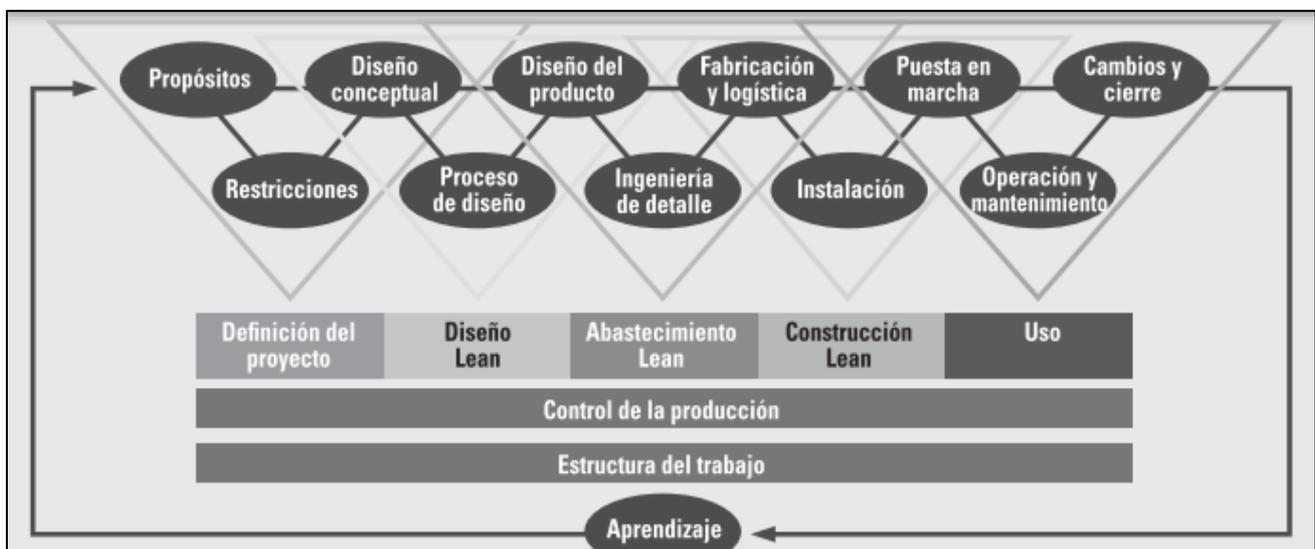


Figura 3.5 Lean Project Delivery System

Fuente: Alarcón (2010)

3.6 Beneficios del Lean Project Management

Según Ibarra & Ballesteros (2017) menciona los principales beneficios y principios Lean como Filosofía y se indica:

Beneficios:

- Incremento de la Productividad
- Disminución de desperdicios
- Los tiempos de ejecución menores
- Mejora del servicio al cliente final

Principios:

- Se debe hacer lo que es necesario, cuando es necesario y la cantidad necesaria.
- La calidad es parte vital del proceso
- Reducir el Lead Time
- Aprovechamiento total de la maquinaria y mano de obra
- Kaizen (mejora continua)

Se conoce que Lean se originó en la fabricación con su único objetivo de eliminar todos los desperdicios para generar más valor al cliente como principal beneficiario. Pues su filosofía se está aplicando en muchas áreas como desarrollo de negocios, proyectos, contabilidad, finanzas administración, etc.; Siendo las herramientas utilizadas en diferentes sectores pero los principios siguen siendo los mismos. Hay una amplia variedad de técnicas que se pueden aplicar a la gestión de proyectos para reducir drásticamente los plazos de los proyectos, aumentar el valor para el cliente y reducir los costos. Muchas de estas herramientas son fáciles de aplicar y, sin embargo, pueden tener resultados significativos e inmediatos. Sin embargo, el desafío radica en mantener las mejoras, lo que requiere un enfoque disciplinado. En lugar de simplemente aplicar herramientas al azar, deben integrarse en un enfoque de LPM que elimine sistemáticamente los desechos de los proyectos de la organización. Si se implementa sistemáticamente en todas las áreas de gestión de proyectos, ningún otro esfuerzo de mejora producirá beneficios tan grandes como los obtenidos de Lean (MacAdam, 2009).

3.7 Principios del Lean Project Management

El Lean Project Management tiene principios que según Reusch & Reusch, (2013) se deben tomar en cuenta y no olvidar a la hora de llevar a cabo un proyecto.

1. Falta de Efectividad
2. Falta de Eficiencia
3. Esperas en proyectos
4. Sobreproducción
5. Re-trabajo en proyectos
6. Movimientos innecesarios en proyectos
7. Pasos innecesarios
8. Inventario relacionado al desperdicio.
9. Transporte relacionado al desperdicio

En cambio Womack, Jones, & Cuatrecasas Arbós (2012) explica 5 principios dentro de Lean que suponen la base para su estudio y aplicación del Lean Project Management y se detallan a continuación:

1. Especificar el valor

El punto de partida básico del Lean es el valor. Este lo define el consumidor final, es satisfacer las necesidades del cliente en un momento y precio determinado siendo significativo ya sea un producto o servicio.

2. Identificar el flujo de valor

Consiste en realizar todas las actividades críticas específicas destinadas en la cadena de valor para un producto o servicio, como son tarea de solución de problemas, gestión de la información y transformación física.

3. Flujo

Una etapa importante en donde se debe hacer fluir todo, las cosas funcionan mejor si se concentra todo en el producto y sus necesidades y luego en la maquinaria y organización.

4. Pull (Atracción)

Se trata en satisfacer lo que el cliente desea, es decir lo que se tiene que diseñar, programar y hacer en base a la demanda del cliente y será el encargado de atraer (pull) lo que específicamente necesita.

5. Perfección

Como último principio y como consecuencia de los anteriores se trata en agregar valor al producto y eliminar todos los desperdicios o mudas a lo largo de su cadena de suministro.

Po último, Vázquez et al. (2018) nos muestra también su enfoque para llevar a cabo un proyecto. A continuación en la figura 3.6 se muestra los 5 principios básicos a tomar en cuenta dentro del Lean Project Management que son:

1. Especificación del valor
2. Identificación de flujo de valor
3. Optimización de flujo de valor
4. Participación del cliente para la extracción del valor
5. Mejora continua

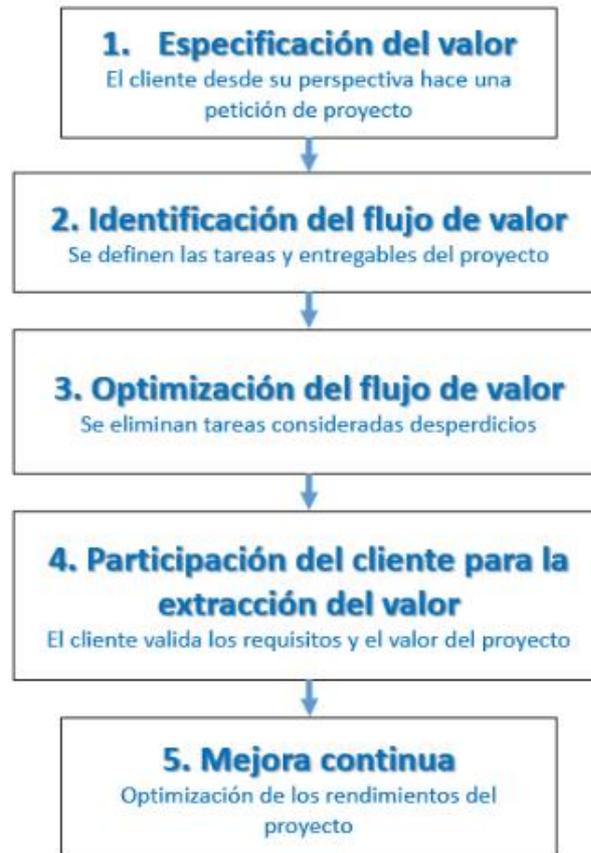


Figura 3.6 Método Lean Project Management

Fuente: Vázquez et al. (2018)

3.8 Ventajas y desventajas del Lean Project Management

El objetivo de Lean Project Management es lograr los mejores resultados con el mínimo esfuerzo. Los directores, interesados y todos los que forman parte del proyecto tratan de eliminar las actividades innecesarias, bajar costes, procesos que no hacen falta y sobre todo la burocracia en el proceso. Sin embargo hay ciertas características a tomar en cuenta al momento de gestionar proyectos con Lean como son la orientación al cliente, las competencias, la duración del proyecto debe ser la más corta posible, flexibilidad porque siempre está cambiando, y sobre todo responsabilidad y transparencia para cumplir con el éxito del mismo. Debido a su enfoque hacia resultados y al cliente siempre puede haber ventajas y desventajas según el tipo de proyecto como se muestra a continuación (IONOS, 2019b):

Ventajas:

- Eficiencia: Ahorro de costos y recursos
- Procesos acortados: Respuestas y resultados rápidos debido a la constante revisión y análisis.
- Principio de abajo hacia arriba: Los empleados son los principales motivadores y solucionadores de problemas hacia sus líderes.
- Calidad: Lo más importante enfocado en el cliente para mayor identificación con el proyecto.

Desventajas:

- Siempre buscando eficiencia en tiempo y costes trae efectos negativos como la presión hacia los empleados y nivel de stress, generando problemas y no avance del proyecto.
- Todos pueden cometer errores y más un gestor de proyectos que son altamente competentes pero con alto impacto, si toma un mala decisión afecta toda la cadena para el progreso del proyecto.
- Las actividades específicas y resultados inmediatos provocan a veces riesgo en no analizar toda la cadena y vista general del proyecto.

Como conclusión a este capítulo fue el de analizar que es el Lean Project Management y sus orígenes, más adelante en el siguiente capítulo 4 veremos cómo éste repercute con las metodologías tradicionales PMBOK o la norma ISO21500 para luego analizar un caso en específico.

4 REPERCUSIÓN Y APLICACIÓN DEL LEAN PROJECT MANAGEMENT

Las buenas prácticas profesionales y la gestión de proyectos que se ha manejado a lo largo del tiempo han sido de gran importancia para el mundo profesional y de servicios, con el objetivo de hacer siempre más con menos esfuerzos. En este capítulo se pretende analizar la repercusión e importancia que tiene el Lean Project Management con la guía tradicional para el manejo de cualquier proyecto como es el caso del Project Management Body of Knowledge (PMBOK) o la ISO21500.

4.1 Repercusión LPM con el PMBOK

Lo que primero que debemos tomar en cuenta para la realización de todo Proyecto es nombrar un Director de Proyectos por lo cual dentro del PMBOK es el que lidera un papel importante en alcanzar los objetivos de un proyecto. Muchos directores se involucran desde su inicio hasta el cierre del mismo, otros están desde antes que inicie evaluando y muchas de las veces son considerados como altos responsables en desarrollo, función, análisis de los negocios con el único fin de cumplir todo lo que se han planteado. Su rol puede variar en cada organización y en cada proyecto. Lo importante es que se puede definir y acoplado la organización al director y viceversa. Ahora bien las habilidades y talentos que tiene un director de proyectos son clave para el éxito de los mismos que son 3 y se indica a continuación (PMI, 2017).

1. Dirección Técnica de Proyectos
2. Liderazgo
3. Gestión Estratégica y de Negocios



Figura 4.1 Triangulo de talentos del PMI

Fuente: PMI (2017)

Ahora bien primero trataremos de explicar mejor la diferencia entre la metodología tradicional y Lean. Según Guerrero Pinedo (2018) “El Lean Project Management busca disminuir las incertidumbres y

variaciones producto de los supuestos, partiendo de un entendimiento y diferenciación de las **actividades** declaradas en el plan.”

Estas actividades se clasifican en dos tipos en transformación y de flujo, las primeras se puede sustentar, en cambio las segundas son las que pueden cambiar y pueden ser afectadas externamente. Sin embargo, para analizar estos cambios se basa en la teoría de conjuntos en donde en el enfoque tradicional se basa primero en el **debe**, que nos dice que debo hacer, segundo en que **se hará**, el responsable declara que se hará en el periodo y tercero él **se puede**, el equipo decide que hacer, tal como muestra la figura 4.2

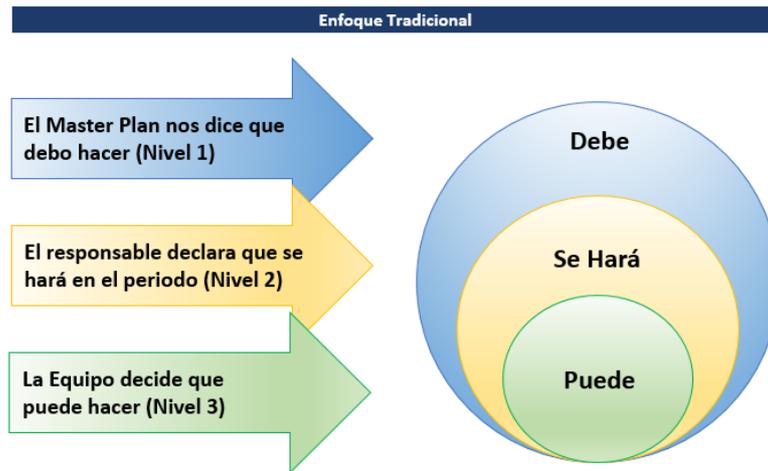


Figura 4.2 Enfoque Tradicional

Fuente: Guerrero Pinedo (2018)

En cambio, el Lean Project Management cambia el orden de los subconjuntos al enfoque tradicional, eliminando restricciones a su paso con el objetivo de que cambiar el enfoque de que si se puede hacer y posteriori garantizar que se hará, tal y como se muestra en la figura 4.3 más adelante.

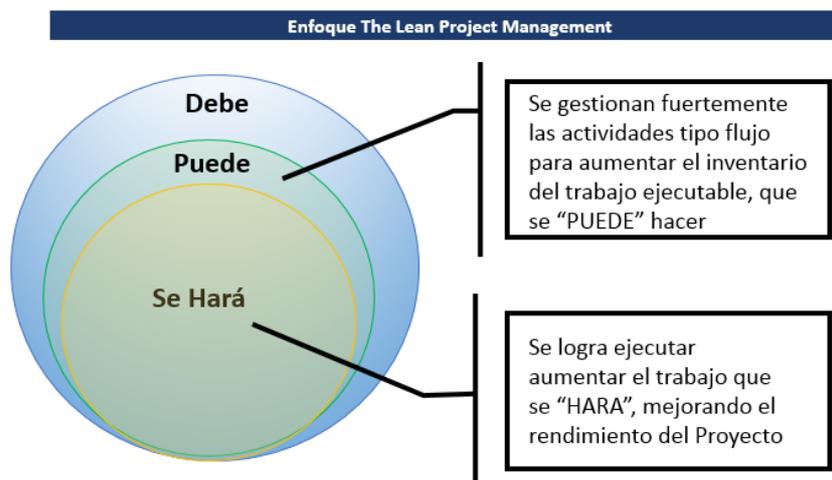


Figura 4.3 Enfoque Lean Project Management

Fuente: Guerrero Pinedo (2018)

Por lo tanto, como ya se conoce el Lean Project Management lo que busca es adaptar los principios de Gestión de la producción a la gestión de proyectos bajo un flujo continuo. Entonces, la gestión tradicional de proyectos identifica 3 indicadores de desempeño que son **costo, calidad, y tiempo** y con la ayuda de Lean Project pretende mejorar los sistemas de planificación, control de inventarios y diseño colaborativo (Ramses Ramirez & Núñez Yedra, 2019).

A continuación en la figura 4.4 se muestra por un lado la parte izquierda la gestión tradicional de proyectos y la parte derecha con LPM.

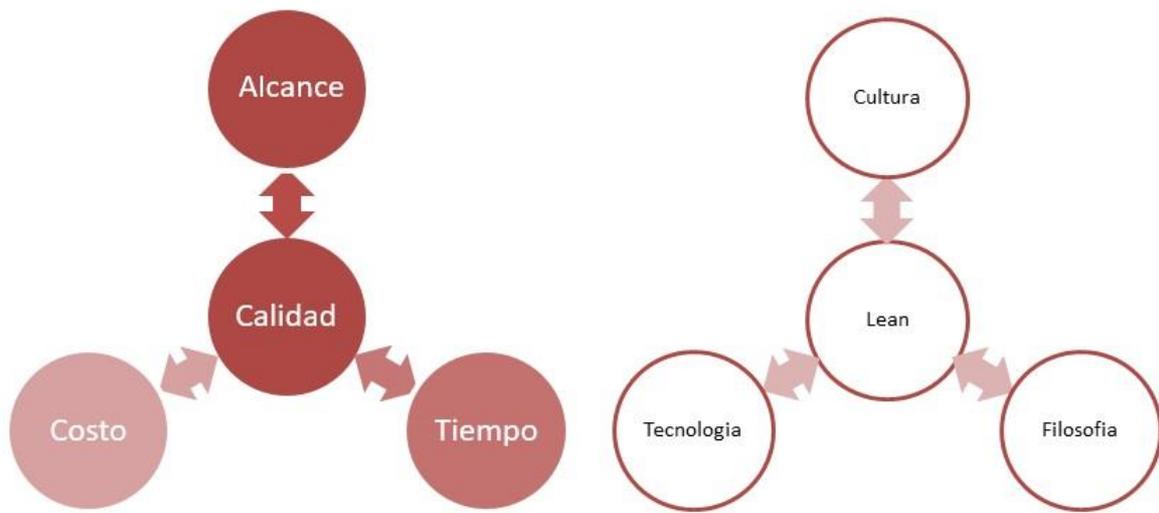


Figura 4.4 Gestión de proyectos vs Lean Project Management

Fuente: Apaza (2017b)

Es decir, en el flujo de trabajo de la **gestión tradicional de proyectos** los actores se incorporan primero de forma gradual, es decir el dueño del proyecto, su diseño, esquema y luego los que harán el proyecto, en cambio en el flujo **Lean** primero se incluyen a los que ejecutan el proyecto con la finalidad que aporten decisiones estratégicas colaborando con el diseño ya que ellos son los principales actores para su elaboración. Estas decisiones sufren un impacto y se conoce como **Curva de influencia** (figura 4.6). Es decir, cuando un proyecto llega a la etapa de ejecución la influencia en los costos sufre un impacto si en caso se quiera cambiar algo. Sin embargo en Lean el proyecto su influencia al inicio solo significará un cambio de planeación y no de ejecución disminuyendo totalmente sus costos.

Como se mencionaba anteriormente para este logro “Los mandantes tienen la tarea irrenunciable de liderar sus proyectos y llevarlos a buen término, deben contar con las capacidades y el personal mejor preparado para lograr que las buenas ideas se concreten en proyectos exitosos; no pueden externalizar esa responsabilidad. Son los únicos en la posición de impulsar la colaboración, la creatividad de innovación, creando organizaciones y sistemas de desarrollo de proyectos que estimulen la confianza y un trabajo en equipo que tengan incentivos para todos y que estén alineados con los objetivos de sus proyectos. En la actualidad, los cambios son cada vez más rápidos. Por esta razón es necesario efectuar los proyectos cada vez con mayor rapidez y eficiencia y tratar de trasladar la mayor de las decisiones del proyecto desde la zona de baja influencia a la zona de alta influencia” (Alarcón, 2014)

En los proyectos tradicionales los actores se incorporan de forma gradual es decir aguas arriba están diseñadores, dueños y más abajo los que ejecutan el proyecto y en cambio en Lean Project Management los que ejecutan el proyecto están aguas arriba. Esto cambia radicalmente al proyecto y mejora en su totalidad para el éxito del mismo.

“En el sistema **Lean** se quiere que el conjunto participe colaborando en el diseño y en seleccionar la forma como vamos a ejecutar este proyecto, porque ellos saben mejor que nadie cuáles son las mejores formas de hacerlo, porque son los que lo van a hacer. Por lo tanto, es muy importante su participación en etapas tempranas del diseño” (Apaza, 2017a).

A continuación se muestra el grafico 4.5 de cómo es la diferencia al momento de ejecutar un proyecto de forma tradicional vs Lean en donde:

- DP o PD: Diseño Previo
- DE: Diseño Esquemático
- DD: Desarrollo del Diseño
- DC: Documentación
- AP: Aprovechamiento
- CO o OC: Control de Obra
- OP: Operación

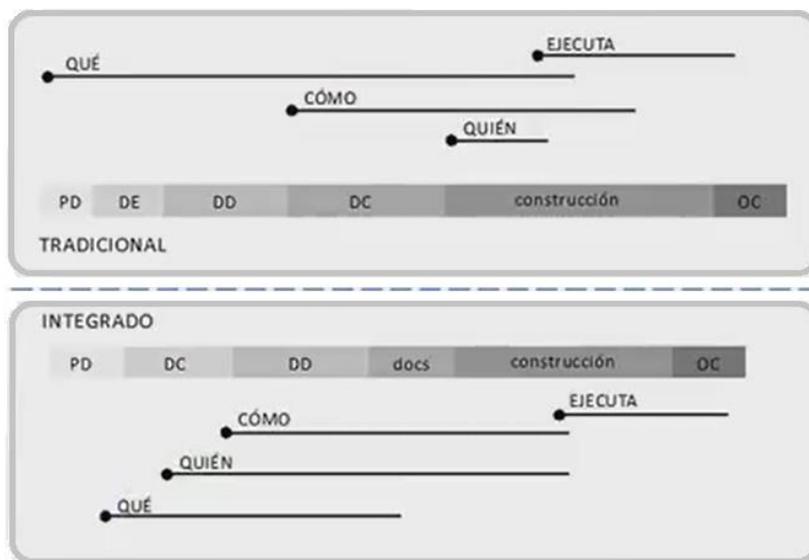


Figura 4.5 Gestión de proyectos Tradicional vs Integrado o Lean Project Management

Fuente: Apaza, (2017a)

En cambio en la siguiente figura 4.6 se indica la **curva de influencia** de la diferencia entre la gestión tradicional de un proyecto vs el desarrollo integrado de Proyectos (DIP) que es una alianza colaborativa de todo el sistema empresa para mejorar los resultados de un proyecto, es decir aumenta valor a todas

las fases o ciclos de vida de un proyecto con creación, recopilación y mejoras con la aplicación del Lean Project Management, reduciendo desperdicios y creando valor (Apaza, 2017a).

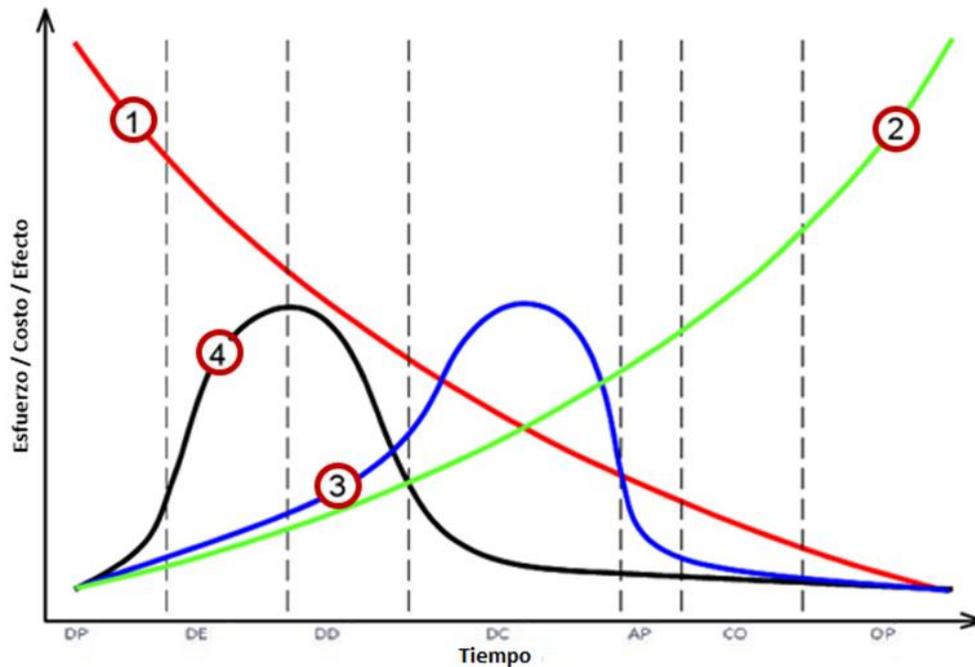


Figura 4.6 Curva de Influencia

Fuente: Apaza (2017a)

En la gráfica de la curva de influencia la línea 1 es la **capacidad de influir** en donde se ve como decrece y se pierde a lo largo del ciclo de vida del proyecto, por lo que cuando llega a la ejecución ha perdido su valor. La línea 2 representa los **costos** en donde si hacemos cambios al inicio es barato pero si lo hacemos en su ejecución es alto significa destruir y volver a hacer. La línea 3 es un **proyecto tradicional** en donde su diseño no se ve influenciado al inicio reflejando menos costo, importancia y valor al proyecto. Por último la línea 4 es el **proyecto Lean** en donde a los actores de aguas abajo se trasladan aguas arriba para aumentar e influencia el resultado del proyecto.

Se concluye luego de todo lo visto es que el Lean Project Management proviene de los conceptos Lean de manufactura que se denomina Lean Manufacturing con su objetivo principal de satisfacer las necesidades del cliente agregando valor con el mínimo coste. Sus premisas clave son (OBS Business School, 2019):

1. Eliminar residuos
2. Asegurar la calidad
3. Crear conocimiento
4. Aplazar el compromiso
5. Entregar rápido
6. Apostar por la autonomía individual
7. Optimizar el sistema

Y de acuerdo a Apaza (2017b) muestra una serie de mejoras en el LPM que incluyen para mejorar la calidad de un proyecto:

- Completar el proyecto a tiempo.
- Terminar el proyecto según lo presupuestado.
- Cumplir los requisitos de rendimiento del proyecto.
- Eliminar desperdicios.
- Reducir costos.
- Agregar valor al proyecto.

Por otro lado dentro de los proyectos y como primera premisa se considera residuos a las reuniones inútiles, actividades secundarias que no tienen importancia, documentación que no aporta valor e ineficiencia en el trabajo, etc. La labor del Lean Project Management es que todo su equipo funcione como un todo, haciendo que cada aportación individual sea optimizado de forma global.

Por lo que se muestra algunos aspectos y diferencias entre la gestión tradicional de proyectos y Lean Project Management por diferentes autores a continuación en las tablas 4.1 y 4.2:

| Gestión tradicional | Lean Project Management |
|----------------------------|---|
| Desperdicios/Baches | Eficiencia/Flujo de Valor |
| Reuniones Eternas | Reuniones eficientes |
| Héroes y súper genios | Equipos Comprometidos |
| Alto Riesgo | Administración del riesgo |
| Ruta critica | Cadena critica |
| Burocracias y esperas | Planificación de reservas y procesos estándares |
| Multitareas | Proyectos prioritarios |
| Alto desgaste | Calidad de Vida |

Tabla 4.1 Enfoque Lean Project Management

Fuente: Diseño propio a partir de Ramses Ramirez & Núñez Yedra (2019)

| ASPECTOS | PMBOK | LEAN |
|---------------------------------------|---|---|
| Objetivos de la gestión del proyecto | Calidad, plazo, coste dentro del alcance establecido | Valor, tal y como es percibido por el cliente |
| Adecuación de los procesos de gestión | Relevancia de los procesos en función del tipo de proyectos | Las labores a realizar son pull por la creación de valor |
| Tiempos | Planificación temporal completa. Métodos del camino crítico | Reducción de plazos al evitar tareas innecesarias o reducir los requisitos de las mismas a lo estrictamente necesario |
| Riesgos | Gestión Proactiva | Tomar las decisiones lo más tarde posible. Gestionar los riesgos más relevantes |
| Recursos | Asegurar la disponibilidad de los recursos | No desperdiciar el talento. Empoderar al personal |
| Aprovisionamiento/Ejecución | Gestión de Compras | Cadena de valor, Pensamiento de ciclo de vida. Green Project Management |

Tabla 4.2 Comparación PMBOK vs Lean Project Management

Fuente: Diseño propio a partir de Baelo Álvarez (2018)

4.2 Repercusión LPM con la ISO21500

Ahora se intenta explicar cómo influye el Lean Project Management con la ISO21500.

La ISO21500 define Project Management como la aplicación de métodos, herramientas, técnicas y competencias para un proyecto pero no menciona ninguna técnica como Lean. Por lo tanto usando ISO21500 como referencia para administración de proyectos no garantiza el éxito pero de cierta manera incrementa la oportunidad de que un **proyecto** llegue al éxito. (Zandhuis & Stellingwerf Rommert, MSc, 2013)

Lean se esfuerza por ofrecer más valor con menos desperdicio, es decir, combinando conceptos y principios Lean con Project Management conduciría a proyectos más exitosos. Entonces, cuando se combina el Lean con ISO21500, la posibilidad de proyectos aún más exitosos aumentaría: los proyectos se ejecutan más rápido, tienen menos desviaciones, se lidian con menos incertidumbre y usan menos recursos. Por lo que se concluye que Lean Project Management e ISO21500 son complementarios.

4.3 Aplicación LPM en la gestión de proyectos

Los proyectos Lean son diferentes a los proyectos tradicionales, se pone a consideración las fases que deben considerarse en los proyectos según la metodología Lean Project Management y son las siguientes (Ballard & Howell, 2003):

1. Project Definition o Definición del Proyecto:

Esta primera fase incluye los propósitos y valores de los clientes y las partes interesadas, conceptos y criterios de diseño. Cada uno de estos elementos puede influir sobre el otro, por lo que es necesaria un acuerdo entre los diferentes interesados. Por lo general, como una buena conversación, todos se van con una comprensión diferente y mejor de la que trajeron consigo. Los representantes de cada etapa del ciclo de vida de la instalación están involucrados en esta fase inicial, incluidos los miembros del equipo de producción que debe diseñar y construir el producto.

2. Lean Design o Diseño Lean:

La segunda fase es la puerta entre la definición del proyecto y el diseño lean alineado de valores, conceptos y criterios. El diseño Lean surge de la conversación, tiempo dedicado al desarrollo y alineación de producto y diseño del proceso a nivel funcional del sistema. Un proyecto podría cambiar si la definición del proyecto revela en las búsquedas continuas o análisis oportunidades que son consistentes para el cliente y todos los interesados. Ejemplo en un proyecto puede haber tiempo y dinero suficiente y cambiar lo planificado. El Lean Design difiere de las prácticas tradicionales sistemáticamente debido a que el último momento el responsable permite más tiempo para desarrollar y mejorar alternativas. En cambio las prácticas tradicionales de seleccionar opciones y ejecutando tareas causa reprocesos e interrupciones generando conflictos con las decisiones de otros. Por lo que en Diseño Lean permite moverse a los especialistas y tiempos solo en el tiempo establecido llamado “lead time” para luego permitirse ver los fallos y poder reducir ese tiempo.

3. Lean Supply o Suministro Lean:

Consiste en ingeniería a detalle, fabricación y entrega, que requiere como prerrequisito un producto y proceso diseñado con un conocimiento lean para sus detalles en la fabricación y cuando tenga que entregarse los componentes. El Suministro Lean además incluye iniciativas para reducir el lead time de información y materiales, especialmente aquellos involucrados en la cadena de suministro que determinan en momento y la entrega del proyecto.

4. Lean assembly o ensamblaje Lean:

Como fase final incluye la entrega de materiales e información relevante para su instalación. El ensamblaje es completado cuando el cliente tiene pleno conocimiento de cómo quedara su producto final.

4.4 Aplicación a un caso

Como último análisis hemos llegado a la aplicación en donde se intenta revisar toda la metodología de aplicación del Lean Project Management con Lawrence P. Leach-PMP (2005) en su libro “Lean Project Management: Eight principles for success”, en donde combina la cadena crítica para administrar proyectos con las herramientas de Lean para mejorar los proyectos por medio de 8 principios. Por lo que pretendemos analizar un caso real mejorando las metodologías tradicionales del PMBOK. El objetivo es aportar con cada principio y la información del caso investigado para proponer mejoras a lo tradicional apegadas a la filosofía Lean Project Management; El caso a analizar se trata de un trabajo fin de grado realizado por Rodríguez Ruiz (2017) en Ingeniería de Tecnologías Industriales llamado “Gestión de proyectos aplicada al diseño de un centro de control de una Central Eléctrica.”.

4.4.1 Introducción

Según lo explica Rodríguez Ruiz (2017) se trata de un proyecto que ilustra el diseño de un Sistema de Control para un Centro de Operación para una empresa de Distribución Eléctrica sobre plataforma Smart Grid. La solución aplicada a distribuidoras eléctricas incluye las más probadas aplicaciones en tiempo real, herramientas de gestión de la información y experiencia práctica en proyectos globales. Es un sistema software integrado para control, análisis y optimización de la operación de la red eléctrica, cumpliendo los requerimientos de las Utilities, proporcionando:

- Control y monitorización de la red en tiempo real,
- Modelo de red matemático y aplicaciones de potencia,
- Gestión de falta eficiente y mejora de la tensión de la red,
- Análisis de la red (cortocircuitos, protección de relés, pérdidas, fiabilidad, rendimientos...)
- Optimización y reducción de inversiones en edificios de potencia, automatización, ...
- Reducción de cargas pico en la red y pérdidas de energía,
- Incremento de las ganancias e ingresos de las empresas,
- Mejora de la calidad de la energía y servicios al cliente.

Los Smart Grids son básicamente redes de distribución eléctrica combinadas con modernas tecnologías de información, que proporcionan datos tanto a las empresas distribuidoras de electricidad como a los consumidores, lo que es ventajoso para ambas partes. Por lo tanto, la Smart Grid es más compleja en su funcionamiento que la actual red eléctrica.

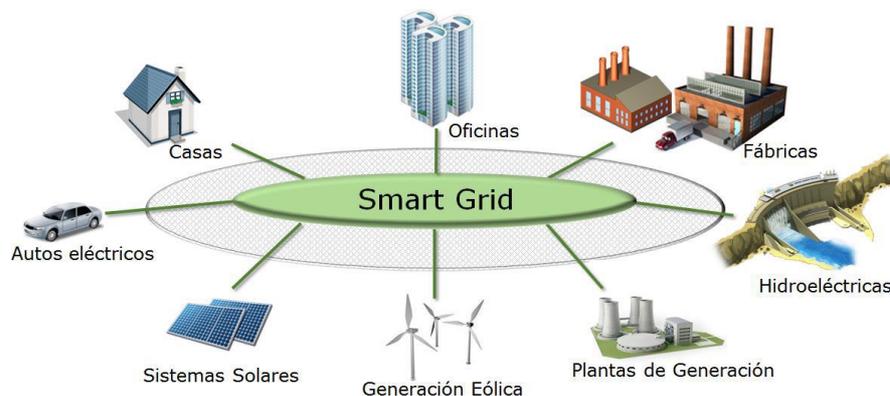


Figura 4.7 Esquema Smart Grid

Fuente: Rodríguez Ruiz (2017)

En todo caso luego de su descripción y el objetivo que se quiere lograr veremos de qué se trata cada principio a analizar y plantaremos propuestas de mejora apegadas al Lean Project Management como herramienta de estudio.

4.4.1.1 Principio 1: Sistema del Proyecto

Para que un proyecto sea exitoso todo su sistema debe estar relacionado con la gente, el proceso y el producto. La planificación, ejecución y control de los proyectos ayudaran a eliminar todos los desperdicios para éxito del mismo. Se deberá diseñar e implementar un apropiado sistema efectivo para los proyectos, organización y medio ambiente. Muchas cosas son esenciales a la hora de administrar proyectos pero pocas son necesarias para cada proyecto, por lo que el líder del proyecto debe priorizar lo que es más importante a la hora de llevar a cabo. Es decir, si vale la pena hacerlo se debe hacerlo lo más rápido.

La cadena crítica del Project Management muestra herramientas de cómo se debe hacer:

- No tienes que finalizar cada tarea para terminar el proyecto a tiempo.
- Puedes finalizar temprano aunque hayas empezado tarde.
- Añadiendo buffers reduces la duración y el costo total del proyecto.
- El sistema proyecto incluye un proceso de mejora continua

Luego, a la hora de la entrega del proyecto se toma en cuenta lo siguiente:

- Acta de constitución: Define la visión y el propósito del proyecto, asignando autoridad al líder del proyecto para la planificación del mismo.
- Plan del proyecto: Trazar y asignar todos los entregables del proyecto para cumplir los objetivos
- Proceso de cambio de proyectos
- Monitoreo y control

Propuesta de Mejora:

Para que un proyecto Smart Grid tenga éxito todo su sistema desde su inicio debe estar bien estructurado, es decir todos sus procesos, personas y producto final deben estar en constante relación a lo largo del mismo. De acuerdo a los 5 principios apegados a la filosofía Lean Project Management para nuestro proyecto se considera:

1. Especificar el valor

Con el objetivo concreto de establecer las necesidades del cliente y de todas las involucradas en el proyecto, se establece la integración del proyecto con el fin de ver sus actividades y procesos importantes, estableciendo su principal requerimiento del cliente que es el diseño, suministro, implantación, pruebas y puesta en marcha de un sistema de supervisión, adquisición de datos y control basado en plataforma Smart Grid, incluyendo los servicios asociados al mismo. Por lo tanto, se establecerá todo lo necesario que se hará en el proyecto desde el inicio con todos los interesados en el proyecto.

2. Identificar el flujo de valor

Se especifican las principales actividades a ser entregadas a lo largo de todo el proyecto.

- Definición del alcance
- Plan general del proyecto
- Diseño y especificación de detalle del sistema

- Desarrollo e implantación
- Puesta en marcha
- Garantía del sistema

3. Flujo

Nos vamos a concentrar solo en el flujo del producto como principal acción y de forma secundaria las que forman parte de esto. De los 7 hitos o entregables, analizaremos cual agrega valor o lo que el cliente está dispuesto a pagar, el resto solo sería costos extras al proyecto.

1. Diseño del Proyecto
2. Desarrollo del Sistema
3. Pruebas en fábrica (FAT)
4. Instalación
5. Pruebas en instalaciones (SAT)
6. Formación
7. Aceptación del sistema

4. Pull (Atracción)

Al entender que es un sistema Pull debemos trabajar aguas arriba con el objetivo de garantizar un producto de calidad de acuerdo a lo ofrecido en el primer principio. Por lo tanto se comprobaba a lo largo de toda su cadena crítica y sobre todo en la etapa final en donde es la aceptación del sistema que incluye la certificación y entrega del mismo. Ahora bien, aquí nos debemos preocupar en que todo esté bien desde la integración del proyecto, el alcance, el cronograma, los costos, la calidad, los recursos, las comunicaciones, los riesgos, las adquisiciones y los interesados que estén alineados y comprometidos para alcanzar el objetivo del proyecto planteado según lo como lo haya pedido el cliente.

5. Perfección

Aquí agregamos valor al producto que queremos entregar y eliminamos todos los desperdicios a lo largo de su cadena crítica. Según lo analizado de todas las actividades que se ejecutaron, creemos conveniente optimizarlas y trabajar primero en aquellas que si agreguen valor. De acuerdo a las 7 fases nos centraremos solo 4 áreas importantes que si agregan valor al producto.

- 1.- Diseño del Proyecto: Nos enfocaremos en el diseño y la producción del Smart Grid.
- 2.- Desarrollo del sistema: Una vez customizado el software y hardware deberá ser validado por el cliente hasta su aprobación por ser actividad crítica.
- 3.- Instalación: Cumplirá los requisitos de calidad y funcionalidad, no puede desviarse con otras revisiones extras.
- 4.- Aceptación del sistema: Se tomara muy en cuenta esta fase ya que representa la ruta crítica del proyecto con 256 días hasta que el sistema cumpla las garantías respectivas.

Al ser un proyecto de servicio, el cliente es el único que puede percibir lo recibido y muchas de las veces al final, por lo que al ser el interesado más importante se le debe hacer parte desde el inicio para que el proyecto no tenga problemas.

4.4.1.2 Principio 2: Liderazgo de personas

El liderazgo en un proyecto compromete a todos los interesados o que forman parte del proyecto. Los líderes del proyecto mantienen interesados a todos e involucrándoles en todas las actividades desde lo más simple a lo más grave.

Ahora bien, algunos aspectos en este segundo principio se definen a continuación:

- Los interesados en el proyecto incluyen que nadie impacte en sus proyectos positivamente o negativamente.
- La aprobación de los interesados es la clave para el éxito de los proyectos.
- Los miembros del equipo del proyecto son esenciales en el proyecto. Es decir, todos los equipos atraviesan las fases correspondientes, los líderes pueden verificar que todas las fases van avanzando, la responsabilidad en las tareas ayuda a que se cumplan y el involucramiento de los miembros del equipo ayudan a desarrollar un estilo propio al líder del equipo.
- Los líderes resolverán los problemas con el pensamiento ganar-ganar así no se desviara el objetivo del proyecto.

Muchas de las veces los equipos contarán con diferentes miembros lo que hace que se genere diferencias al momento de desarrollar las actividades por lo que se considera un modelo de liderazgo que ayudara a mejorar esos aspectos en donde:

S1: Líder Ordena

S2: Líder Persuade

S3: Líder Participa

S4: Líder Delega

R1: Colaborador sabe pero no quiere hacer

R2: Colaborador sabe y quiere hacer

R3: Colaborador que no sabe pero quiere hacer

R4: Colaborador que no sabe y que no quiere hacer

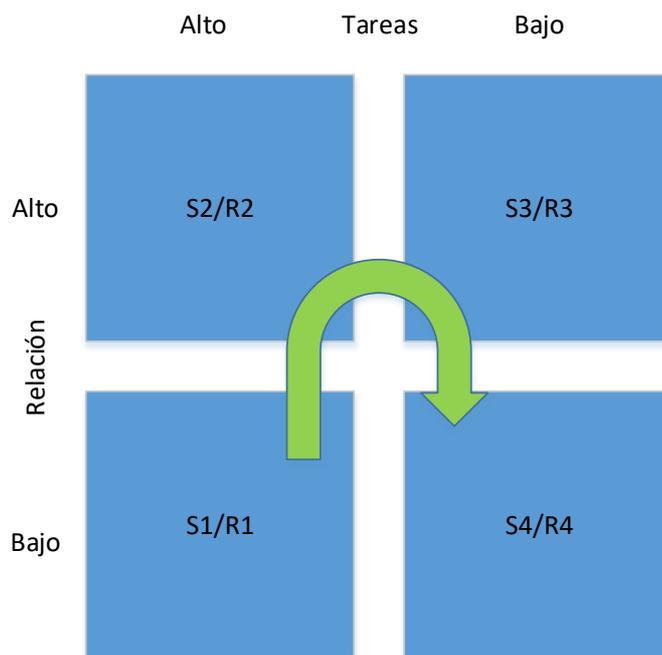


Figura 4.8 Modelo de liderazgo situacional

Fuente: Elaboración propia a partir de (Lawrence P. Leach-PMP, 2005)

El director de proyectos será el encargado y líder de asignar y distribuir tareas según convenga para el proyecto. Dentro del proyecto existen varios roles que se definen a continuación:

- Director del proyecto: Es la cabeza del proyecto y recae toda la responsabilidad para que se lleve a cabo con éxito.
- Director de tareas: El que garantiza que todo fluya y que nada se atrase, y claro utilizando los amortiguadores en el caso de algún fallo.
- Recursos: Todas aquellas personas que realizan el trabajo en el menor tiempo con la máxima calidad.

Propuesta de Mejora:

Todos los interesados que forman parte del proyecto tienen un impacto positivo o negativo y son:

- Cliente:** Usuario final que se beneficiará del sistema suministrado
- Director del Proyecto:** Responsable de la dirección del proyecto.
- Equipo de Proyecto:** Se encarga de la ejecución del proyecto.
- Proveedores:** Suministro de equipos necesarios para el proyecto
- Empresa externa de Ingeniería:** Ejecutarán algunas actividades con el equipo del proyecto
- Organismos oficiales:** Ejercen influencia sobre el curso del proyecto

Sin embargo para que todo el proyecto se pueda cumplir con éxito es importante que todos sean parte del mismo, puede ser que no en misma proporción pero sí de forma participativa. De acuerdo al modelo de liderazgo situacional se muestra a continuación una propuesta adaptada para todos los interesados en el proyecto.

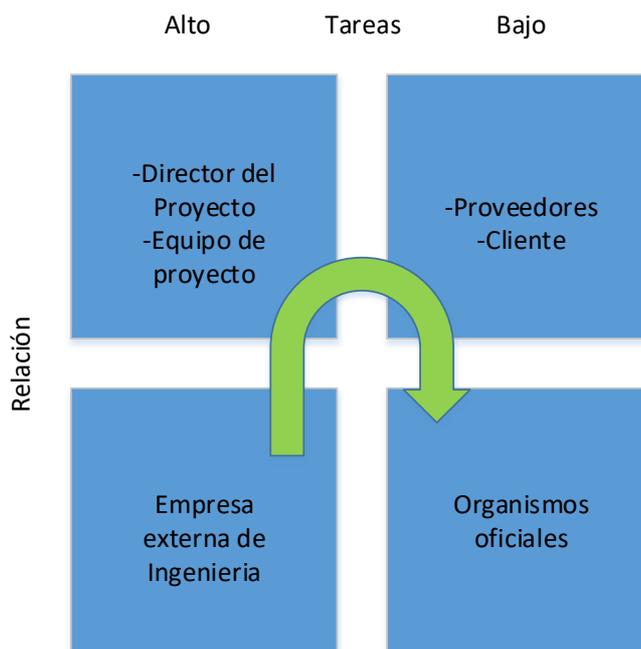


Figura 4.9 Modelo de liderazgo situacional Proyecto Smart Grid

Fuente: Elaboración propia (2019)

4.4.1.3 Principio 3: Project Charter o Acta de Constitución

Establece la visión del proyecto y lineamientos que pueden surgir a lo largo del mismo. Es el mejor tiempo para establecer un proceso efectivo para identificar y resolver todas las dudas y acciones que surjan durante todo el proyecto.

Algunos aspectos a considerar en este 3 principio son:

- Tener visión del proyecto desde el principio
- Acta de constitución para definir para apuntar todo al líder del proyecto y autorizar al equipo crear la planificación del proyecto.
- La base de la Acta de constitución es mostrar beneficio para el proyecto
- Si hay un problema, administrar que acción tomar desde el inicio y no se resolverán todos los problemas cuando se empieza ni mucho menos se asignara a una persona que lo resuelva.

Propuesta de Mejora:

El acta de Constitución suponemos la misma presentada en el proyecto, siendo de vital importancia al inicio. Además se muestra 4 áreas que se deben relacionar a la hora de conformar el acta de constitución misma.



Figura 4.10 Áreas de beneficio

Fuente: Lawrence P. Leach-PMP (2005)

| Nombre del Proyecto: | Sistema de Control de un Centro de Operación |
|--|---|
| Justificación del Proyecto | Modernizar el Centro de Control con aplicaciones de distribución. Disminuir las pérdidas de energía. Optimizar la gestión operativa de las instalaciones de la empresa. |
| Objetivos del Proyecto | El objetivo principal del proyecto es el diseño, suministro, implantación, pruebas y puesta en marcha de un sistema de supervisión, adquisición de datos y control basado en plataforma Smart Grid, incluyendo los servicios asociados al mismo. |
| Requisitos de alto nivel del proyecto | Definición del alcance Plan general del proyecto Diseño y especificación de detalle del sistema Desarrollo e implantación Puesta en marcha Garantía del sistema |
| Descripción del proyecto | El presente proyecto ofrece al cliente una propuesta para la adquisición de un sistema integrado para el control, análisis y optimización de la operación de la red eléctrica, cumpliendo los requerimientos del cliente. |
| Riesgos de alto nivel | Falta de financiación Penalizaciones por parte del cliente por retrasos en el plan del proyecto. Reclamaciones por parte del cliente si la solución proporcionada presenta desviaciones con los requisitos del proyecto. Incumplimiento de la calidad. |
| Resumen del cronograma de hitos | Contrato firmado con el lugar donde se realizará el proyecto. Realización de la ingeniería del proyecto. Pruebas y puesta en marcha. Aprobación del sistema por parte del Cliente. |
| Resumen del Presupuesto | Ingresos estimados = 3.000.000€ Costes estimados = 1.300.000€ |
| Requisitos para la aprobación del proyecto | Documento de entrega del sistema aprobado por parte del cliente. |
| Director del Proyecto y nivel de autoridad | Director del Proyecto: Fernando Márquez Expósito Selecciona a los miembros del equipo de trabajo. Aprueba: Presupuesto, cronograma, plan de calidad. Responsable de: agenda, logística y dirección del proyecto. |

Tabla 4.3 Acta de constitución del proyecto

Fuente: Elaboración propia a partir de Rodríguez Ruiz (2017)

4.4.1.4 Principio 4: Solución Correcta

La solución correcta empieza cuando el entendimiento de los requerimientos de los interesados para el éxito de los proyectos se asigna responsabilidades. A continuación se indica una tabla matriz dependiendo de los requerimientos:

| # | Requerimientos | Unidad de medida | Sensor | Criterio |
|---|---|-----------------------|---------------------------------------|---|
| 1 | Los dueños del proyecto esperan ser capaces en identificar el alcance del proyecto. | Elementos del alcance | Aprobación del dueño del proyecto | El dueño del proyecto aprueba el WBS al nivel de identificar todos los entregables. |
| 2 | Los dueños del proyecto esperan ser capaces de entender el programa del proyecto | Fechas | Carta de todos los hitos del proyecto | Los entregables del proyecto tienen un día de entrega asociado. |
| 3 | Los interesados del proyecto esperan ser capaces de identificar los elementos del presupuesto | Dinero | Tabla de presupuestos | Todos los entregables tienen asociado un presupuesto |

Tabla 4.4 Jerarquía de requerimientos Juran

Fuente: *Elaboración propia adaptada al español a partir de Lawrence P. Leach-PMP (2005)*

Sin embargo, para no tomar la primera solución que nos cruza en el camino se evalúa diferentes pasos para alcanzar la solución correcta.

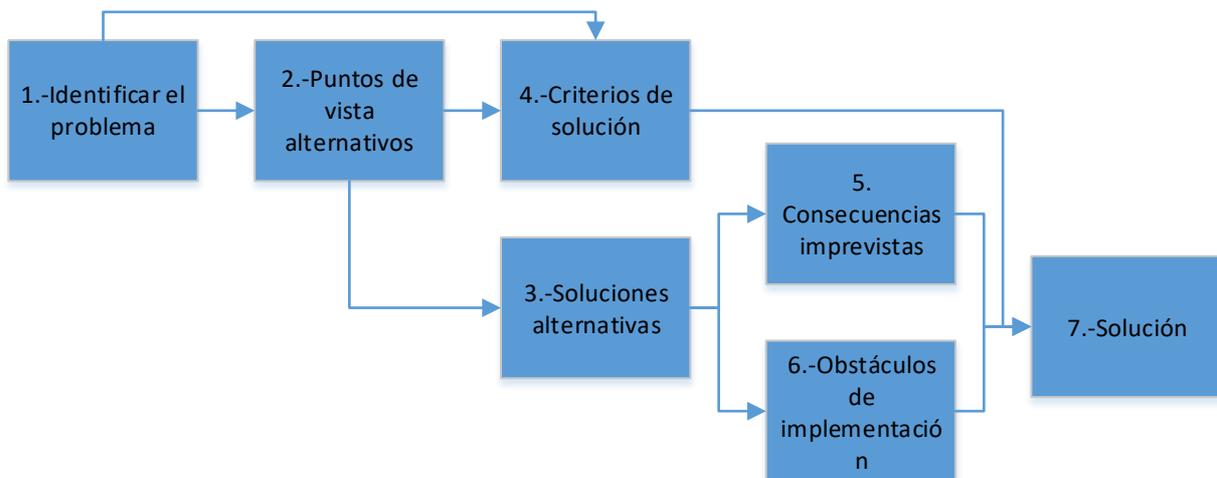


Figura 4.11 Evaluando soluciones

Fuente: *Elaboración propia a partir de Lawrence P. Leach-PMP (2005)*

En el proceso para resolver diferencias o toma de decisiones para lograr el éxito existe métodos que ayudan a mejorar estos inconvenientes y son:

a) *Método de los 6 sombreros*

Es una herramienta al momento de resolver conflictos y propone los siguientes aspectos a tomar en cuenta:

- Ampliar el concepto

- Ser más específico en el concepto
- Establecer diferentes alternativas
- Analizar los factores que influyen al diseño del proyecto
- Cuestionarse las ideas básicas en el diseño
- Considerar cambios que deben hacerse
- Estar abiertos a los cambios
- Desarrollar nuevas ideas
- Combinar posibles alternativas
- Trabajar las ideas en conceptos sólidos
- Ver todos los problemas en oportunidades.
- Hacerse nuevas preguntas para redefinir el problema.
- Pensar en nuevas ideas
- Fortalecer las ideas con un propósito y desechar las que no.
- Analizar el problema u oportunidad.

Por lo tanto este concepto de los 6 sombreros consiste en mirar el problema en 6 diferentes perspectivas mediante diferentes colores con el objetivo de encontrar mejores soluciones y sobre todo la correcta.

- Azul: El sombrero de la organización y dirección del proceso.
- Blanco: El sombrero en base a la información disponible
- Amarillo: El sombrero positivo en el caso de que haya un problema.
- Rojo: El sombrero de las emociones y sentimientos
- Negro: El sombrero de lo negativo y la crítica
- Verde: El sombrero de la creatividad, no desechando nada

b) Método TRIZ

Es una herramienta que se usa cuando ya las soluciones están agotadas. La idea es que se tenga toda la información disponible para así analizar todos los problemas y así poder resolverlos. Emplea una matriz con 7 criterios con las posibles alternativas de solución.

c) Método WBS

Después de desarrollar una solución general en la dirección para cumplir los requerimientos del proyecto se define lo que es el alcance. El alcance se lo define con el WBS (Work Breakdown structure), que es una herramienta para organizar, integrar, asignar responsabilidad, medir y controlar tus proyectos.

Propuesta de Mejora:

De los 3 métodos expuestos anteriormente consideramos que el Work Break Down (WBS) o la estructura de desglose de trabajo (EDT) es la mejor para representarnos la mejor solución correcta:

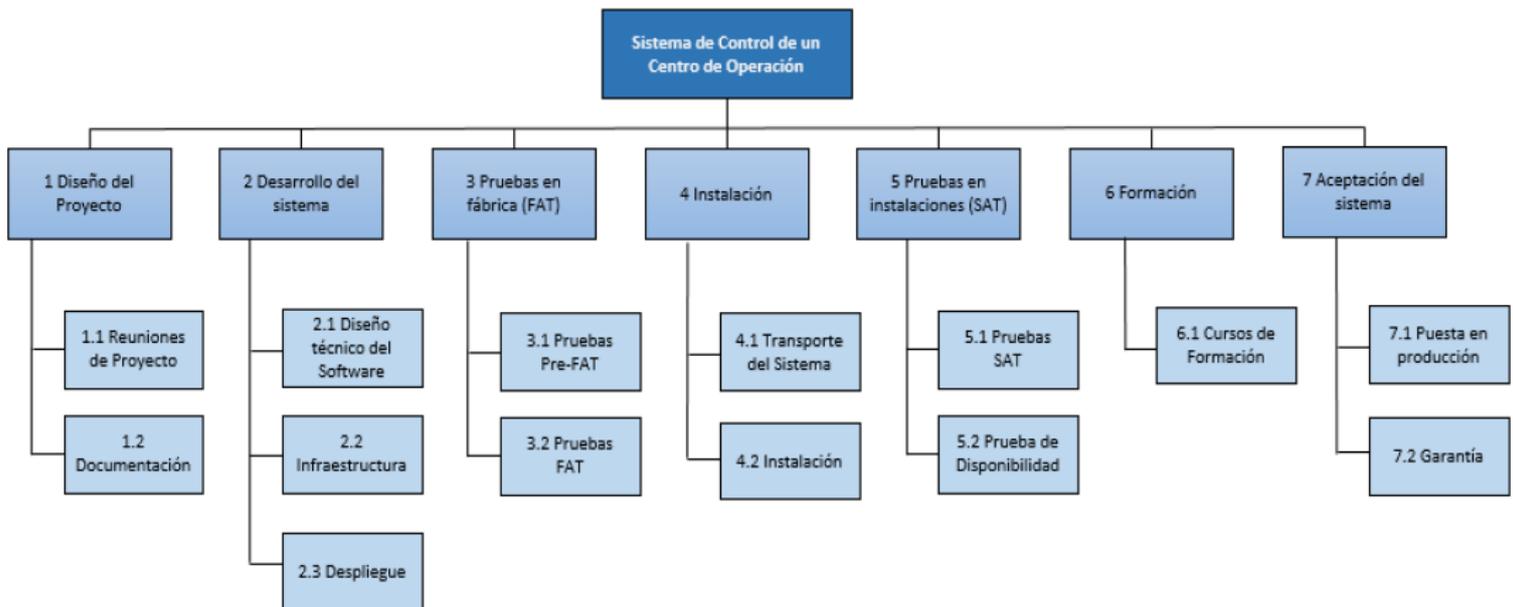


Figura 4.12 WBS o EDT

Fuente: Rodríguez Ruiz (2017)

Ahora bien, para que la WBS tome importancia es relevante que cada actividad se asigne un recurso responsable de los interesados con nombre si es necesario capaz de liderar y responder a lo programado. La matriz RACI es un ejemplo para asignar responsabilidades y por lo tanto se tiene lo siguiente:

R: Responsable de realizar el trabajo

A: Responsable de aprobar el trabajo finalizado

C: Consultado

I: Informado

| WBS | Entregables | Responsabilidad | | | | | |
|-----|--------------------------------|-----------------------|---------------------|---------|-------------|-------------------------------|----------------------|
| | | Director del Proyecto | Equipo del Proyecto | Cliente | Proveedores | Empresa externa de Ingeniería | Organismos oficiales |
| 1 | Diseño del Proyecto | | R | C | C | A | I |
| 2 | Desarrollo del sistema | A | R | A | C | | I |
| 3 | Pruebas en fabrica (FAT) | C | R | A | A | R | |
| 4 | Instalación | A | R | A | | | C |
| 5 | Pruebas en instalaciones (SAT) | A | R | | C | | |
| 6 | Formación | I | A | R | C | | |
| 7 | Aceptación del sistema | C | A | R | | I | I |

Figura 4.13 Asignación de responsabilidades RACI

Fuente: Elaboración propia (2019)

4.4.1.5 Principio 5: Gestión de las variaciones

La gestión de la variación se encarga de las causas comunes y la de riesgos de las causas especiales. Es decir, administrar la gestión de la variación requiere la comprensión en 2 tipos:

- Causa común: La capacidad de un sistema para producir resultados repetitivos
- Causa Especial: Las variaciones se producen por causas ajenas o externas.

Ahora bien, los amortiguadores o buffers se usan para controlar el tiempo en las tareas y su velocidad así como un colchón para un siguiente proceso. Los buffers son efectivos en la causa común incluyendo:

- Buffer de Proyecto: Un buffer al final del proyecto de cadena critica
- Buffer de alimentación: Tiempos de buffer que son conectados a las actividades de la cadena critica
- Buffer de restricción de capacidad: recursos de buffer de capacidad usados al inicio de los proyectos.
- Buffer de costo: Buffer de dinero para comprometer el total estimado del presupuesto del proyecto.

Propuesta de Mejora:

Leach recomienda SSQ (Raíz cuadrada de la suma de cuadrados) para dimensionar los buffers y se modela con las variaciones de bajo riesgo en el proyecto como se muestra a continuación:

De acuerdo al proyecto estudiado se muestra los riesgos de mayor a menor grado de impacto como efecto de variación a la hora de desarrollarlo, luego se aplica con la fórmula de cálculo del buffer necesario:

| Actividades | Riesgo estimado (días) | Media Estimada (días) |
|------------------------|------------------------|-----------------------|
| Desarrollo del Sistema | 107 | 34 |
| Pruebas en fábrica | 35 | 14 |
| Instalación | 35 | 14 |
| Pruebas en instalación | 20 | 8 |
| Aceptación del sistema | 5 | 3 |
| Total | 202 | 15 |

Tabla 4.5 Riesgos estimados

Fuente: Elaboración propia (2019)

$$\text{Variación del buffer} = \sqrt{\sum n * u_i^2}$$

$$n=5$$

$$u_i=15 \quad u_i^2=225$$

Variación del buffer = 34 días más al total de duración del proyecto.

Otra forma que Leach determina a la hora de calcular el buffer necesario es con la Regla del 50%. Se reduce la duración de cada actividad de mayor riesgo al 50%. Se añade al final de la cadena crítica o de alimentación toda la protección eliminada a las tareas y se calcula con la siguiente fórmula:

Wi: duración de las actividades pesimistas o las de mayor riesgo

$$\text{Variación del buffer} = 50\% * [\sum(50\% * Wi)]$$

$$\text{Variación del buffer} = 50\% * [\sum(50\% * 202)]$$

Variación del buffer = 51 días más al final del proyecto

4.4.1.6 Principio 6: Gestión de riesgos

La gestión de riesgos del proyecto desarrolla acciones para reducir la probabilidad y potenciar las consecuencias indeseables (causas especiales). El riesgo está activo en toda la vida del proyecto, envolviendo riesgo en la identificación, análisis y migración.

La administración del riesgo requiere algunos pasos y al menos los siguientes:

- Identificación
- Análisis
- Monitoreo
- Control

Administrar los riesgos es solo una valoración de las acciones que tu tomas para prevenir o controlar el impacto que tienen. Las acciones que tomes deberán ser las mejores para que no afecten al proyecto, una vez que se asume el proyecto se asume que esta va a tener riesgos. Para esos riesgos evitar que ocurran se debe:

- Preverlos
- Identificar y monitorear el riesgo continuamente
- Prevenir acciones para reducir las consecuencias de un riesgo potencial
- Inseguridad
- Preparar una mitigación en caso del que riesgo ocurra
- Aceptar el riesgo

Propuesta de Mejora:

Se propone la matriz de riesgo en LPM de Leach en donde resume el riesgo como tal, la forma de evaluar el riesgo y acciones para monitorizar, prevenir o mitigar las consecuencias de los riesgos. A continuación se muestra la tabla con su explicación de su análisis en donde:

P: Probabilidad ocurra (1 baja, 2 media, 3 alta)

I: Impacto (1 baja, 2 media, 3 alta)

R: Riesgo (P*I)

| # | Riesgo del Evento | P | I | R | Acciones de Prevención | Acciones Mitigantes |
|---|--|---|---|---|---|--|
| 1 | Fuerza mayor: Entre estas casusas se encuentran los desastres naturales como terremotos, vientos elevados, tormentas, caída de rayo o la aparición de un incendio. | 1 | 3 | 3 | Contratar una póliza de seguro a todo riesgo. | Trasladar todo o parte del impacto negativo del riesgo hacia un tercero. |
| 2 | Error de diseño de la arquitectura del sistema | 3 | 3 | 9 | Revisión de los requerimientos técnicos por varios expertos. En caso de mal dimensionamiento del hardware, se hará uso de las reservas para contingencias para ampliar la capacidad del sistema sin coste alguno para el cliente. | Disminuir la probabilidad de ocurrencia y/o el impacto. |
| 3 | Incumplimiento de la calidad | 3 | 3 | 9 | Seguimiento continuo de la ejecución del proyecto | Disminuir la probabilidad de ocurrencia y/o el impacto. |
| 4 | Impago por parte del cliente | 3 | 3 | 9 | Contratar una póliza de seguro de crédito. | Disminuir la probabilidad de ocurrencia y/o el impacto. |
| 5 | Cambio en las normativas legales para su implementación | 2 | 2 | 4 | Modificar las secciones afectadas del plan de proyecto | Cambiar las condiciones originales de realización del proyecto para eliminar el riesgo identificado. |
| 6 | Personal no capacitado correctamente | 1 | 2 | 2 | Requerir a los trabajadores la realización de cursos de formación periódicamente | Disminuir la probabilidad de ocurrencia y/o el impacto. |

Tabla 4.6 Matriz de riesgos

Fuente: Elaboración propia (2019)

4.4.1.7 Principio 7: Plan del Proyecto

El plan de proyecto es la guía hacia el éxito del proyecto. Es donde se tiene un plan efectivo con contenido propio ajustado al alcance del proyecto para que todos los involucrados usen el plan. Se debe tomar en consideración lo siguiente:

- Un plan de proyecto es más que un simple calendario
- Un plan de proyecto define todos los entregables, calendario y costos.

- Los trabajos en red son la clave para una ejecución eficiente. Es decir, se debe identificar todos los recursos y analizar la capacidad a lo largo de todo el proyecto, analizar, explotar y subordinar toda la cadena crítica.
- Un ambiente polivalente, fluidez constante, cadena del proyecto con días establecidos de inicio y fin.
- El plan de proyecto define todo lo necesario y suficiente para todo el control del proceso. Como mínimo los proyectos requieren un plan de comunicación y cambios en el control de procesos.
- Se debe medir el contenido de tu proyecto mientras más pequeño menos plan de riesgos y en cambio más grande más riesgos a lo largo del mismo.

Propuesta de Mejora:

Dentro de un plan de Proyecto la línea base incluye el alcance del trabajo, presupuesto y cronograma de trabajo. En cambio la línea de proceso son todos los pasos necesarios para ejecutar el proyecto. La siguiente figura 4.9 ilustra cómo debería ser el plan de proyecto.

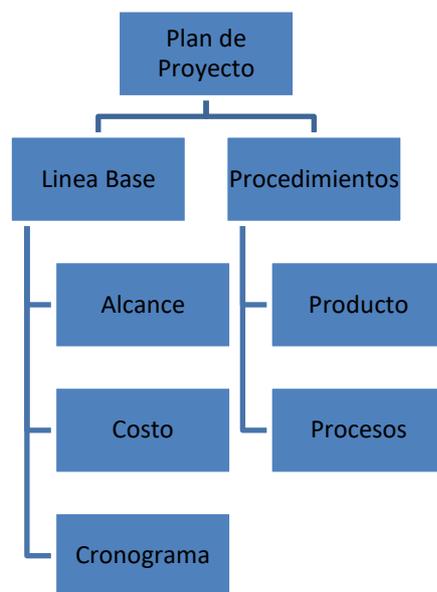


Figura 4.14 Partes de un Plan de Proyecto

Fuente: Elaboración propia a partir de Lawrence P. Leach-PMP (2005)

De acuerdo a lo mencionado este principio lo que trata es de demostrar toda la documentación para llevarse a cabo en el proyecto. Sin embargo consideramos importante mostrar al menos todas las actividades con su tiempo de duración en días como punto relevante para este principio (Ver Anexo B):

| Actividades Proyecto | Duración |
|---|-----------------|
| 1 Diseño del Proyecto | 64 |
| 1.1 Documentación | 64 |
| 1.1.1 Desarrollo del Plan de Proyecto | 14 |
| 1.1.2 Especificación funcional | 34 |
| 1.2 Reuniones de Proyecto | 16 |
| 1.2.1 Kick off meeting | 1 |
| 1.2.2 Talleres de diseño | 15 |
| 2 Desarrollo del Sistema | 107 |
| 2.1 Diseño técnico del Software | 96 |
| 2.1.1 Desarrollo de personalizaciones | 95 |
| 2.1.2 Migración e integración de datos | 37 |
| 2.1.3 Desarrollo de la interfaz de usuario | 59 |
| 2.2 Infraestructura | 10 |
| 2.2.1 Adquisición de licencias | 0 |
| 2.2.2 Adquisición del Hardware | 0 |
| 2.2.3 Instalación y configuración del Hardware | 10 |
| 2.3 Despliegue | 15 |
| 2.3.1 Despliegue del Software y configuración | 15 |
| 3 Pruebas en Fábrica | 35 |
| 3.1 Pre FAT | 5 |
| 3.1.1 Preparación del sistema para pruebas | 5 |
| 3.2 FAT | 30 |
| 3.2.1 Pruebas FAT | 25 |
| 3.2.2 Corrección de errores | 5 |
| 4 Instalación | 35 |
| 4.1 Transporte del Sistema | 15 |
| 4.1.1 Envío del Sistema a las instalaciones del cliente | 5 |
| 4.2 Commissioning | 20 |
| 4.2.1 Puesta en marcha del sistema | 20 |
| 4.2.2 Instalación del Sistema | 10 |
| 5 Pruebas en Instalaciones | 20 |
| 5.1 SAT | 15 |
| 5.1.1 Pruebas SAT | 10 |
| 5.1.2 Pruebas punto a punto | 5 |
| 5.2 Disponibilidad | 5 |
| 5.2.1 Prueba de explotación del sistema | 5 |
| 6 Formación | 15 |
| 6.1 Plan de formación | 15 |
| 6.1.1 Curso general del sistema | 5 |
| 6.1.2 Cursos de operación | 5 |
| 6.1.3 Cursos de Administración del Sistema | 5 |
| 7 Aceptación del Sistema | 5 |
| 7.1 Puesta en producción | 5 |
| 7.1.1 Aceptación del sistema | 1 |

| Actividades Proyecto | Duración |
|----------------------------------|----------|
| 7.1.2 Transición de la operación | 4 |
| 7.2 Garantía | 256 |
| 7.2.1 Garantía del sistema | 256 |

Figura 4.15 Actividades del proyecto

Fuente: Elaboración propia a partir de Rodríguez Ruiz (2017)

4.4.1.8 Principio 8: Ejecución

Por lo tanto este último paso es el más importante como conclusión y se logrará volviéndolo a ejecutar de forma real con todas las primicias y propuestas presentadas en cada uno de los principios anteriores, dejando por lo tanto claro que si se puede mejorar con LPM. Además es importante que el proyecto se ejecutará con todos los involucrados así se logrará el éxito sin dejar ninguna tarea sin terminar y la satisfacción de haberlo hecho en el mínimo tiempo posible con la mayor calidad.

En este último principio del Lean Project Management el líder del proyecto se encarga de ver todas esas tareas que manejan los administradores para que se ejecuten. Estas tareas informan al grupo de cada proyecto cuando y donde tomar acciones para cubrir los buffers. Los líderes se enfocan en los logros y alimentar el proyecto de inicio a fin para el éxito.

En el momento de ejecución el LPM se toma en cuenta 3 preguntas como herramienta de control visual a lo largo del proyecto:

1. *Para los proyectos, recursos, y administradores de tareas: ¿Cuál es la siguiente tarea a realizar?*

En LPM se necesita saber cuándo inicia y finaliza una tarea para saber la estimación de su duración. Es decir, cuando se tiene control de una tarea se puede pasar a la siguiente o hacerlas en paralelo si se puede ejecutar. Una tarea se puede atrasar para lo que se debe buscar el amortiguador para completar la misma. Se hará las tareas en orden de prioridad y plazo de entrega usando el amortiguador cuando sea necesario.

2. *Para el líder del proyecto: ¿Cuándo se debe agilizar el proyecto?*

Cuando el buffer disminuye es señal de que se debe recuperar lo perdido analizando los errores por la manipulación. La siguiente figura 4.17 indica como es el comportamiento del buffer en un proyecto cuando se necesita recuperarlo; Si la zona de buffer es de amarillo al medio se debería diseñar o planear las acciones, si está en la zona roja se debería actuar y tomar acciones inmediatas, y si está en la zona verde observar el comportamiento y no habría problema.

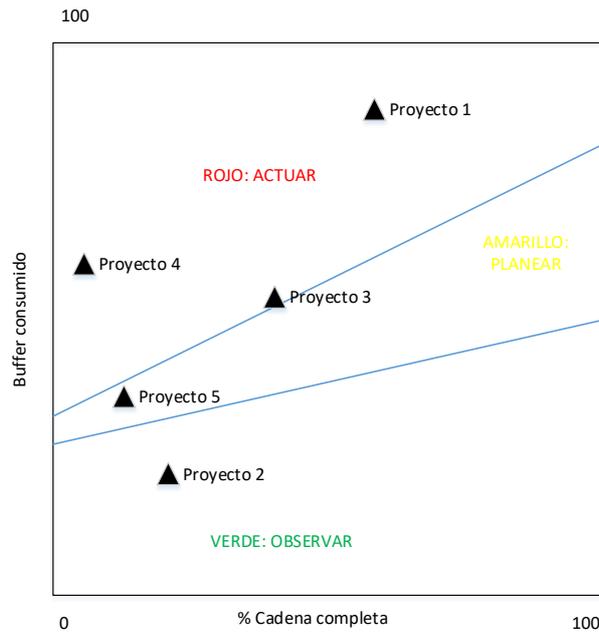


Figura 4.16 Estado del buffer de un proyecto

Fuente: Elaboración propia a partir de Lawrence P. Leach-PMP (2005)

3. Para algunos proyectos y sobre todo para el líder del proyecto y administradores: ¿Cuánto va a costar?

Cuando el costo es importante, el método del valor ganado se compara con el costo actual para estimar el costo estimado que tomara el proyecto. Por lo que el costo actual va a ser definido por todas las tareas que comprenden el cronograma más todos aquellos que formen parte del buffer.

Costo del cronograma y del buffer muchas de las veces son contrarios. En la tabla se muestran las acciones a tomar cuando se comparan buffers de costo y cronograma.

| | | Costo Buffer | |
|-------------------|-------|--|---|
| | | Rojo | Verde |
| Cronograma buffer | Rojo | Implementar el bajo costo o sin costo que no afecte al cronograma. Evaluar la aceleración vs la salida del proyecto. | Implementar la aceleración del cronograma incluyendo acciones que incrementen el coste. |
| | Verde | Implementar ahorros de costos valorando la salida del proyecto | No tomar acciones de control |

Tabla 4.7 Comparación buffer de cronograma y costo

Fuente: Elaboración propia a partir de Lawrence P. Leach-PMP (2005)

CONCLUSIONES

Luego de la realización de este trabajo fin de máster se ha concluido lo siguiente:

- Se escogió y se investigó el Lean Project Management debido a la necesidad de mejorar las empresas con principios Lean en la gestión de proyectos, capaz de mostrar cambios beneficiosos y resultados notables en su aplicación. Además, tiene la ventaja que se puede aplicar en cualquier área en donde exista o se quiera plantear un proyecto con el fin de corregir lo tradicional y lo que no agregue valor.
- Se analizó en primera instancia las metodologías ágiles que usan herramientas eficaces que ayudan a acelerar el proyecto, logrando más beneficios en menos tiempo y también las metodologías tradicionales que son muy usadas pero generan muchos problemas sobre todo burocráticos a la hora de emprenderlos.
- Se revisó el Project Management Body of Knowledge (PMBOK) 6th edición y su similar que es la norma ISO21500 como guías fundamentales para la dirección de proyectos, sabiendo que son metodologías tradicionales enfocadas en mejorar y administrar proyectos siguiendo todos los procesos de la dirección de proyectos para un producto o servicio según requiera el cliente.
- Se estudió que la aplicación de conceptos Lean en la gestión de proyectos se conoce como Lean Project Management siendo una metodología y herramienta que maximiza el valor, entendiéndose como aquello que si forma parte del producto o servicio y el cliente está dispuesto a pagar mientras se elimina todos los desperdicios de inicio a fin.
- Por lo tanto, la repercusión que ha tenido el LPM con el PMBOK es que lo tradicional muestra un enfoque que si se puede hacer con cierta incertidumbre y todos los involucrados en el proyecto se incorporan de forma gradual, es decir aguas arriba están los diseñadores. Y en cambio con enfoque LPM se plantea desde el inicio que si se hará con total seguridad y todos los involucrados que ejecutan el proyecto están aguas arriba, siendo esto de vital importancia porque compromete un proyecto de éxito y satisfacción hacia el cliente. De igual manera pasa con la ISO21500 en donde garantiza que si se hará lidiando con la incertidumbre agregando valor y reduciendo el desperdicio.
- Por último, se escogió un proyecto real externo ya ejecutado en el área de Ingeniería de Tecnologías Industriales en el campo de la Electricidad que aplicó metodologías tradicionales PMBOK para posteriormente analizarlo y poder plantear mejoras con la filosofía Lean Project Management mediante 8 principios de éxito. Se concluye que el LPM si se puede realizar y plantear mejoras y no solo aplicarla en una área en específico, sino en cualquiera que requiera un cambio llevado a la mejora continua.

REFERENCIAS

- AENOR. (2013). Directrices para la dirección y gestión de proyectos. *Norma Española UNE-ISO 21500*, 48. Retrieved from <https://portal--aenormas--aenor--com.us.debiblio.com/aenor/visor.asp?pidnorma=087057057062057065065060-785003247&pidioma=ES&pidtipo=N#page=1>
- Alarcón, L. F. (2010). Un nuevo enfoque para administrar. *Clase Ejecutiva _ Project Management, Clase 10*. Retrieved from https://www.claseejecutiva.com/wp-content/uploads/2015/11/2010_15_mercurio_10_1.pdf
- Alarcón, L. F. (2012). Lean project management: Haciendo mas con menos. *Clase Ejecutiva _ Project Management, clase 10*. Retrieved from <https://www.claseejecutiva.cl/principios-lean-project-management-haciendo-mas-con-menos/>
- Alarcón, L. F. (2014). *La evolución de la administración de proyectos*. Retrieved from https://www.claseejecutiva.com/wp-content/uploads/2015/11/2014_24_mercurio_1_1.pdf
- Alshamrani, A., & Bahattab, A. (2015). A Comparison Between Three SDLC Models Waterfall Model, Spiral Model, and Incremental/Iterative Model. *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, 12(1), 106–111. Retrieved from https://www.academia.edu/10793943/A_Comparison_Between_Three_SDLC_Models_Waterfall_Model_Spiral_Model_and_Incremental_Iterative_Model
- Apaza, R. (2017a). Desarrollo Integrado de Proyectos y Lean Project Mamangement. Retrieved from <https://www.rubenapaza.com/2017/08/desarrollo-integrado-de-proyectos-y.html>
- Apaza, R. (2017b). Gestion de proyectos y Lean Project Management. Retrieved September 23, 2019, from <https://www.rubenapaza.com/2017/08/gestion-de-proyectos-y-lean-project.html>
- Aziz, B. (2012). *Improving Project Management with Lean Thinking*. Retrieved from <http://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:504715/FULLTEXT01.pdf>
- Baelo Álvarez, H. (2018). APLICABILIDAD DEL LEAN PROJECT MANAGEMENT. Retrieved August 14, 2019, from http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/47850/3/TFM_HectorBaeloAlvarez.pdf
- Ballard, G. (2008). The lean project delivery system: An update. *Lean Construction Journal*, 2008, 1–19. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Glenn_Ballard/publication/228362769_The_lean_project_delivery_system_An_update/links/0fcfd50ae5723ee9fc000000.pdf
- Ballard, G., & Howell, G. A. (2003). Lean project management. *Building Research and Information*, 31(2), 119–133. <https://doi.org/10.1080/09613210301997>
- Binder, L. (2019). The top project management methodologies: Which is right for you? Retrieved September 19, 2019, from <https://monday.com/blog/top-project-management-methodologies/>
- Fernández Rueda, M. (2015). El factor humano en Lean management, el caso de Mercadona. *Trabajo Fin de Grado Inédito. Universidad de Sevilla*. Retrieved from <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/46457>
- Ferreira Herrera, D. (2015). El modelo Canvas en la formulación de proyectos Innovación social y solidaridad Innovación social y solidaridad The Canvas model in project formulation. *Cooperativismo y Desarrollo*, 23(107). <https://doi.org/10.16925/co.v23i107.1252>

- Fuertes, Y., & Sepúlveda, J. (2016). Scrum, Kanban and Canvas in the commercial, industrial and educational sector - A literature review. *Scrum, Kanban y Canvas En El Sector Comercial, Industrial y Educativo - Una Revisión de La Literatura.*, 6(1), 46–50. <https://doi.org/ISSN: 2248-7441>
- Gavilán Venegas, J. A., & Torres, A. P. G. (2016). Implementacion del modelo Lean Service en el proceso de recaudo de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Fincomercio Ltda. *Revista Redes de Ingeniería*, 7(2), 138–147. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.redes.2016.2.a03>
- Guerrero Pinedo, A. (2018). The Lean Project Management – Apuesta a la Excelencia en Gestión de Proyectos y Programas. Retrieved September 25, 2019, from Newsletter por PMI Santiago Chile Chapter website: <http://www.pmi.cl/pmi/the-lean-project-management-apuesta-a-la-excelencia-en-gestion-de-proyectos-y-programas/>
- Horman, M., & Kenley, R. (1996). The application of lean production to project management. In: *ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION*, 4., 1996, Birmingham, (November), 1–8. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ibarra, V. M., & Ballesteros, L. L. (2017). Manufactura Esbelta. *Conciencia Tecnológica*, 53, 54–58. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6407912>
- IONOS. (2019a). El modelo en cascada en el desarrollo de software -. Retrieved September 28, 2019, from Digital Guide IONOS website: <https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/el-modelo-en-cascada/>
- IONOS. (2019b). Metodología de gestión de proyectos: las claves del éxito-. Retrieved September 26, 2019, from Digital Guide IONOS website: <https://www.ionos.es/startupguide/productividad/metodologia-de-gestion-de-proyectos/>
- Karim, A., & Nekoufar, S. (2011). Lean Project Management in Large Scale Industrial & Infrastructure Project via Standardization. *Project Perspectives*, 33, 72–77. Retrieved from http://projectmanager.com.au/wp-content/uploads/2011/03/LeanPM_Saviz-Nekoufar.pdf
- Lawrence P. Leach-PMP. (2005). *Lean Project Management: Eight Principles for Success combining critical Chain Project Management (CCPM) and Lean tools to accelerate project results.*
- Letelier, P., & Penadés, C. (2012). *Métodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP)*. Retrieved from <http://hdl.handle.net/123456789/477>
- MacAdam, T. (2009). Lean project management: slashing waste to reduce project costs and timelines. Paper presented at PMI® Global Congress 2009—North America, Orlando, FL. In *PMI® Global Congress 2009—North America, Orlando, FL. Newtown Square, PA: Project Management Institute*. Retrieved from <https://www.pmi.org/learning/library/lean-project-management-reduce-factors-6745>
- Mantilla Celis, O. L., & Sánchez García, J. M. (2012). Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma. *Estudios Gerenciales*, 28(124), 23–43. [https://doi.org/10.1016/s0123-5923\(12\)70214-0](https://doi.org/10.1016/s0123-5923(12)70214-0)
- Melton, T. (2004). To lean or not to lean? (that is the question!). *Chemical Engineer*, (759), 34–37. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Trish_Melton/publication/291865484_To_lean_or_not_to_lean_that_is_the_question/links/583d523c08aeb3987e31011f/To-lean-or-not-to-lean-that-is-the-question.pdf
- Millhisser, W. P., & Szmerekovsky, J. G. (2012). Teaching Critical Chain Project Management: The Academic Debate and Illustrative Examples. *INFORMS Transactions on Education*, 12(2), 67–77. <https://doi.org/10.1287/ited.1110.0083>
- Navarro Cadavid, A., Fernández Martínez, J. D., & Morales Vélez, J. (2013). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software. *Prospectiva*, 11(2). Retrieved from <http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=496250736004>

- OBS Business School. (2019). Lean project management. *OBS Project Management Blog*. Retrieved from <https://www.obs-edu.com/es/blog-project-management/etapas-de-un-proyecto/lean-project-management-vs-gestion-de-proyectos-agil>
- Orihuela, P., & Orihuela, J. (2005). Aplicaciones del Lean Design a proyectos inmobiliarios de vivienda. *Montiva s.a. Consultoría, Inmobiliaria y Construcción*, 22. Retrieved from [http://www.motiva.com.pe/Articulos/Lean Design en Proyectos Inmobiliarios.pdf](http://www.motiva.com.pe/Articulos/Lean%20Design%20en%20Proyectos%20Inmobiliarios.pdf)
- Packendorff, J. (1995). Inquiring into the temporary organization: New directions for project management research. *Scandinavian Journal of Management*, 11(4), 319–333. [https://doi.org/10.1016/0956-5221\(95\)00018-Q](https://doi.org/10.1016/0956-5221(95)00018-Q)
- PMI. (2017). La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) / Project Management Institute. In *Sexta edición, Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2017 Serie: Guia del PMBOK*. Retrieved from [www.PMI.org](http://www.pmi.org)
- PMI. (2019). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). Retrieved September 28, 2019, from <https://marketplace.pmi.org/Pages/ProductDetail.aspx?GMProduct=00101602400>
- Porras Díaz, H., Sánchez Rivera, O. G., & Galvis Guerra, J. A. (2014). *Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual*. 11(1), 32–53. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6684752>
- Ramses Ramirez, G., & Núñez Yedra, J. (2019). Lean Project Management: Impulsando la innovación para transformar tu organización – AMITI. Retrieved September 27, 2019, from AMITI Mejores empresas de TI para México website: <https://amiti.org.mx/6201/lean-project-management-impulsando-la-innovacion-transformar-organizacion>
- Reusch, P. J. A., & Reusch, P. (2013). How to develop lean project management? *Proceedings of the 2013 IEEE 7th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems, IDAACS 2013*, 2, 547–550. <https://doi.org/10.1109/IDAACS.2013.6662984>
- Rodríguez Ruiz, M. (2017). *Trabajo Fin de Grado Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales: Gestión de Proyectos Aplicada al Diseño de un Centro de Control de una Central Eléctrica*. (Universidad de Sevilla). Retrieved from <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91123/>
- Rojas Luiz, J., Bernardi de Souza, F., & Rojas Luiz, O. (2017). PMBOK® and critical chain practices: Antagonisms and opportunities for complementation. *Gestao e Producao*, 24(3), 464–476. <https://doi.org/10.1590/0104-530X1510-16>
- Steyn, J., & Stoker, P. (2014). Does Measurement Theory Impact Project Performance? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 119, 635–644. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.071>
- Thorhallsdottir, T. V. (2016). Implementation of Lean Management in an Airline Cabin, a World First Execution? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 226, 326–334. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.06.195>
- Vargas-Hernández, J. G., Muratalla-Bautista, G., & Jiménez Castillo, M. T. (2018). Sistemas de Producción competitivos mediante la Implementacion de la herramienta Lean Manufacturing. *Revista Digital FCE-UNLP*. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6261907>
- Vázquez, R., Varela, D., & Rafael, E. (2018). *INTEGRATION OF AGILE METHODS IN SCOPE MANAGEMENT AND OTHER KNOWLEDGE AREAS OF PROJECT MANAGEMENT The use of agile project management methodologies is increasingly popular among different organizations , due to the possibilities for adaptation to change th.* (July), 329–343. Retrieved from http://dSPACE.aepro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/1573/AT01-051_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Womack, J., Jones, D., & Cuatrecasas Arbós, L. (2012). *Lean thinking : cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa* . Barcelona: Gestión 2000. Retrieved September 22, 2019, from https://fama.us.es/discovery/fulldisplay?docid=alma991012428029704987&context=L&vid=34CUBA_US:VU1&search_scope=all_data_not_idus&tab=all_data_not_idus&lang=es

Zandhuis, A. P., & Stellingwerf Rommert, MSc, P. (2013). *ISO 21500 : Guidance on project management : A pocket guide* (Steve Newton, Ed.). Van Haren Publishing, Zaltbommel.

Anexo A: Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos

| Áreas de Conocimiento | Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos | | | | |
|--|--|--|---|--|-------------------------------|
| | Grupo de Procesos de Inicio | Grupo de Procesos de Planificación | Grupo de Procesos de Ejecución | Grupo de Procesos de Monitoreo y Control | Grupo de Procesos de Cierre |
| 4. Gestión de la Integración del Proyecto | 4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto | 4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto | 4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto 4.4 Gestionar el Conocimiento del Proyecto | 4.5 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 4.6 Realizar el Control Integrado de Cambios | 4.7 Cerrar el Proyecto o Fase |
| 5. Gestión del Alcance del Proyecto | | 5.1 Planificar la Gestión del Alcance 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear la EDI/WBS | | 5.5 Validar el Alcance 5.6 Controlar el Alcance | |
| 6. Gestión del Cronograma del Proyecto | | 6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar la Duración de las Actividades 6.5 Desarrollar el Cronograma | | 6.6 Controlar el Cronograma | |
| 7. Gestión de los Costos del Proyecto | | 7.1 Planificar la Gestión de los Costos 7.2 Estimar los Costos 7.3 Determinar el Presupuesto | | 7.4 Controlar los Costos | |
| 8. Gestión de la Calidad del Proyecto | | 8.1 Planificar la Gestión de la Calidad | 8.2 Gestionar la Calidad | 8.3 Controlar la Calidad | |
| 9. Gestión de los Recursos del Proyecto | | 9.1 Planificar la Gestión de Recursos 9.2 Estimar los Recursos de las Actividades | 9.3 Adquirir Recursos 9.4 Desarrollar el Equipo 9.5 Dirigir al Equipo | 9.6 Controlar los Recursos | |
| 10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto | | 10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones | 10.2 Gestionar las Comunicaciones | 10.3 Monitorear las Comunicaciones | |
| 11. Gestión de los Riesgos del Proyecto | | 11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos | 11.6 Implementar la Respuesta a los Riesgos | 11.7 Monitorear los Riesgos | |
| 12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto | | 12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones | 12.2 Efectuar las Adquisiciones | 12.3 Controlar las Adquisiciones | |
| 13. Gestión de los Interesados del Proyecto | 13.1 Identificar a los Interesados | 13.2 Planificar el Involucramiento de los Interesados | 13.3 Gestionar la Participación de los Interesados | 13.4 Monitorear el Involucramiento de los Interesados | |

Fuente: PMI (2019)

