



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

**DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE GUÍA METODOLÓGICA PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE CICLOS DE MEJORA EN PROYECTOS DE
CONSTRUCCIÓN EN CHILE**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL

ALONDRA YANINA CHAMORRO MENDOZA

PROFESOR GUÍA:
JOSÉ LUIS SALVATIERRA GARRIDO

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
MARCELO CONCHA DURAN
WILLIAM WRAGG LARCO

SANTIAGO DE CHILE
2022

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR
AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL
POR: ALONDRA YANINA CHAMORRO MENDOZA
FECHA: 2022
PROF. GUÍA: JOSÉ LUIS SALVATIERRA GARRIDO

DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE GUÍA METODOLÓGICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CICLOS DE MEJORA EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN CHILE

La construcción como sector productivo de nuestro país, es de gran importancia para la economía, ya que su dinámica, es un motor que impulsa permanentemente el progreso de la sociedad. A través de la construcción se da respuesta a las necesidades de la población, con el desarrollo de proyectos de infraestructura y soluciones de vivienda, constituyéndose en fuente permanente de trabajo, con la utilización de mano de obra de manera intensiva y generando una importante actividad indirecta en otros sectores económicos de la nación.

A pesar de la importancia del rubro, históricamente ha sido uno de los sectores que menor grado de desarrollo presenta en la mayoría de los países latinoamericanos, convirtiéndose en una actividad caracterizada por grandes deficiencias y falta de efectividad. Frente a ello, en las últimas décadas se han incorporado los principios de la filosofía Lean, inicialmente definidos para la manufactura, con el fin de reducir los costos operativos, mejorando con ello la productividad y la competitividad de las empresas.

A partir de las bases metodológicas creadas en un trabajo de título previo, que intenta fomentar la cultura de mejora continua en el rubro constructivo, este estudio busca validar, fortalecer y ajustar la metodología (*kaizen*) a la realidad local. Lo anterior se logra mediante la implementación de las bases en una constructora nacional, específicamente en la etapa de Estudio de un proyecto de ingeniería. Para llevar a cabo esta labor se establece la siguiente metodología general: revisión literaria para complementar metodología actual, diseño de instrumentos de evaluación, implementación piloto en empresa del rubro, documentación de resultados (impactos en la empresa y oportunidades de mejora de la metodología aplicada) y diseño de una segunda versión de la guía.

Al terminar este trabajo de título se proporciona una versión actualizada de la metodología “*Guía 2020: Mejora Continua en Construcción, Versión N°1*”, con recomendaciones de aplicación y los principales obstáculos que se pueden enfrentar en la implementación de las nuevas bases metodológicas, lo anterior a partir de la experiencia de la implementación piloto. El objetivo final de la nueva metodología propuesta y de este estudio en sí, es la difusión del conocimiento Lean en el rubro constructivo con el fin de romper los paradigmas actuales; pues las diferencias entre la industria de la construcción y el sector de la fabricación existen y son admitidas, pero no como una razón que justifique la dificultad para implantar el sistema Lean, sino como un desafío que debe abordar de manera definitiva a el sector constructivo.

*“Por muy alta que sea la montaña,
siempre hay una camino hasta la cima”*

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco y dedico este trabajo a mi abuela, mamá y hermano, quienes han estado presentes en todas las etapas: esto es por ustedes y para ustedes. Mención honrosa a mi mami por siempre instarme a soñar en grande y apoyarme en cada decisión que he tomado.

A mi familia completa, por su preocupación, amor y regaloneo cada vez que me escapaba a mi querido sur. A mis amigos del alma: Domi, Mora y Pedro, gracias por ser un pilar importante en mi vida, sus palabras de aliento, compañía y cariño significan mucho mas de lo que imaginan. A las amistades que forme a lo largo de estos siete años: Diego, Jerko, Joshua, Jota, Karen, Lalo, Pauli y Shantal, quienes me premiaron con su amistad e hicieron mi estancia mucho mas amena; gracias por los cumpleaños y regalos sorpresa, por las salidas al cine y cerros, por las tardes de estudio y conversaciones; sin duda ustedes son el mayor regalo que me llevo de la universidad. A los compañeros de civil, con quienes compartimos mas que solo clases y tareas, gracias por la alegría y buena onda entregada. Finalmente, a los amigos del cerro, gracias por las salidas repletas de entusiasmo, alegría, desconexión y paisajes maravillosos, espero que juntos sigamos disfrutando de este hermoso deporte.

Para finalizar, gracias a los profesores José Luis y Marcelo por su disponibilidad a resolver mis consultas y guiarme en este trabajo, pero por sobre todo, compartir sus experiencias y conocimientos. También, un especial saludo a Carlos, Claudia y Marcela por el tiempo y dedicación aportados al desarrollo de este estudio, además de los consejos entregados para afrontar la vida profesional.

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. Alcance	2
1.4. Resultados esperados	3
1.5. Estructuración del informe	3
2. Marco teórico	5
2.1. Filosofía Lean	5
2.1.1. Antecedentes históricos	5
2.1.2. Toyota Production System	6
2.1.3. Lean Production	7
2.1.3.1. Origen y difusión del sistema Lean	7
2.1.3.2. Estructura del sistema Lean	7
2.1.3.3. Los principios del pensamiento Lean	8
2.1.3.4. Desperdicios o <i>mudas</i>	10
2.1.4. Lean Construction	12
2.1.4.1. Origen de Lean Construction	12
2.1.4.2. Definición de Lean Construction	12
2.1.4.3. El Modelo Transformación-Flujo-Valor	13
2.2. Mejora Continua o <i>Kaizen</i>	14
2.2.1. Diferentes interpretaciones del término	14
2.2.2. Eventos <i>Kaizen</i>	17
2.2.3. ¿Cómo se lleva a cabo <i>kaizen</i> ?	18
2.3. Herramientas y técnicas Lean aplicadas en construcción	20
2.3.1. 5 Por qué	20
2.3.2. 5 “S”	20
2.3.3. 5W2H	21
2.3.4. Carta de balance	22
2.3.5. Gestión visual	23
2.3.6. Herramientas de calidad	23
2.3.7. Lista de comprobación 4 “M”	25
2.3.8. Mapa del flujo de valor (VSM)	25
2.3.9. Pensamiento A3	26
2.3.10. Sistemas de participación del personal	28

3. Metodología	29
3.1. Revisión literaria	29
3.2. Diseño de instrumentos de evaluación	29
3.3. Implementación piloto	29
3.4. Re-diseño de las bases metodológicas	31
4. Revisión literaria	32
4.1. Difusión de Lean Construction en el mundo	32
4.1.1. Investigaciones sobre Lean Construction	32
4.1.2. Aplicación de herramientas Lean en la construcción	33
4.2. Niveles de implementación	34
4.2.1. Aspectos fundamentales para la implementación	34
4.2.2. Escenarios o niveles de implementación	34
4.3. Implementación de Lean Construction	35
4.3.1. La construcción es un rubro peculiar	35
4.3.2. Extinguir paradigmas	36
4.3.3. Barreras de implementación	37
4.3.4. Beneficios que aporta la implementación Lean en construcción	38
4.3.5. Recomendaciones para una implementación exitosa	40
4.4. Implementación de <i>kaizen</i> en la construcción	42
4.4.1. ¿Qué se debe considerar para implementar <i>kaizen</i> ?	42
4.4.2. Beneficios de <i>kaizen</i>	42
4.4.3. Consejos para una implementación exitosa de <i>kaizen</i>	43
5. Caso de estudio	44
5.1. Caracterización de la organización	44
5.2. Caracterización del grupo de estudio	45
5.2.1. Áreas de desempeño	45
5.2.2. Experiencia en el cargo	46
5.2.3. Conocimientos en temáticas Lean	48
5.3. Caracterización del proyecto de estudio	49
5.3.1. Descripción del proyecto	49
5.3.2. Etapas y plazos del proyecto	50
5.4. Contexto de la implementación piloto	50
5.4.1. Cronograma del proceso de implementación	51
5.4.2. Dificultades e imprevistos durante la implementación	52
5.4.3. Previo a la implementación: instaurar prerrequisitos	53
6. Resultados y discusión	55
6.1. Implementación piloto	55
6.1.1. Taller 1: Identificar oportunidades de mejora	55
6.1.2. Taller 2: Análisis e identificación de causa raíz	57
6.1.3. Taller 3: Generar y evaluar propuestas de mejora	58
6.1.4. Taller 4: Desarrollar un plan de implementación	59
6.1.5. Taller 5: Implementar plan	61
6.1.6. Taller 6: Monitorear y evaluar implementación	61
6.2. Logros de la implementación piloto	63
6.3. Nueva propuesta metodológica	64

6.3.1. Contenido de la guía	65
6.3.2. Forma de la guía	66
7. Conclusiones	68
7.1. Cumplimiento de objetivos propuestos	68
7.2. Conclusiones respecto a la implementación	70
7.3. Entregables de la investigación	70
7.4. Limitaciones de la investigación	70
7.5. Recomendaciones para futuras investigaciones	71
Bibliografía	72
Anexos	78

Índice de Tablas

2.1.	Hitos que marcaron el desarrollo de Lean.	5
2.2.	Hitos que marcaron el desarrollo de Lean (continuación).	6
2.3.	Vertientes de clasificación del término <i>kaizen</i> . [Fuente: Suárez-Barraza & Miguel-Dávila, 2011].	16
4.1.	Países con mayor número de publicaciones en LC. [Fuente: Engebø <i>et al.</i> , 2017 (adaptación)].	32
4.2.	Herramientas Lean más mencionadas por expertos. [Fuente: Castiblanco <i>et al.</i> , 2019].	33
4.3.	Barreras para apoyar las prácticas Lean en la construcción.	37
4.4.	Barreras para mantener las prácticas Lean en la construcción. [Fuente: García, 2020].	38
4.5.	Beneficios de introducir Lean Construction.	38
4.6.	Recomendaciones generales para la implementación de Lean Construction. [Fuente: Pons & Lezana, 2014].	41
4.7.	Recomendaciones específicas para la implementación de Lean Construction. [Fuente: Pons & Lezana, 2014].	41
5.1.	Características del proyecto estudiado. [Fuente: Mercado Público].	50
5.2.	Etapas claves del proceso de licitación del proyecto.	50
5.3.	Cronograma de actividades del <i>Ciclo de Talleres de Mejora</i>	51
6.1.	Resultados de la actividad “ <i>Identificar muda en mi rutina diaria</i> ”.	56
6.2.	Análisis de causa raíz mediante 5 Porqués.	57
6.3.	Plan de Implementación para propuesta 1.	60
6.4.	Plan de Implementación para propuesta 2.	60
7.1.	Cumplimiento de objetivos específicos del estudio.	69

Índice de Ilustraciones

1.1.	Estructuración del informe.	3
2.1.	Templo Lean. [Fuente: Wilson, 2010].	8
2.2.	Los cinco principios Lean.	9
2.3.	Los 9 tipos de <i>muda</i> . [Fuente: Alarcón <i>et al.</i> , 2017]	11
2.4.	Modelo convencional para la construcción. [Fuente: Rojas-López <i>et al.</i> , 2017].	14
2.5.	Modelo TFV para la construcción. [Fuente: Rojas-López <i>et al.</i> , 2017].	14
2.6.	Origen de la palabra <i>kaizen</i>	15
2.7.	Análisis cruzado de las tres esferas concéntricas del <i>kaizen</i> . [Fuente: Suárez-Barraza & Miguel-Dávila, 2009].	17
2.8.	Siete características que distinguen a los eventos <i>kaizen</i> de otros enfoques de mejora de procesos. [Fuente: Melnyk <i>et al.</i> , 1998].	18
2.9.	Ciclos de mejora montinua PDCA.	19
2.10.	Pasos del ciclo PDCA.	19
2.11.	Ejemplo de aplicación de las 5“S” en construcción. [Fuente: Lean Construction - Implantación 5“S”, Coanfi].	21
2.12.	Ejemplo de aplicación de 5W2H en construcción. [Fuente: elaboración propia].	22
2.13.	Ejemplo carta de balance de una operación de albañilería. [Fuente: Alarcón, 1997].	22
2.14.	Ejemplos de recursos visuales. [Fuente: elaboración propia].	23
2.15.	Ejemplo de aplicación del diagrama de Pareto en construcción. [Fuente: elaboración propia].	24
2.16.	Ejemplo de aplicación del diagrama de Ishikawa en construcción. [Fuente: elaboración propia].	25
2.17.	Ejemplo de VSM actual y futuro, para describir el atraso en la instalación de muebles en una obra particular. [Fuente: <i>Programa de Entrenamiento de Líderes</i> , LeanInn].	26
2.18.	Informe A3 típico para resolución de problemas. [Fuente: elaboración propia].	27
4.1.	Representación de los 3 aspectos fundamentales de Lean en la construcción. [Fuente: Salvatierra <i>et al.</i> , 2015].	34
4.2.	Frases típicas ante la propuesta de una implementación Lean. [Fuente: Pons & Lezana, 2014].	36
4.3.	Impacto del nivel de implementación Lean midiendo el desempeño de PPC. [Fuente: Alarcón <i>et al.</i> , 2008].	39
5.1.	Profesiones de los participantes del estudio.	46
5.2.	Cargo que desempeñan los participantes del estudio.	46
5.3.	Tiempo de ejercicio profesiones de los participantes del estudio.	47
5.4.	Tiempo en la empresa de los participantes del estudio.	47
5.5.	Tiempo en el cargo de los participantes del estudio.	47
5.6.	Grado de conocimiento del grupo de estudio en temáticas Lean.	48

5.7.	Grado de conocimiento del grupo de estudio en temáticas Kaizen.	48
5.8.	Conocimiento del grupo de estudio en cursos Lean de pregrado.	49
5.9.	Conocimiento del grupo de estudio en cursos Lean de postgrado.	49
5.10.	Esquema general de la metodología de trabajo. [Fuente: Muñoz, 2020].	52
6.1.	Análisis de causas mediante diagrama de Ishikawa.	57
6.2.	Páginas preliminares de la guía.	66
6.3.	Páginas del cuerpo de la guía.	67
6.4.	Páginas finales de la guía.	67

Capítulo 1

Introducción

1.1. Motivación

Kaizen es un término de origen japonés compuesto por las palabras *kai*-cambio y *zen*-beneficioso, que durante siglos la cultura japonesa ha usado como filosofía de vida para implementar mejoras pequeñas y constantes. Aplicado al mundo empresarial, *kaizen* es esencialmente un proceso de mejora continua basado en acciones simples, concretas y que involucra a todos los miembros de la organización, desde la alta gerencia hasta la base.

La idea de implementar esta filosofía se explica por dos beneficios principales, mejorar calidad y reducir costos:

- **Mejor calidad de los productos y procesos:** genera como efecto la reducción de defectos y la variación.
- **Mejor calidad del servicio:** se refleja en una mayor satisfacción de los clientes externos e internos. Además de una mejora en las relaciones y comportamiento de empleados en todos los niveles de la empresa.
- **Optimiza los costos de producción:** debido a la mejora constante de la productividad, eficacia y seguridad de los empleados.

Para poder implementar *Kaizen* en una organización es clave el compromiso y esfuerzo continuo del personal, así como también la disposición de éste a un cambio cultural donde el primer paso es superar la inercia cultural. Para ello, lo primero es reconocer que existen problemas en la empresa (calidad, productividad, incumplimiento de plazos, desviaciones en el presupuesto) lo que se denomina “identificar oportunidades de mejora”; lo segundo, es escoger uno de estos problemas, ya que se puede identificar más de una oportunidad de mejora, y comprometerse con mejorar; y el tercer paso es planificar e implementar una metodología que permita resolver este problema.

Específicamente esta última etapa, planificación e implementación de una metodología, es lo que motiva este trabajo de título. Pues recientemente como resultado de un trabajo de memoria de título (Muñoz, 2020), se presentó una guía metodológica detallada para el fomento de una cultura basada en la mejora continua en la construcción, pero no fue validada por el acotado tiempo y contexto sanitario. Por lo tanto, continuando con el trabajo, se complementarán e implementarán dichas bases metodológicas en una empresa del rubro y se documentarán los resultados.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

El principal objetivo de este estudio es fortalecer y/o potenciar una metodología de trabajo basada en la mejora continua, mediante su implementación piloto en un proyecto de construcción nacional. La nueva propuesta se condensará en una guía, que se ajuste a la realidad de la cultura local, y entregue las herramientas necesarias para la aplicación gradual de ciclos de mejora continua en la industria de la construcción latinoamericana, tomando como base el rubro chileno.

1.2.2. Objetivos específicos

1. Identificar oportunidades de mejora de la metodología desarrollada en “*Guía 2020: Mejora Continua en Construcción*” (Muñoz & Salvatierra, 2020) en base a nuevos estudios de la literatura.
2. Definir y caracterizar las variables a medir en la implementación piloto. Junto con ello, elaborar los instrumentos de evaluación para cada una de ellas.
3. Validar la metodología propuesta mediante su implementación piloto en una empresa constructora nacional. En particular se espera:
 - a) Identificar oportunidades de mejora dentro de la empresa constructora, analizar y reconocer la causa raíz del problema, generar propuestas de mejora, desarrollar un plan de implementación e implementarlo, monitorear y evaluar el procedimiento efectuado, documentar los resultados obtenidos en el proceso.
 - b) Elaborar e implementar herramientas y metodologías de mejora continua, con el propósito de identificar y solucionar los problemas encontrados.
 - c) Definir los indicadores para describir el estado actual de la empresa, los que serán la base para medir el progreso realizado con la implementación del plan.
4. Evaluar el impacto cualitativo y/o cuantitativo de la aplicación de la metodología en un proyecto de construcción específico, con el fin de reconocer la eficacia de la guía metodológica.
5. Reconocer oportunidades de mejora de la metodología y elaborar una nueva versión de la “*Guía 2020: Mejora Continua en Construcción*” donde se incorporen los principales aprendizajes obtenidos de la ejecución piloto.

1.3. Alcance

Se basa en una revisión literaria de implementaciones previas de mejora continua en la industria, con el fin de complementar la guía metodológica actual. Esta etapa considera desarrollo teórico (complementario) e implementación metodológica en una empresa constructora.

1.4. Resultados esperados

Este trabajo de título pretende demostrar los beneficios de introducir la cultura de mejora continua en la industria de la construcción, ya sea en calidad o reducción de costos. Particularmente ha sido diseñada para su aplicación en proyectos de ingeniería civil que se encuentren en su fase inicial.

Concretamente, se espera mejorar y validar la propuesta metodológica presentada en un trabajo previo (Muñoz, 2020), a través de la implementación de ésta en una empresa de rubro. Este proceso será documentado y los resultados serán analizados con dos propósitos: observar oportunidades de mejora de las bases metodológicas propuestas y evaluar los impactos en la empresa tras la aplicación del ciclo de mejora continua.

Al concluir este trabajo, se espera diseñar una nueva versión de la “*Guía 2020: Mejora continua en construcción*”, adaptada a la realidad país y con las mejoras recopiladas a partir del proceso de implementación.

1.5. Estructuración del informe

Para un mayor orden y entendimiento de las labores realizadas, este Informe de Trabajo de Título se estructura como indica la Figura 1.1.

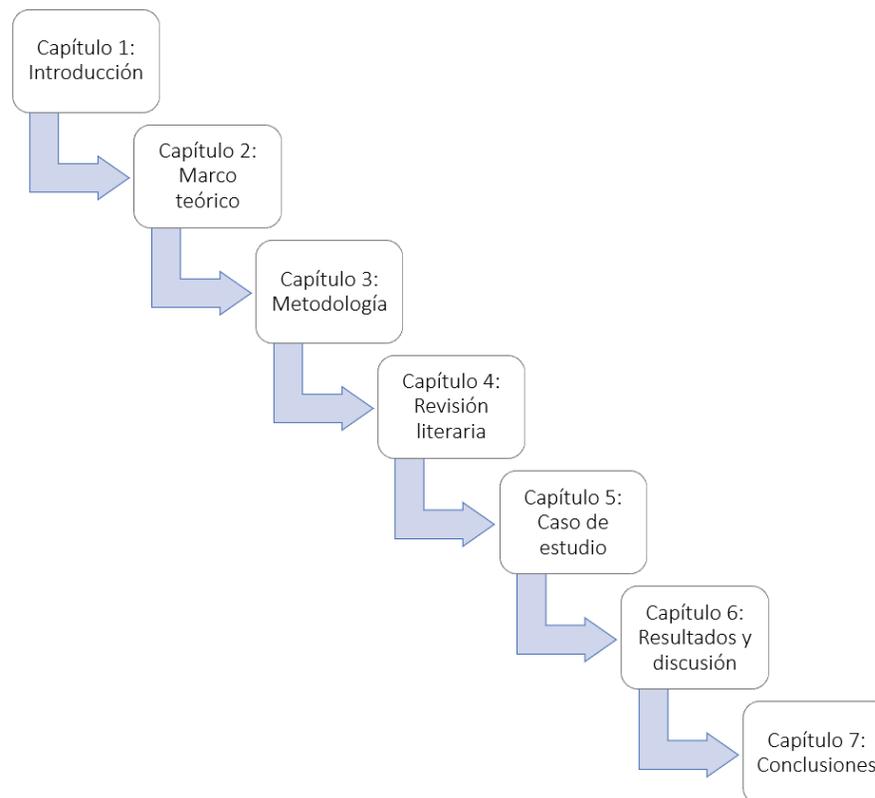


Figura 1.1: Estructuración del informe.

- **Capítulo 1 - Introducción:** En este capítulo se expone la motivación, objetivos, alcance y resultados esperados del trabajo de título.
- **Capítulo 2 - Marco teórico:** En este capítulo abordara los principales conceptos y definiciones asociados a *kaizen*. En primer lugar, se presenta la filosofía Lean para explicar el origen y evolución de la mejora continua. Luego, se aborda en detalle el concepto de *kaizen* en todas sus interpretaciones y cómo esta se puede aplicar en la industria de la construcción. Finalmente, se exponen las herramientas y técnicas Lean mas aplicadas en el rubro constructivo.
- **Capítulo 3 - Metodología:** En este capítulo se describe la metodología de trabajo adoptada a lo largo del Trabajo de Título, considerando tanto el aspecto teórico (revisión literaria) como practico (implementación de bases metodológicas y registro de resultados).
- **Capítulo 4 - Revisión literaria:** En este apartado se expone información referente a la difusión e implementación de metodologías Lean Construction y *Kaizen* en el mundo. En particular, se mencionan las barreras de implementación, beneficios de implementar este tipo de metodologías y recomendaciones para un proceso de implementación exitoso.
- **Capítulo 5 - Caso de estudio:** En esta sección se contextualiza el proceso de implementación de las bases metodológicas. Se proporciona una caracterización de la empresa, grupo y proyecto en estudio. Adicionalmente, se indica el cronograma de actividades con sus respectivas fechas, se mencionan los inconvenientes presentados durante el proceso y los requisitos mínimos que debe cumplir la empresa/grupo para la aplicación de la metodología.
- **Capítulo 6 - Resultados y discusión:** Por un lado, se presenta el desarrollo y principales resultados de la implementación piloto mediante la realización de seis *Talleres de Mejora*. Posteriormente, se mencionan los logros de la aplicación de estas bases metodológicas, destacando los beneficios para la empresa y grupo de trabajo. Finalmente, a partir de la validación de las bases metodológicas y los resultados obtenidos, se elabora una nueva versión de las bases metodológicas, la que será incluida en Anexos.
- **Capítulo 7 - Conclusiones:** En esta sección se comenta el cumplimiento de los objetivos planteados inicialmente, conclusiones respecto a la implementación piloto y limitaciones del estudio. Además, se entregan recomendaciones para darle continuidad al tema de investigación.

Capítulo 2

Marco teórico

En primer lugar, se presenta un panorama general de la filosofía Lean desde su origen en el Toyota Production System hasta la actualidad, para ello se presentan los principales hitos que marcan el desarrollo y evolución de Lean. A continuación, en una nueva sección se aborda la mejora continua o *kaizen*, presentando diversas definiciones de renombrados actores en la materia e introduciendo el concepto de ciclos de mejora continua. Por último, se dan a conocer las herramientas Lean que serán utilizadas en el desarrollo de este trabajo (durante la implementación piloto).

2.1. Filosofía Lean

2.1.1. Antecedentes históricos

Con el fin de entregar una visión general del desarrollo de Lean Construction a través del tiempo, en las Tablas 2.1 y 2.2 se presenta una cronología con los principales hitos que llevan a la difusión a nivel global de esta filosofía.

Tabla 2.1: Hitos que marcaron el desarrollo de Lean.

Año	Hito
1900	Se instaura en la compañía japonesa Toyota el sistema TPS de la mano de los ingenieros Sakichi Toyoda, Taiichi Ohno y Shigeo Shingo (inicio siglo XX).
1913	Henry Ford establece la cadena de montaje móvil en Estados Unidos.
~1950	Taiichi Ohno tiene operativo el TPS en Japón.
1950-1970	Deming, Juran, Shewhart, Shigeo Shingo, Kaoru Ishikawa, etc. desarrollan sus teorías sobre la calidad y mejora continua, que actualmente forman parte de Lean.
1973	La crisis del petróleo y posterior recesión colapso la economía japonesa. Sin embargo, Toyota destaca por mantener ingresos superiores a las demás compañías.
1985	Estudio del MIT revelo que las compañías japonesas habían desarrollado un sistema productivo superior, capaz de fabricar con mayor calidad, menor costos y plazos de entrega mas cortos.
80's	John Krafcik, adopta el término Lean Production para referirse al conjunto de técnicas de producción japonesa desarrolladas por la compañía Toyota.

Tabla 2.2: Hitos que marcaron el desarrollo de Lean (continuación).

Año	Hito
1991	James Womack, Daniel Jones & Daniel Roos publican el libro “Lean Manufacturing: The machine that changed the world”.
1992	Lauri Koskela fundamenta la teoría de Lean Construction a través de su estudio de Transformación, Flujo y Valor TFV.
1993	Fundación del International Group for Lean Construction (IGLC).
1994	Glenn Ballard a través de su investigación y posterior tesis doctoral publica el desarrollo de su herramienta Last Planner System.
1997	Fundación del Lean Construction Institute (LCI) en Estados Unidos.
2001	James Womack & Daniel Jones definen los 5 principios fundamentales de Lean en la publicación del libro “Lean Thinking”.
2006	Jeffrey Liker publica el libro "Las claves del éxito TOYOTA".

A lo largo de las siguientes secciones se desarrollarán en profundidad los hitos más importantes que explican el desarrollo y aplicación de Lean en la construcción: TPS - Lean Production - Lean Construction.

2.1.2. Toyota Production System

En el año 1913, Henry Ford instaura su cadena de montaje móvil para la producción masiva de automóviles en Estados Unidos. Paralelamente, el ingeniero japonés Taiichi Ohno, junto a su equipo de trabajo, visita las fábricas de producción americanas con el objetivo de instaurar una nueva forma de trabajo en Toyota Motors Company. Pese a que Ohno quedo asombrado con la producción en masa, identifica una gran cantidad de errores en el proceso productivo asociado a la fabricación de automóviles. Donde Ford y los directores americanos veían eficiencia, Ohno veía desperdicios que perjudicaban la producción (Howell, 1999).

Luego, a mediados de los años 50 implementa y desarrolla un nuevo sistema de producción conocido internacionalmente como Toyota Production System (TPS). Este sistema busca integrar a todos los empleados de la empresa en la cadena de manufactura, para generar productos al menor costo y plazo de entrega posibles, asegurando su máxima calidad.

El TPS se fundamenta en dos pilares principales, *Just in Time (JIT)* y *Jidoka*. El sistema JIT es una forma de trabajar que fabrica y entrega justo lo que se necesita, cuando se necesita y en la cantidad requerida. Así, se reduce el inventario y se controla la producción temprana y la sobreproducción. Por otro lado, *Jidoka* es un concepto japonés que significa proveer a las máquinas y los trabajadores la habilidad de detectar cuando ocurre una condición fuera de lo normal, e inmediatamente detener el trabajo para identificar la causa raíz. De esta manera se asegura la calidad en el proceso (Pons & Lezana, 2014).

Es importante destacar que el TPS se construye a partir de un análisis del mercado japonés y sus requerimientos. Al contrario de Ford, que tenía una demanda prácticamente ilimitada por un producto estándar, Ohno debía construir autos personalizados a la orden del

cliente, y por ello diseña un sistema de producción que se adapta a su mercado, en donde se debían cumplir los requerimientos específicos de cada usuario, entregarlo instantáneamente y manteniendo nada de inventarios o tiendas intermediarias (Howell, 1999).

2.1.3. Lean Production

2.1.3.1. Origen y difusión del sistema Lean

La crisis del petróleo en otoño de 1973, a la que siguió una importante recesión, afectó a gobiernos, negocios y en general a la sociedad de todo el mundo. En 1974 la economía japonesa llegó a colapsarse hasta un estado de crecimiento cero. Sin embargo, aunque se redujeron sus beneficios, la compañía Toyota consiguió mantener ingresos superiores a sus competidoras. Una década más tarde, investigadores del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) informaron que las empresas japonesas habían desarrollado un sistema productivo propio, capaz de fabricar con mayor calidad, a un menor coste y con plazos de entrega más cortos.

Dicho fenómeno lleva al estadounidense John Krafcik a escribir en el año 1988 su artículo titulado “*Triumph of the Lean Production System*” (Krafcik, 1988), en el usa por primera vez el termino Lean Production para referirse al conjunto de técnicas de producción japonesas desarrolladas por Toyota Motors Company. El concepto se difundió globalmente durante la década de los 90 a raíz de la publicación del libro “*The machine that changed the world*” (Womack *et al.* 1991); donde se formaliza el TPS como Lean Production, resaltando su superioridad como sistema de producción a gran escala y también la filosofía que lo respalda.

Lean significa magro y sin grasa, su definición refleja la naturaleza del TPS basada en reducir los desperdicios, en contraste con la artesanal y masiva producción americana de ese entonces (Howell, 1999).

2.1.3.2. Estructura del sistema Lean

Lean es un sistema con muchas dimensiones que incide especialmente en la eliminación del desperdicio mediante la aplicación de las técnicas que se describen más adelante en el documento. Lean supone un cambio cultural en la organización empresarial con un alto compromiso de la dirección de la compañía que decida implementarlo. En estas condiciones es complicado hacer un esquema simple que refleje los múltiples pilares, fundamentos, principios, técnicas y métodos que contempla, pues no siempre son homogéneos teniendo en cuenta que se manejan conceptos que varían según la fuente consultada.

De forma tradicional se ha recurrido al esquema de la “Casa o Templo Lean” para visualizar rápidamente la filosofía que encierra Lean y las técnicas disponibles para su aplicación. Se explica utilizando una casa porque ésta constituye un sistema estructural que es fuerte siempre que los cimientos y las columnas lo sean; una parte en mal estado debilitaría todo el sistema.

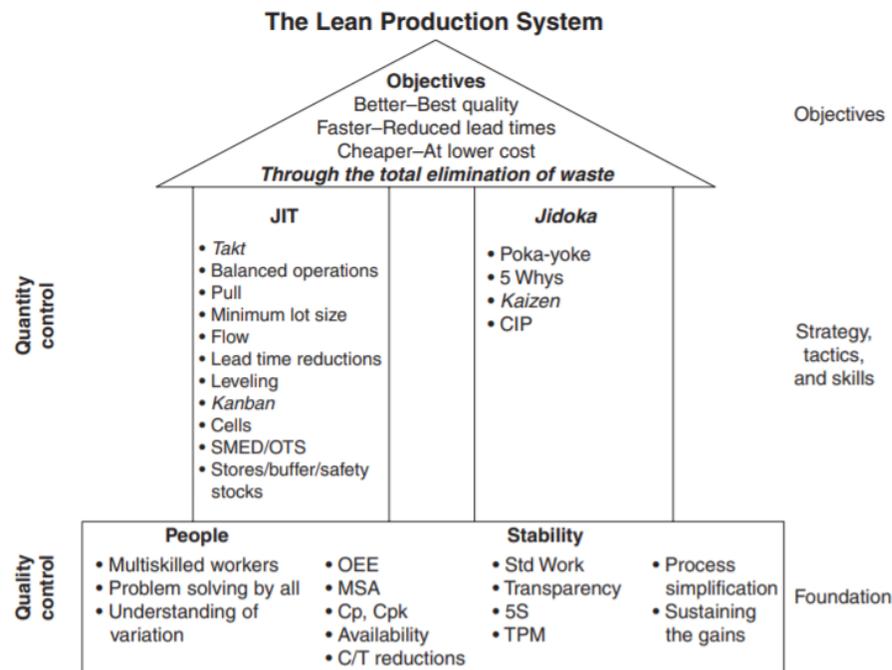


Figura 2.1: Templo Lean. [Fuente: Wilson, 2010].

- La base de la casa consiste en la estandarización y estabilidad de los procesos: el *Heijunka* o nivelación de la producción y la aplicación sistemática de la mejora continua. A estos cimientos tradicionales se les ha añadido el factor humano como clave en las implantación del Lean, el que se manifiesta en múltiples facetas como el compromiso de la dirección, la formación de equipos dirigidos por un líder, la formación y capacitación del personal, los mecanismos de motivación y los sistemas de recompensa.
- Como pilares de la edificación, se encuentran *Just in Time* (JIT) y *Jidoka*. El JIT, es la herramienta más conocida del sistema Toyota, esta se refiere a producir lo necesario en el momento correcto (siendo esto exacto), este sistema ayuda a que se pueda tener producciones en síncrono. Por otro lado, *Jidoka* se relaciona con dar a las máquinas y operadores, aquella habilidad para observar cuando se produce una condición anormal y así detener el proceso en el instante, de manera de identificar la causa raíz del problema (y eventualmente eliminarla), de esta forma no se permite el paso a la siguiente etapa del proceso.
- Finalmente, el techo de la casa está constituido por los objetivos perseguidos que se identifican con la mejor calidad, el más bajo costo y el menor tiempo de entrega o tiempo de maduración (lead-time).

Cabe destacar que la “Casa Lean” solo es un esquema que permite, a los directivos de la empresa, una primera aproximación a la manera en que funciona Lean. Queda a criterio de la empresa encontrar la mejor manera de implantarlo de acuerdo a la disponibilidad de recursos (tiempo, personal, financieros).

2.1.3.3. Los principios del pensamiento Lean

El pensamiento Lean establece 5 principios que pretenden disminuir al máximo posible pérdidas o desperdicios. Es necesario que estos funcionen a la vez, y es fundamental prescindir

de lo que no aporte valor. Se debe revisar cada principio uno por uno a medida que las mejoras en un proceso supongan también mejoras en otro.

A continuación, se presentan los cinco principios lean propuesto en el libro *“Lean Thinking - banish waste and create wealth in your corporation”* (Womack & Jones, 1996).

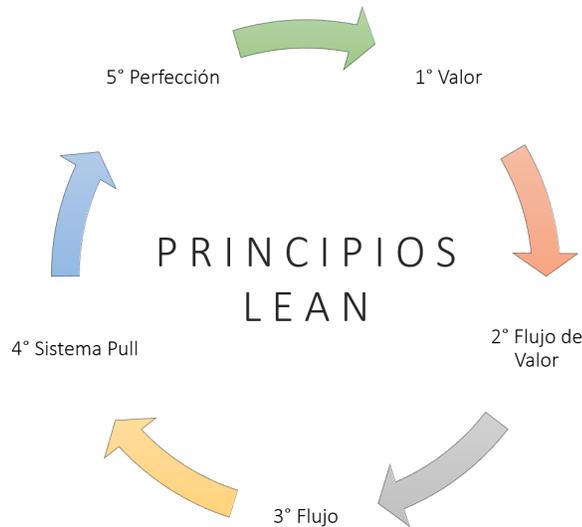


Figura 2.2: Los cinco principios Lean.

1° El Valor

Lean es crear valor para el cliente. Esto implica entender qué quiere el cliente. Una mejor comprensión de los valores desde el punto de vista del cliente proporciona las bases para un diseño del producto y el proceso para fabricarlo, más efectivos. El valor es el punto de partida del pensamiento Lean. Se puede definir como el aprecio que un cliente o consumidor le da a un producto o servicio para satisfacer sus necesidades a un precio concreto, en un momento determinado.

En una empresa Lean, se distinguen dos tipos de cliente. Por un lado está el cliente externo, al que generalmente se identifica como el usuario o consumidor y es quien define el valor del producto o servicio. Por otra parte, se encuentra el cliente interno, que en un sistema Lean es todo aquel que dentro del flujo de valor recibe una entrada de material o información por parte de un proceso ubicado aguas arriba en el flujo de valor.

2° Cadena de valor

La cadena de valor es el conjunto de actividades requeridas para realizar un producto específico, a través de tres tareas críticas: la resolución del problema, la gestión de información, y la transformación física.

La resolución del problema se basa en la conceptualización de la idea a través del diseño ingeniería de detalle. La gestión de la información es el manejo de datos que ocurre desde la necesidad hasta la entrega del producto. Y, finalmente, la transformación física se refiere al proceso de transformación que ocurre desde las materias primas hasta entregar un producto específico en las manos del cliente.

En conclusión, el segundo paso crítico es definir y potenciar las actividades que agregan valor en la cadena de valor del producto, eliminar las que no lo hacen y pueden ser descartadas directamente, y modificar las que no agregan valor pero que no pueden ser descartadas debido a la forma de realizar los procesos actuales.

3° Flujo

Una vez identificado el valor para el cliente, mapeado la cadena de valor y eliminado las operaciones cuyo desperdicio es evidente, el siguiente paso es hacer que fluyan las operaciones creadoras de valor que quedan.

En la mayoría de flujos de valor, las actividades que realmente añaden valor tal y como lo percibe el cliente representan una fracción mínima del total. Lean trabaja en la identificación y eliminación del mayor número posible de actividades que no añaden valor para mejorar la productividad y entregar más valor al cliente. Eliminar desperdicio es también una forma de crear flujo continuo en toda la cadena de valor.

4° Sistema Pull

Luego de realizar los 3 primeros principios del pensamiento Lean, los cambios deberían ser visibles de forma radical. La transformación de los departamentos independientes de las empresas en equipos de trabajo multidisciplinarios, y el cambio de producción a través de lotes por flujo continuo, deberían disminuir drásticamente los tiempos de resolución de problemas, de gestión de información, y de materialización física de los productos. Sin embargo, si bien estos principios acercan a las empresas a entregar al cliente lo que ellos quieren en el momento que lo quieren, todavía existen predicciones de demanda y especulaciones sobre los intereses del cliente. Entonces, el desafío está en permitir que el cliente “tire” la producción por sobre que la empresa “empuje” la producción hacia el cliente.

En resumen, el cuarto paso crítico debe generar que el cliente “tire” la producción y que la empresa responda exactamente con las necesidades del cliente, disminuyendo las predicciones y estimaciones ambiguas sobre los intereses de éste.

5° Buscar la perfección

Lean Lexicon define perfección como un proceso que proporciona puro valor, tal y como ha sido definido por el cliente, sin ningún tipo de *muda* o desperdicio. Para lograr esto son fundamentales 3 herramientas de la cultura Lean: el *kaizen* o *mejora continua*, la *estandarización de procesos* y un *plan de acción* o *PDCA* (LEI, 2014).

A medida que las organizaciones empiezan a especificar el valor de modo preciso, identifican toda la cadena de valor, hacen que las etapas creadoras de valor para los productos específicos fluyan constantemente y dejan que sean los clientes quienes atraigan hacia sí valor desde la empresa, las personas involucradas caen en la cuenta de que no hay límite para la mejora continua, mientras ofrecen un producto o servicio cada vez más cerca de lo que el cliente verdaderamente desea.

2.1.3.4. Desperdicios o *mudas*

Las pérdidas o desperdicios, corresponden a las actividades que usan recursos pero no añaden valor al cliente o usuario final, quienes ciertamente no están dispuestos a pagar por esas ineficiencias (Alarcón *et al.*, 2017).

Muda es una palabra japonesa que significa desperdicio, en el sentido de toda aquella actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor: fallos que precisan rectificación, producción de artículos que nadie desea y el consiguiente amontonamiento de existencias y productos sobrantes, pasos en el proceso que no son realmente necesarios, movimientos de empleados y transporte de productos de un lugar a otro sin ningún propósito, grupos de personas en una actividad aguas abajo en espera porque una actividad aguas arriba no se ha entregado a tiempo, y bienes y servicios que no satisfacen las necesidades del cliente (Womack & Jones, 1996).

Taiichi Ohno descubrió que en una empresa u organización la mayor parte de las actividades que realizamos no añaden valor neto al producto o servicio final que entregamos al cliente, y por lo tanto son susceptibles de mejorar o eliminar.

Tipos de desperdicios

Ohno clasificó los 7 desperdicios que causaban la mayor parte de las interrupciones del flujo dentro de la cadena o flujo de valor en la planta de producción que él mismo dirigía. Posteriormente, se agregaron dos nuevas categorías: *Talento* y *Hacer por hacer*.

Entonces, las pérdidas se clasifican en los nueve tipos descritos en la Figura 2.3, definidos específicamente para la aplicación de la filosofía “Lean Construction”.



Figura 2.3: Los 9 tipos de *muda*. [Fuente: Alarcón *et al.*, 2017]

Fuentes de pérdidas

El origen de las pérdidas se clasifica en tres categorías: Gestión de administración, Gestión de la información y Gestión de uso de recursos (Alarcón *et al.*, 2017). Además, esta última se divide en tres categorías: maquinarias y equipos, mano de obra y materiales.

- **Gestión administrativa:** representa las acciones mediante las cuales los departamentos administrativos y sus profesionales, desarrollan actividades para asegurar el cumpli-

miento del proyecto en términos de planificación, organización, dirección, coordinación y control.

- Gestión de información: área que incluye la facilitación de conocimientos e información requeridos para la realización de actividades en obra.
- Gestión de recursos: representa las acciones mediante las cuales los profesionales aseguran un eficiente uso de recursos, ya sean materiales, herramientas o mano de obra.

2.1.4. Lean Construction

El sector construcción es un componente significativo en la economía de un país. Sin embargo, a pesar de su importancia, problemas como baja productividad, calidad deficiente y desviaciones en términos de plazos y presupuestos, desvían los recursos del objetivo central. Buscando contrarrestar estos efectos, nace Lean Construction, una filosofía de gestión, metodologías de trabajo y cultura empresarial orientada a la eficiencia en los procesos constructivos, desde el diseño al término de la obra.

2.1.4.1. Origen de Lean Construction

Durante su estancia en la universidad de Stanford, el finlandés Lauri Koskela escribió el documento *“Application of the new production philosophy to construction”* (Koskela, 1992), en el que estableció los fundamentos teóricos del nuevo sistema de producción aplicado a la construcción. El trabajo pionero de Koskela fue un hito clave en el desarrollo de una corriente de investigación sobre la aplicación del sistema de producción Toyota y la filosofía Lean a la industria de la construcción. Un año más tarde, el término Lean Construction fue acuñado por los fundadores del Grupo Internacional de Lean Construction (IGLC).

2.1.4.2. Definición de Lean Construction

La aplicación de los principios y herramientas del sistema Lean a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción se conoce como Lean Construction o construcción sin pérdidas. Lean Construction abarca la aplicación de los principios y herramientas Lean, al proceso completo de un proyecto desde su concepción hasta su ejecución y puesta en servicio. Entendemos Lean como una filosofía de trabajo que busca la excelencia de la empresa, por lo tanto, sus principios pueden aplicarse en todas las fases de un proyecto: diseño, ingeniería, comercialización, marketing y ventas, ejecución, servicio de post-venta, atención al cliente, puesta en marcha y mantenimiento del edificio, administración de la empresa, logística y relación con la cadena de suministro.

Lean Construction persigue la excelencia a través de un proceso de mejora continua en la empresa, que consiste fundamentalmente en minimizar o eliminar todas aquellas actividades y transacciones que no añaden valor, a través de la optimización de recursos y la maximización de la entrega de valor al cliente, para diseñar y producir a un menor coste, con mayor calidad, más seguridad y con plazos de entrega más acotados, dentro de un marco ecológico con el entorno.

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

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

- *La edificación o infraestructura y su entrega son diseñados juntos para mostrar y apoyar mejor los propósitos de los clientes.*
- *El trabajo se estructura en todo el proceso para maximizar el valor y reducir los desperdicios a nivel de ejecución de los proyectos.*
- *Los esfuerzos para gestionar y mejorar el rendimiento están destinados a mejorar el rendimiento total del proyecto, ya que esto es más importante que la reducción de los costes o el aumento de la velocidad de ninguna actividad aislada.*
- *El Control se redefine como pasar de “monitorizar los resultados” a “hacer que las cosas sucedan”. Los rendimiento de los sistemas de planificación y control se miden y se mejoran.*
- *La notificación fiable del trabajo entre especialistas en diseño, suministro y montaje o ejecución asegura que se entregue valor al cliente y se reduzcan los desperdicios. Lean Construction es especialmente útil en proyectos complejos, inciertos y de alta velocidad. Se cuestiona la creencia de que siempre debe haber una relación entre el tiempo, el coste y la calidad (mayor calidad y mayor velocidad no tiene porqué implicar mayor coste)”.*

2.1.4.3. El Modelo Transformación-Flujo-Valor

Lean Construction como modelo de gestión de proyectos de construcción plantea una mejor metodología para administrar los proyectos, cambiando el paradigma actual de ver la construcción como un modelo solo de transformación por un modelo de TFV (transformación-flujo-valor). Plantea que confiar solamente en un modelo donde la materia prima se transforma en producto no es viable para la construcción, porque en obra se generan desperdicios de recursos que pueden llegar a casos de aproximadamente 30 % de desperdicio (Porrás *et al.*, 2014).

En el modelo convencional, en que se fundamentan las programaciones de obra, los insumos son transformados en productos pero el cambio de las entradas en salidas es tratado como una caja negra (Figura 2.4). En cambio, La filosofía Lean propone un modelo en el que después de la entrada hay un proceso de transporte y esperas antes de llegar a la transformación, luego inspecciones y, en muchas ocasiones, reparación de trabajos, para llegar al producto; este modelo se conoce como Modelo de Transformación-Flujo-Valor o TFV (Figura 2.5).



Figura 2.4: Modelo convencional para la construcción. [Fuente: Rojas-López *et al.*, 2017].

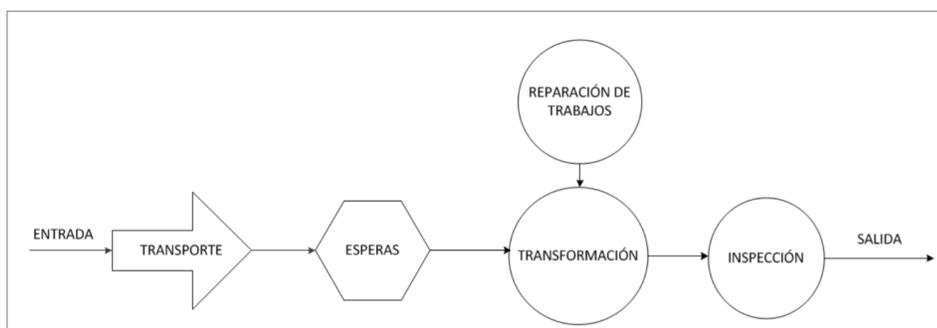


Figura 2.5: Modelo TFV para la construcción. [Fuente: Rojas-López *et al.*, 2017].

En conclusión, Lean Construction es una nueva forma de ver la producción, no un modelo o unos pasos establecidos que se deban seguir; lo que se pretende es entender sus principios y aplicarlos en la creación y uso de herramientas Lean para la gestión de los proyectos constructivos, en donde las “herramientas” son la aplicación de los principios teóricos a la práctica profesional.

2.2. Mejora Continua o *Kaizen*

2.2.1. Diferentes interpretaciones del término

El concepto utilizado con más frecuencia en el contexto Lean para referirse a mejora continua es *kaizen*, aun cuando no refleja la verdadera esencia y significado de lo que hay detrás. Si bien el concepto ha sido definido por el profesor Imai¹ en sus dos libros sobre el tema, todavía no tiene una explicación detallada que le permita brindar mayor claridad de su contenido teórico.

Diversos autores ha intentado explicarlo desde diferentes perspectivas. El propio Imai (1989) lo define como: “Mejoramiento y aún más, significa mejoramiento continuo que involucra a todos, gerente y trabajadores por igual”. Para Newitt (1996), la definición de Imai, se basa en que *kaizen* es una derivación de otras dos palabras japonesas: *kai* y *zen*.

¹ Considerado el padre de la metodología *kaizen* luego de publicar el libro *Kaizen: The key to Japan's competitive success* (1989).



Figura 2.6: Origen de la palabra *kaizen*.

De esta manera, la primera óptica de la definición de *kaizen* se basa en sustentar su presencia, como un elemento organizacional en la que la participación de los empleados impacta directamente en la mejora de los procesos de trabajo. Esta idea, se compara y es similar a los estudios iniciales de la Escuela de las Relaciones Humanas, en las que Mayo, Maslow, McGregor y Herzberg argumentaban dicha aproximación del concepto (Malloch, 1997).

En este sentido, la Asociación de Relaciones Humanas de Japón señala que para los japoneses, la palabra *kaizen* se asume como un símbolo a los problemas y luchas de cada día, y del modo en el que los empleados se enfrentan a todo ello. De hecho, en ocasiones *kaizen* ha sido visto como una fuerza ética interna de cada trabajador, que es capaz de resolver problemas en el día a día, plenamente convencido y de manera voluntaria (Styrhe, 2001). Por ello ciertos autores, comienzan a verlo como una “filosofía de vida”, en la que se pueden abarcar diversos ámbitos (Imai, 1989; Wittenberg, 1994; Gondhalekar *et al.*, 1995). Debido a esta tendencia de entender *kaizen* como un principio armonizador del entorno con los valores de cada individuo, otros autores incluso, establecen su origen en la filosofía confusionista, la cual establece un profundo respeto y armonía por el medio ambiente, a través de un equilibrio entre el individuo y la naturaleza (Styhre 2001; Imai 2006). Por este motivo es visto como un principio o “espíritu individual” de Cooperación y Mejora, que rápidamente se despliega generando un impacto positivo en la sociedad (Gondhalekar *et al.*, 1995).

Por otro lado, en una investigación específica del tema en organizaciones japonesas, se observó la amplia variedad que existe acerca de cómo se comprende y se aplica *kaizen*. De hecho, dicha comprensión y aplicación fueron acordes a las características de cada organización estudiada. Brunet & New (2003) definen *kaizen* como “*un mecanismo penetrante de actividades continuas, donde las personas involucradas juegan un rol explícito, para identificar y asegurar impactos o mejoras que contribuyen a las metas organizacionales*”.

En el año 2006, el más conocido promotor del término y acuñador del mismo, Masaaki Imai, indico “*kaizen significa mejoramiento continuo, pero mejoramiento todos los días, a cada momento, realizado por todos los empleados de la organización, en cualquier lugar de la empresa. Y que va de pequeñas mejoras incrementales a innovaciones drásticas y radicales*”. Una definición similar es la que define a *kaizen* como una filosofía integral, de vida, de desarrollo personal, laboral, familiar, de comunidad, que busca de manera incremental mejoras e innovaciones que impacten en todas las actividades que realizamos cotidianamente; es decir, nuestros procesos operativos (ya sea del trabajo o personales), y que como consecuencia de ello, nos debe llevar a una espiral de mejora e innovación (a la persona y a la organización) en

el que no debe pasar ningún solo día en que no se piense cómo seguir cambiando y creciendo (Suárez-Barraza & Miguel-Dávila, 2009).

En ese mismo orden de ideas, otros autores que siguen la línea de enseñanzas de Taichi Ohno en Toyota Motor Company, van más allá e indican que el mejoramiento de *kaizen* por parte de los empleados, debe llegar a hacerse incluso, cada segundo de su tiempo, aunque sea en pensamiento. Mientras, el JUSE (Japanese Union for Scientist and Engineers), utiliza el término *kaizen* sin concretarlo, como un axioma para definir otros conceptos y como una filosofía empresarial. Así pues, Suárez-Barraza (2007) lo define como “Una filosofía de gestión que genera cambios o pequeñas mejoras incrementales en el método de trabajo (o procesos de trabajo) que permite reducir despilfarros y por consecuencia mejorar el rendimiento del trabajo, llevando a la organización a una espiral de innovación incremental”.

De esta manera, *kaizen* se sigue considerando un concepto en evolución, lo que ha traído como consecuencia diferentes significados dependiendo del tiempo y el contexto organizacional. Para resumir este primer apartado de la literatura, en la Tabla 2.3 se indican las tres posibles vertientes que ha tomado *kaizen* en su aplicación en las organizaciones del siglo XXI.

Tabla 2.3: Vertientes de clasificación del término *kaizen*. [Fuente: Suárez-Barraza & Miguel-Dávila, 2011].

Nº	Vertiente	Características	Evidencia en la literatura
1	<i>Kaizen</i> como filosofía empresarial y de vida	Disciplina del trabajo. Alto compromiso de la dirección. Mantenimiento y Mejora de estándares. Alta participación voluntaria de los empleados. Gestión en el <i>gemba</i> . Enfoque en la mejora de procesos de manera permanente. Educación y entrenamiento intensivo. Uso continuo del ciclo PDCA.	Imai (1986, 1989, 1997); Tanner y Roncarti (1994); Berger (1997); Cheser (1998); Brunet y New (2003); Hino (2006); Suarez-Barraza (2007, 2009); Aoki (2008); Osono et al. (2008); Suarez-Barraza et al. (2009).
2	<i>Kaizen</i> como principio teórico de metodologías y técnicas de mejoras rápidas	Implementación de <i>kaizen</i> como: <i>kaizen blitz</i> (bombardeos de mejora), <i>office kaizen</i> (mejoras rápidas en organizaciones de servicio) y <i>kaizen teian</i> (como sistema de propuestas de mejora). Eliminar el muda. Alcance limitado (3 o 5 días de aplicación de mejoras). Uso del personal “experto” para dirigir las mejoras rápidas. Entrenamiento puntual. Pequeños “triumfos” usando el concepto de “tareas por terminar”.	Japan Human Relations Association (1990); Sheridan (1997); Melnyk et al. (1998); Laraia et al. (1999); Lareau (2003); Liker (2004); Bateman (2005); Montabon (2005); Landa Aceves (2009); Ortiz (2009).
3	<i>Kaizen</i> visto como un elemento de la gestión de calidad total	Parte de TQM. Centrado en la mejora con enfoque al cliente. Trabajo en equipo (círculos de calidad). Control estadístico de la calidad. Aplicación de técnicas de resolución de problemas (Quality Control Story). Formación. Compromiso de la dirección.	Demin (1986); Ishikawa (1986); Juran (1990); Dean y Bowen (1994); Hellsten y Klefsjo (2000).

Las vertientes presentadas en la Tabla 2.3 fueron propuestas por los autores Suárez-Barraza & Miguel-Dávila (2009), como tres esferas concéntricas por las que puede ser comprendido el término *kaizen*. En la Figura 2.7, se presenta el análisis cruzado de las tres esferas concéntricas mencionadas.

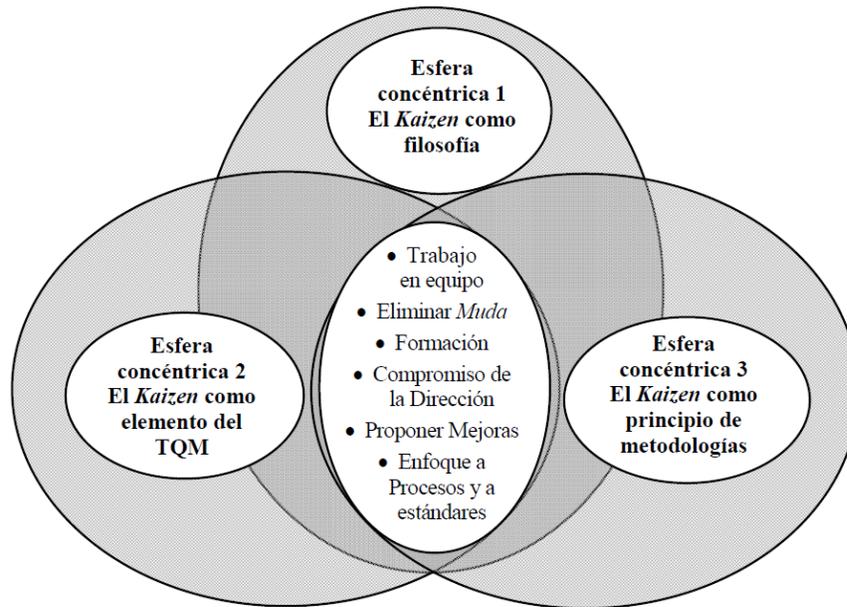


Figura 2.7: Análisis cruzado de las tres esferas concéntricas del *kaizen*. [Fuente: Suárez-Barraza & Miguel-Dávila, 2009].

2.2.2. Eventos *Kaizen*

Una forma de adoptar *kaizen* en las organizaciones es mediante los eventos *kaizen*, como un mecanismo de mejora estructurado (Melnik *et al.*, 1998).

Un evento *kaizen* (EK) es un proyecto a corto plazo enfocado en un proceso específico o un conjunto de actividades, tales como el flujo de trabajo dentro de un centro de producción específico (Melnik *et al.*, 1998). Kirby & Greene (2003) describe el EK como un evento de mejora enfocado, en el que un equipo multifuncional pasa varios días (usualmente una semana o menos) analizando e implementando mejoras en un área de trabajo específico. Esos miembros del equipo aplican herramientas de bajo costo para la solución de problemas y técnicas para planificar con rapidez y a menudo para implementar mejoras en un área de trabajo determinada (Figura 2.8).

Por lo tanto, el enfoque de un EK está en utilizar conocimiento humano y creatividad a través de la aplicación de una metodología de solución de problemas sistemática junto con herramientas de proceso estructurado (Bicheno, 2001). Además, un EK incluye actividades habituales tales como capacitación, documentación de procesos actuales, identificación de oportunidades de mejora, implementación y evaluación de cambios, presentación de resultados a la administración y desarrollo de un plan de acción para mejoras futuras (Melnik *et al.*, 1998).

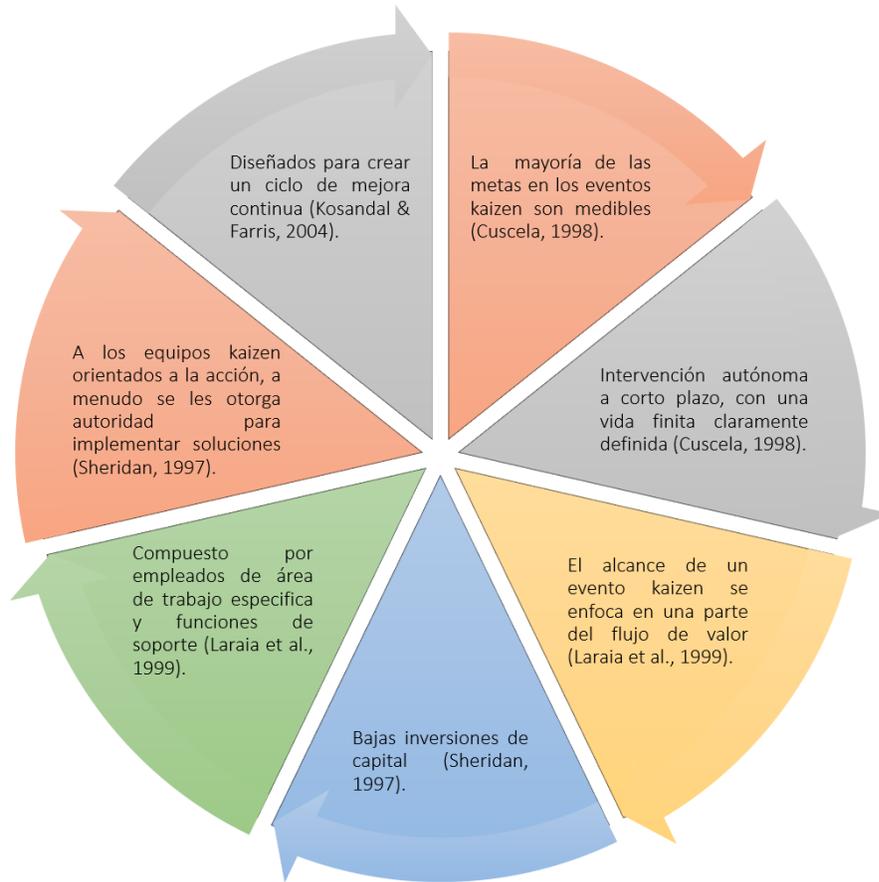


Figura 2.8: Siete características que distinguen a los eventos *kaizen* de otros enfoques de mejora de procesos. [Fuente: Melnyk *et al.*, 1998].

Otros términos utilizados con frecuencia en la literatura para ejemplificar el EK son “*kaizen blitz*” (bombardeo de mejoras); “*kaizen rápido*”; “*avance kaizen*”; “*kaizen workshops*” (talleres de mejora continua); “*kaizen de ciclo corto*”; “evento de mejora rápida” y “taller de mejora acelerado” (Arriola *et al.*, 2018).

Desde mediados de la década de los 90’s, ha aumentado la investigación relacionada con los EK. Sin embargo, hay evidencia de que la empresa Toyota, mediante la implementación del TPS, ha utilizado proyectos de cambio rápido similares a los eventos *kaizen* con sus proveedores desde la década de los 70’s (Sheridan, 1997). En el rubro constructivo, hay grandes obstáculos para utilizar este mecanismo ya que el uso de EK comúnmente está restringido a la manufactura, industria con notables diferencias en comparación con la industria de la construcción (Koskela, 2000).

2.2.3. ¿Cómo se lleva a cabo *kaizen*?

Una de las técnicas más eficaces que pueden utilizarse para realizar el seguimiento de las acciones de mejora son los Ciclos PDCA (Plan-Do-Check-Act), también conocido como Ciclo de Deming.

El PDCA corresponde a un ciclo de mejora continua basado en el método científico de

proponer un cambio de mejora en un proceso, implementar el cambio, medir y controlar los resultados, y llevar a cabo las acciones correctoras. Mediante los ciclos PDCA se establecerán las acciones necesarias para evitar que el problema vuelva a repetirse.

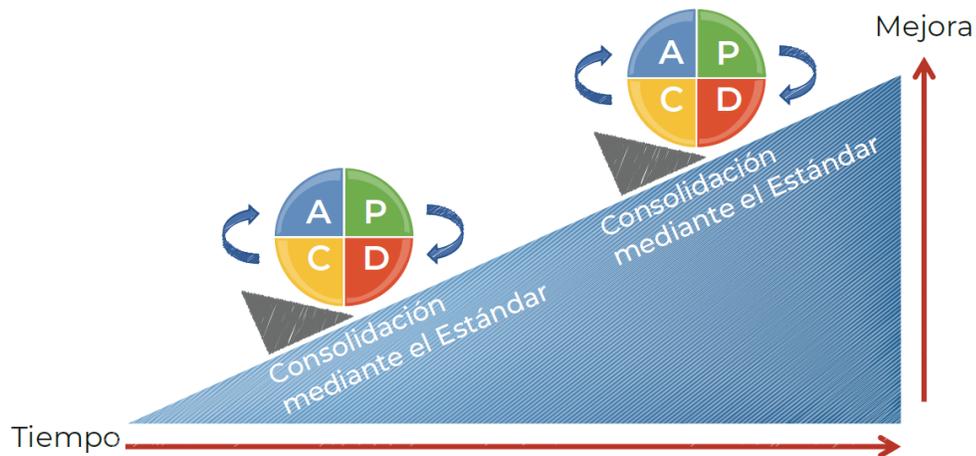


Figura 2.9: Ciclos de mejora montinua PDCA.

¿Cómo funciona el ciclo de Deming?

- *Plan:* implica la evaluación del estado actual (controles del proyecto). A menos que midamos, no tenemos una base para la mejora.
- *Do:* implica aplicar disciplina para lograr un nuevo resultado.
- *Check:* es usar controles o indicadores de proyecto para determinar si el control cambió el resultado. ¿Estamos logrando o nos hemos acercado a nuestros objetivos?
- *Act:* es aplicar un control exitoso al proyecto en general.

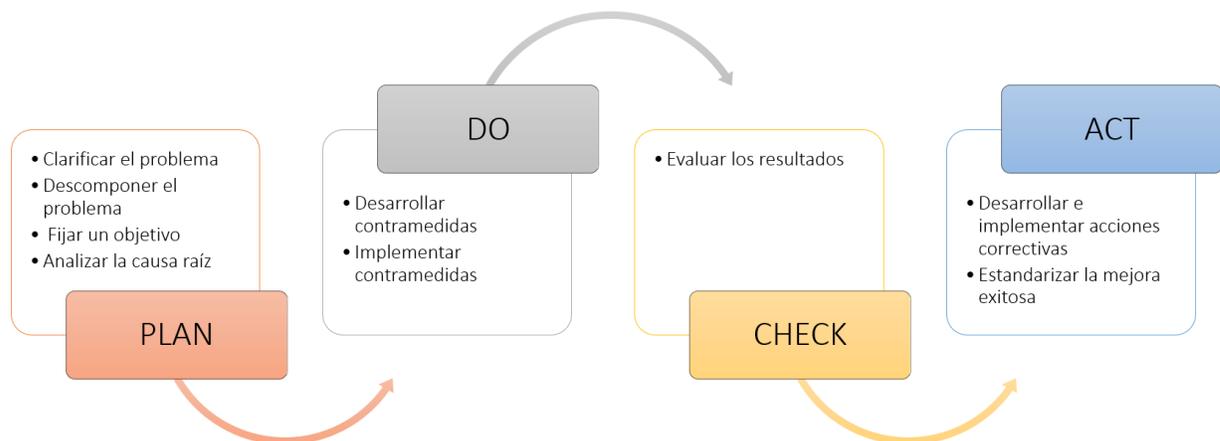


Figura 2.10: Pasos del ciclo PDCA.

Luego el ciclo se repite, pues es una interacción continuada entre medición, análisis y acción informada. Se trata de un sistema en el que se aprende y se mejora después de cada iteración.

2.3. Herramientas y técnicas Lean aplicadas en construcción

A partir de la revisión del estado del arte, se detallan las principales herramientas y técnicas Lean que se aplican en el rubro constructivo.

2.3.1. 5 Por qué

Es una herramienta muy útil y dinámica que permite descubrir la causa raíz de un problema, no conformidad o desviación de la norma. Para obtener resultados efectivos, se debe seguir los siguientes pasos:

- Se comienza realizando una lluvia de ideas, normalmente utilizando un diagrama de causa y efecto.
- Una vez se hayan identificado las causas, se empieza a preguntar “¿por qué es así?” o “¿por qué está pasando esto?”
- Se continúa preguntando el por qué al menos cinco veces². Esto permite buscar a fondo y no conformarse con causas ya “probadas y ciertas”.
- Surgirán ocasiones donde se podrá ir más allá de las cinco veces preguntando por qué para poder obtener las causas principales.
- Durante este tiempo se debe tener cuidado de no empezar a preguntar “¿Quién?”. Hay que recordar que el proceso debe enfocarse hacia los problemas y no hacia las personas involucradas.

Este instrumento permite eliminar gran parte de las barreras que sustentan las decisiones habituales. Si la herramienta se emplea de manera correcta, puede ayudar a generar soluciones radicales a los problemas, puesto que se analiza en profundidad el problema que se está tratando.

2.3.2. 5 “S”

Las cinco “S” constituyen una de las estrategias que da soporte al proceso de mejora continua (*kaizen*), su origen es paralelo al movimiento de la calidad total ocurrida en Japón, en la década de 1950. Consiste en 5 puntos que nos llevarán a eliminar los desperdicios y mejorar el entorno de trabajo.

1. **Clasificación u organización (Seiri):** Identificar la naturaleza de cada elemento. Separar lo que realmente sirve de lo que no. Identificar lo necesario de lo innecesario, sean herramientas, equipos, hasta información.
2. **Orden (Seiton):** Disponer de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario.
3. **Limpieza (Seiso):** Integrar la limpieza como parte del trabajo, se deben eliminar las fuentes de contaminación, no solo la suciedad.

² Cabe señalar que no deben ser estrictamente 5 veces, pero si las necesarias para que la causa raíz sea visible, y la practica ha demostrado que 5 es un buen número.

4. **Estandarización (Seiketsu):** Mantener el grado de organización, orden y limpieza alcanzado con las tres primeras fases; a través de señalización, manuales, procedimientos y normas de apoyo.
5. **Disciplina (Shitsuke):** Establecer una cultura de respeto por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza.

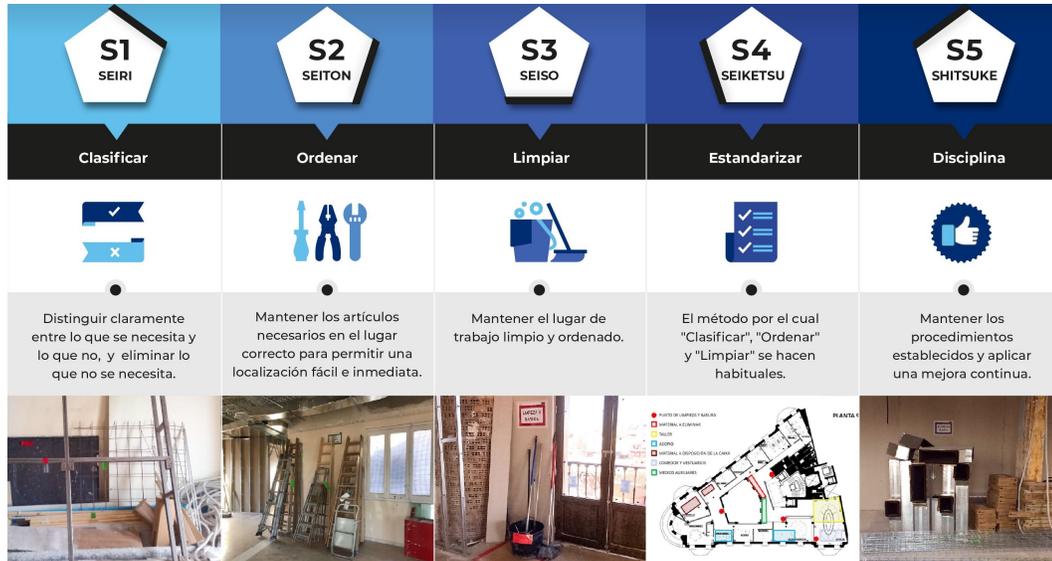


Figura 2.11: Ejemplo de aplicación de las 5“S” en construcción. [Fuente: Lean Construction - Implantación 5“S”, Coanfi].

2.3.3. 5W2H

Se trata de una herramienta utilizada para la resolución de problemas. Su desarrollo permite definir cual es el problema y no la solución, con lo que se facilita la focalización sobre las causas de un problema.

La metodología 5W2H, proviene de las siete palabras en inglés que se describen a continuación:

- **What** (¿Qué sucedió?):Cuál es el problema en cuestión. Debe definirse de manera objetiva y sintética.
- **When** (¿Cuándo se produjo?): En qué momento se produjo, o se produce el problema. En qué circunstancias o bajo qué condiciones.
- **Where** (¿Dónde ocurre?): En qué lugar se manifiesta, en qué proceso, en qué máquina.
- **Who** (¿A quién afecta?): A quién o quiénes le sucede.
- **Why** (¿Por qué ocurre el problema?): Qué lo puede estar provocando. Justificación, motivo.
- **How** (¿Cómo ocurrió?): Cómo se desencadenan los hechos que llevan al problema.
- **How Much** (¿Cuánto representa en términos económicos?): También, incluir la frecuencia de aparición del problema, si es un problema periódico o aleatorio.

Finalmente, es importante destacar que el horizonte de las acciones siempre debe ser la causa de los problemas, y no las posibles soluciones.



Figura 2.12: Ejemplo de aplicación de 5W2H en construcción. [Fuente: elaboración propia].

2.3.4. Carta de balance

La filosofía Lean busca lograr un sistema de producción efectivo y para ello se tiene que mantener un flujo constante, optimizar los flujos y finalmente optimizar los procesos. Lean Construction propone la carta balance como una herramienta para lograr el último paso, la optimización del proceso.

La carta balance toma un proceso en específico y lo analiza a nivel de la mano de obra, con la finalidad de obtener los tiempos que le dedican los trabajadores a cada actividad dentro de la partida. Este divide los trabajos en Productivos (TP), Contributorios (TC), y no Contributorios (TNC), incluyendo un listado total de las actividades que comprende dicho trabajo, se analiza a que grupo pertenece cada uno de ellos y se clasifica.

El objetivo de esta técnica es analizar la eficiencia del método constructivo empleado, más que la eficiencia de los trabajadores, de modo de buscar un trabajo inteligente. El estudio se debe enfocar en reducir los tiempos improductivos y aumentar los niveles de actividad real y rendimiento.

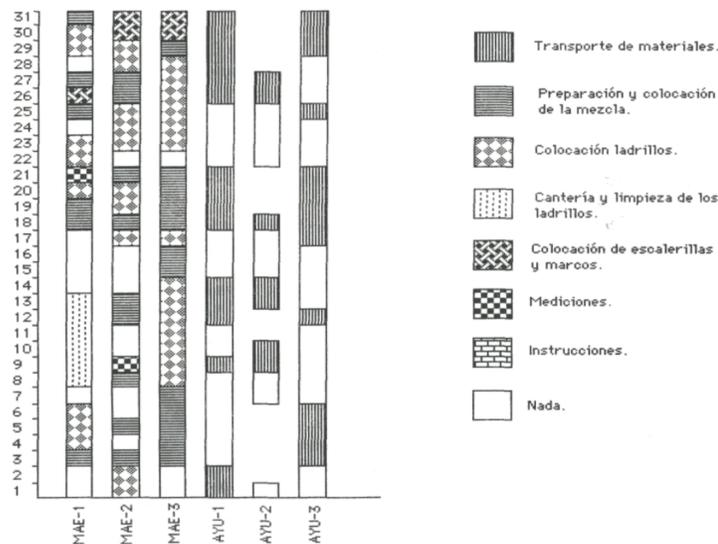


Figura 2.13: Ejemplo carta de balance de una operación de albañilería. [Fuente: Alarcón, 1997].

2.3.5. Gestión visual

Esta herramienta Lean ayuda con la estandarización de procesos a través de distintos medios de comunicación atractivos a la vista y simples de entender. Tiene como propósito colocar información crítica en las áreas físicas de trabajo mediante el uso de señalamientos, etiquetas, carteles, vitrinas y otros medios. Estos recursos visuales ayudan a crear un entorno de trabajo más seguro y eficiente al eliminar la necesidad de capacitación repetitiva y supervisión constante. Es la mejor manera de poder homologar actividades y mantener al tanto a todos los involucrados de los avances, así como de las actualizaciones que existan. La clave está en saber comunicar la información en pocas palabras, hacer anuncios llamativos y fáciles de entender.

Algunos ejemplos son las pantallas visuales, cuadros de indicadores gráficos de control de la producción, tableros de comunicación del equipo, colocación de la planificación en las oficinas de los administradores y en los sectores de los trabajadores.



Figura 2.14: Ejemplos de recursos visuales. [Fuente: elaboración propia].

2.3.6. Herramientas de calidad

A continuación se presentan las **7 herramientas básicas de la calidad** y las **7 nuevas herramientas de la calidad**, fundamentales para la mejora continua según lo planteado en el libro *Kaizen: The key to Japan's competitive success* (Imai, 1989).

- Diagrama de Pareto
- Diagrama de causa-efecto
- Histogramas
- Cartas de control
- Diagramas de dispersión
- Gráficas
- Hojas de comprobación
- Diagrama de afinidad
- Diagrama de interrelaciones
- Diagrama del árbol
- Diagrama matricial
- Diagrama de flechas
- Diagrama de proceso de decisión
- Diagrama de flujo

En particular, se detallaran en profundidad las primeras dos herramientas básicas: Diagrama de Pareto y Diagrama Causa-Efecto por su alta aplicabilidad en el rubro.

Diagrama de Pareto

Un diagrama de Pareto es una técnica que permite clasificar gráficamente la información de mayor a menor relevancia, con el objetivo de reconocer los problemas más importantes en los que deberías enfocarte y solucionarlos. Este diagrama puede ser de gran utilidad para la toma de decisiones en una organización, ya que permite evaluar el nivel de prioridad de las acciones que se deben tomar para llegar a los resultados esperados.

Este tipo de gráfico presenta los datos siguiendo un orden descendente, de izquierda a derecha. Esta técnica se basa en el principio de Pareto o regla 80/20, la cual establece una relación de correspondencia entre los grupos 80-20, donde el 80 % de las consecuencias provienen del 20 % de las causas.

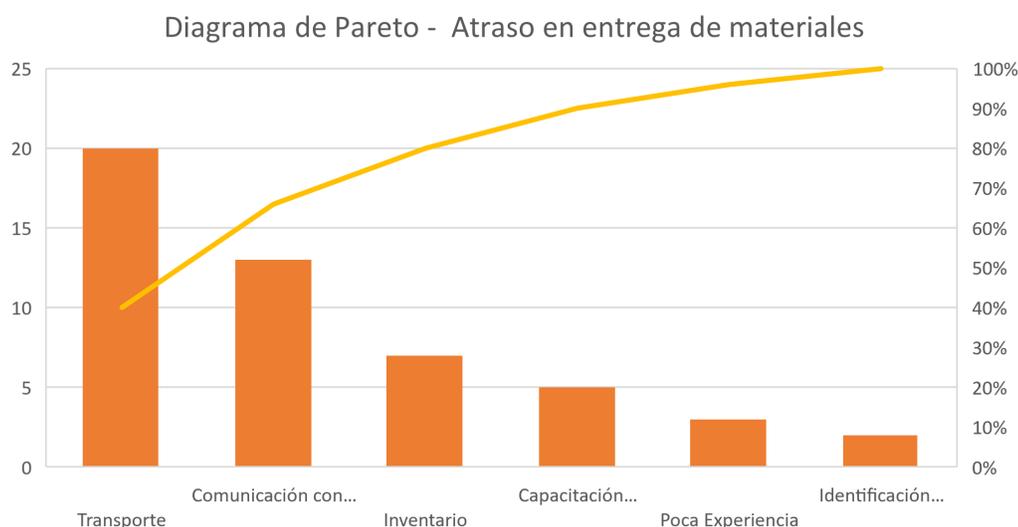


Figura 2.15: Ejemplo de aplicación del diagrama de Pareto en construcción.
[Fuente: elaboración propia].

Diagrama Causa-Efecto

También conocido como Diagrama Espina de Pescado o de Ishikawa, es una herramienta de la calidad que ayuda a levantar las causas raíces de un problema, analizando todos los factores que involucran la ejecución del proceso. Creado en la década de los 60's, por Kaoru Ishikawa, el diagrama tiene en cuenta todos los aspectos que pueden haber llevado a la ocurrencia del problema, de esa forma, al utilizarlo, las posibilidades de que algún detalle sea olvidado disminuyen considerablemente.

En la metodología, todo problema tiene causas específicas, y esas causas deben ser analizadas y probadas, una a una, a fin de comprobar cuál de ellas está realmente causando el efecto (problema) que se quiere eliminar. Eliminado las causas raíces, se elimina el problema.

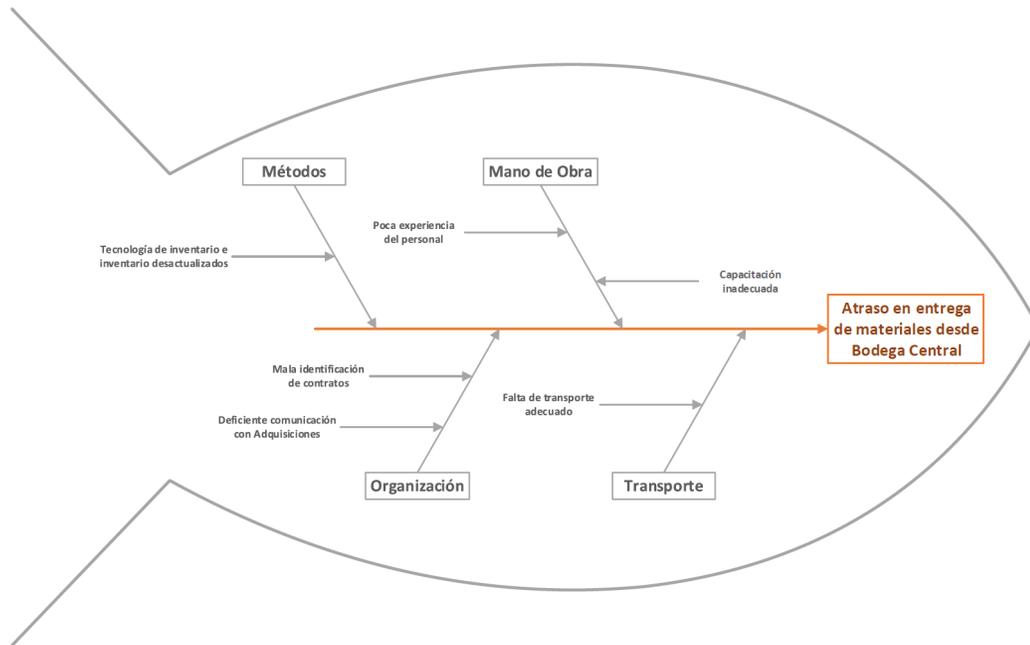


Figura 2.16: Ejemplo de aplicación del diagrama de Ishikawa en construcción. [Fuente: elaboración propia].

2.3.7. Lista de comprobación 4 “M”

Corresponden a las variables que un sistema de producción manipula para producir valor para los clientes. Las tres primeras se refieren a recursos, y la cuarta a la forma en que se utilizan los recursos. En un sistema Lean, las 4 “M” significan:

- Material (*material*): sin defectos ni escasez.
- Máquina (*machine*): sin averías, defectos ni paradas no planificadas.
- Ser humano (*man*): buenos hábitos de trabajo, habilidades necesarias, puntualidad y sin absentismo no programado.
- Método (*method*): procesos, mantenimiento y gestión estandarizados.

Esta herramienta revela en que áreas enfocar los pequeños cambios, con el fin de percibir beneficios en la calidad, costos o tiempos de entrega/realización de una actividad.

2.3.8. Mapa del flujo de valor (VSM)

El VSM es una técnica gráfica que permite visualizar todo un proceso, permite detallar y entender completamente el flujo tanto de información como de materiales necesarios para que un producto o servicio llegue al cliente. Con esta técnica se identifican las actividades que no agregan valor al proceso, con el fin de iniciar las acciones necesarias para eliminarlas.

Para la realización de un mapa de flujo de valor se recomienda seguir los siguientes pasos:

- Identificar el proceso a analizar.
- Dibujar el estado actual del proceso identificando los inventarios entre operaciones, flujo de material e información (VSM actual).
- Analizar la visión sobre cómo debe ser el estado futuro.
- Dibujar el VSM futuro.

- Plasmar plan de acción e implementar las acciones.

Para llegar al estado futuro, se deben hacer cambios los cuales deben estar plasmados en un plan de acción y hacerle seguimiento hasta alcanzar el estado futuro. Una vez alcanzado esta condición, se inicia el proceso nuevamente para alcanzar la excelencia operacional que tantas empresas persiguen a diario.

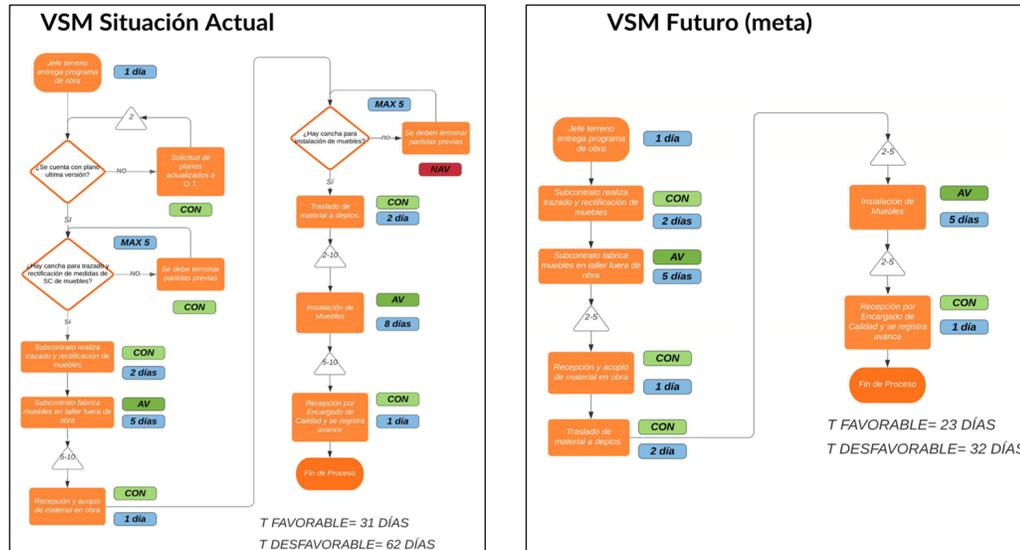


Figura 2.17: Ejemplo de VSM actual y futuro, para describir el atraso en la instalación de muebles en una obra particular. [Fuente: *Programa de Entrenamiento de Líderes*, LeanInn].

2.3.9. Pensamiento A3

El Informe A3 es una herramienta de toma de decisiones y a la vez es el proceso de resolución de problemas, que está fundamentado en el Ciclo de Deming (PDCA). El uso de los informes A3 permite desarrollar e implantar dentro de la organización la cultura y filosofía de mejora continua Lean.

Se llama A3 porque se recoge en una hoja tamaño A3. Se estructura en una serie de apartados y se lee de arriba abajo, primero la columna de la izquierda y después la de la derecha. Se compone de los siguientes puntos:

1. **Contexto:** debe definir las dimensiones del problema, problemáticas específicas y potenciales impactos.
2. **Situación Actual:** es el complemento del contexto, en el se establece el estado actual del problema y los aspectos relacionados con este. Debe responder a preguntas como: ¿qué se está haciendo actualmente?, ¿cuál es la gravedad del problema? En caso de ser un proceso, describirlo.
3. **Metas u objetivos:** normalmente se establece una meta (objetivo general) y objetivos específicos. La meta es útil para representar la condición de suficiencia. Los objetivos específicos estarán asociados a las dimensiones del problema, deben ser cuantificables y su alcance debe ser medible.

4. **Análisis** este paso es el más importante. Si la causa no está claramente indicada, podrás resolver el problema equivocado o no resolverlo correctamente. Se genera el diagrama causa-efecto y el análisis detallado de los problemas y sus causas empleando la técnica de los 5 Porqués.
5. **Contramedidas:** sólo cuando las causas del problema estén bien definidas se debe iniciar la búsqueda de soluciones. Se genera un consenso involucrando a las personas afectadas sobre cuáles son las mejores soluciones de todas las posibles medidas a aplicar. Diseña las medidas específicas a aplicar y estima los resultados deseados a nivel cuantitativo.
6. **Plan de acción:** desarrollar el plan de implementación con las acciones detalladas, determinando responsables, que se espera obtener con cada medida y el plazo de ejecución y control.
7. **Seguimiento de resultados:** determinación de los indicadores adecuados para la verificar que las medidas adoptadas tienen un efecto positivo y se acercan a los objetivos inicialmente planteadas. Paso clave como siempre en la mejora continua, controlar los indicadores de seguimiento para poder evaluar y corregir. En la fecha especificada en el plan de seguimiento, medir y documentar los resultados de la ejecución.

TÍTULO					
	<table border="1"> <tr> <th>FECHA</th> <th>PROPIETARIOS</th> </tr> </table>	FECHA	PROPIETARIOS		
FECHA	PROPIETARIOS				
<table border="1"> <tr> <th>CONTEXTO</th> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> ¿De qué estás hablando y por qué? </td> </tr> </table>	CONTEXTO	<ul style="list-style-type: none"> ¿De qué estás hablando y por qué? 	<table border="1"> <tr> <th>CONTRAMEDIDAS</th> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son las opciones para enfrentar los desvíos y mejorar el desempeño de la situación actual? </td> </tr> </table>	CONTRAMEDIDAS	<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son las opciones para enfrentar los desvíos y mejorar el desempeño de la situación actual?
CONTEXTO					
<ul style="list-style-type: none"> ¿De qué estás hablando y por qué? 					
CONTRAMEDIDAS					
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son las opciones para enfrentar los desvíos y mejorar el desempeño de la situación actual? 					
<table border="1"> <tr> <th>SITUACIÓN ACTUAL</th> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> ¿Dónde están las cosas ahora? Descripción medible de lo que se quiere cambiar </td> </tr> </table>	SITUACIÓN ACTUAL	<ul style="list-style-type: none"> ¿Dónde están las cosas ahora? Descripción medible de lo que se quiere cambiar 	<table border="1"> <tr> <th>PLAN DE ACCIÓN</th> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo lo implementarías?: acciones, plazos, responsables. </td> </tr> </table>	PLAN DE ACCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo lo implementarías?: acciones, plazos, responsables.
SITUACIÓN ACTUAL					
<ul style="list-style-type: none"> ¿Dónde están las cosas ahora? Descripción medible de lo que se quiere cambiar 					
PLAN DE ACCIÓN					
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo lo implementarías?: acciones, plazos, responsables. 					
<table border="1"> <tr> <th>META / OBJETIVOS</th> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son los objetivos específicos requeridos? </td> </tr> </table>	META / OBJETIVOS	<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son los objetivos específicos requeridos? 			
META / OBJETIVOS					
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son los objetivos específicos requeridos? 					
<table border="1"> <tr> <th>ANÁLISIS</th> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> ¿Por qué existe determinado problema o necesidad? Determinar la causa raíz </td> </tr> </table>	ANÁLISIS	<ul style="list-style-type: none"> ¿Por qué existe determinado problema o necesidad? Determinar la causa raíz 	<table border="1"> <tr> <th>SEGUIMIENTO</th> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo garantizamos que lograremos alcanzar las metas? ¿Cómo vamos a medir el resultado? </td> </tr> </table>	SEGUIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo garantizamos que lograremos alcanzar las metas? ¿Cómo vamos a medir el resultado?
ANÁLISIS					
<ul style="list-style-type: none"> ¿Por qué existe determinado problema o necesidad? Determinar la causa raíz 					
SEGUIMIENTO					
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo garantizamos que lograremos alcanzar las metas? ¿Cómo vamos a medir el resultado? 					

Figura 2.18: Informe A3 típico para resolución de problemas. [Fuente: elaboración propia].

2.3.10. Sistemas de participación del personal

Los sistemas de participación del personal (SPP), se definen como el conjunto de actividades estructuradas de forma sistemática que permiten canalizar eficientemente todas las iniciativas que puedan incrementar la competitividad de las empresas. Estos sistemas tienen como objetivo común la identificación de oportunidades de mejora para plantear e implantar acciones que permitan resolverlas (Hernández & Vizán, 2013).

Grupos de mejora

En el entorno Lean, los proyectos de implantación, mejora y mantenimiento del sistema se organizan a través de diferentes tipologías de grupos cuya solidez se basa en la implicación gracias a su participación activa y a las técnicas puestas a su disposición:

- **Equipos de mejora (equipos *kaizen*):** equipos de seis a ocho miembros que abordan la resolución de problemas específicos o el despliegue de nuevas técnicas. Son equipos multidisciplinares formados por personas de diferentes niveles de responsabilidad y departamentos. Están adiestrados en técnicas de análisis y resolución de problemas y en técnicas específicas para la búsqueda y eliminación de “desperdicios”.

La creación de grupos *kaizen* permite gestionar, de forma activa, el conocimiento depositado en todas las personas de la organización. Bajo la perspectiva “la situación actual nunca es la mejor de las posibles”, estos grupos trabajan para conseguir mejoras.

- **Grupos autónomos de producción (GAP):** grupos de personas que trabajan en un área determinada, organizando el trabajo orientado a los procesos y que persiguen en todo momento la mejora continua. Estos grupos son decisivos a la hora de pilotar la implantación inicial de técnicas Lean en un área determinada de la fábrica.

Posteriormente, una vez implantadas y estabilizadas, son decisivos a la hora de mantener el sistema y perseguir el control y la mejora continua de los resultados (costes, calidad, entregas y personal).

Programas de sugerencia

Los programas de sugerencias están dirigidos a aprovechar todo el potencial individual de los empleados mediante la canalización de sus sugerencias. Una sugerencia es toda idea que suponga una modificación, simplificación, o mejora de los métodos de trabajo, tanto administrativos como productivos, y cuya consecuencia es una reducción de costes. Una sugerencia debe incluir una situación previa (“el antes”) y una situación propuesta (“el después”) de modo concreto y claro ya que no pueden admitirse sugerencias idealistas o genéricas como plantear la “mejora del sistema de comunicación de la empresa”.

Capítulo 3

Metodología

Para dar cumplimiento a los objetivos de este trabajo de título se elabora un cronograma con las actividades a realizar. En términos generales las labores que se deben desempeñar se describen a continuación.

3.1. Revisión literaria

Estudiar la difusión del concepto de mejora continua (*kaizen*), tanto en material impreso como digital. La revisión del estado del arte contempla una recopilación, análisis y clasificación del material encontrado en revistas, artículos científicos y libros, así como también, la información que se pueda obtener de sitios web como Researchgate, Google Scholar y SciELO.

En este paso es crucial realizar un trabajo eficiente y en el menor plazo posible, porque constituye la base de la etapa siguiente. El propósito es complementar y mejorar la metodología planteada en *Guía 2020: Mejora Continua en Construcción* (Muñoz, 2020), antes de que ésta sea aplicada en un caso real.

3.2. Diseño de instrumentos de evaluación

Previo a la implementación se identifican las variables a medir, estas pueden ser: calidad del trabajo, costos de producción, trabajo en equipo, cumplimiento de plazos, entre otras. Se escogerán las variables más compatibles con la problemática que se quiera mejorar dentro de la compañía. Posteriormente, para cada variable seleccionada, se crean los instrumentos para evaluar el impacto de la implementación de la metodología.

3.3. Implementación piloto

Aplicación de la metodología que fomenta la cultura de mejora continua en una empresa constructora en particular. El principal resultado de este paso es identificar las falencias u oportunidades de mejora de la actual metodología. Pues, la teoría no siempre se corresponde con lo que dicta la práctica, y más aún cuando trabajamos con variables que no podemos controlar como el comportamiento humano.

El trabajo por realizar dentro de la empresa se divide en los siguientes pasos:

1. **Asegurar pre-requisitos:** junto con la gerencia establecer los alcances del trabajo a realizar dentro de la empresa, así como los recursos disponibles para asegurar una correcta implementación de la metodología propuesta. También, en caso de que no exista, se elabora un documento que describa el escenario base o actual sobre el cual medirá los cambios.

Adicionalmente, se realizarán charlas de capacitación a todo el personal de la compañía en materias de mejora continua, mencionando las nuevas tareas que deberán adoptar en su trabajo diario, las que se agrupan en un decálogo titulado “*Comportamientos y rutinas básicas de mejora continua*”.

2. **Identificar oportunidades de mejora:** reconocer los procesos que no tienen un rendimiento acorde al estándar, además de identificar preliminarmente de los 9 tipos de muda. Para ello, se emplean métodos como: Mapa de flujo de valor, 5S, consulta a trabajadores, entre otros.
3. **Análisis e identificación de causa raíz:** estudiar para cada oportunidad de mejora identificada, las posibles causas que la originan. Para ello es clave el uso de herramientas como 5Why, diagrama causa-efecto y lista de comprobación 4M, pero también es importante involucrar a los trabajadores encargados de las diferentes áreas, pues ellos son quienes mejor conocen los problemas que se presentan diariamente. Por otro lado, en caso de que no se logre identificar la causa raíz con las herramientas anteriores, se realizarán estudios más profundos del lugar y equipo de trabajo.

Finalmente, se seleccionará el proceso prioritario para mejorar en este ciclo de “*Mejora Continua*”.

4. **Generar propuestas de mejoras y evaluar estas propuestas:** conformar una mesa de trabajo, con al menos un miembro de cada frente de trabajo, para generar propuestas de mejora al problema planteado. El escenario base puede optimizarse de manera fácil con una reorganización y mejor planificación de los procesos, o bien con cambios más profundos de los mismos. En el segundo caso, se deben implementar métodos como: círculos de calidad, aprendizaje activo grupal, lista de verificación de Osborn, lluvia de ideas, entre otros.

Finalmente, se deben clasificar y evaluar las ideas propuestas por los integrantes de la mesa de trabajo, entregando como resultado una lista con las oportunidades de mejora seleccionadas, las cuales deben ser alcanzables en el corto-mediano plazo.

5. **Desarrollar plan de implementación:** definir los indicadores para describir el estado actual, que servirán de base para evaluar el progreso realizado. También, se definirá una matriz de asignación de responsabilidades con el fin de esclarecer el grado de responsabilidad de cada trabajador involucrado en el proceso.
6. **Implementar plan:** difundir a todos los niveles de trabajo, el plan que se llevará a cabo en la empresa, velando por un buen entendimiento de este por parte de cada uno de los trabajadores.

Se realizarán pequeñas reuniones al inicio de cada jornada de trabajo, para esclarecer las mejoras a implementar, además de realizar capacitaciones al personal a cargo de la implementación en terreno.

7. **Monitorear y evaluar plan implementado:** mediante una planilla de recolección de datos, se debe recopilar información de la producción para posteriormente, medir el progreso en base a los indicadores definidos previamente. En caso de detectar correcciones al plan diseñado, se debe volver al Paso 4.
8. **Mantenimiento de los cambios:** cuando el escenario observado se corresponda con la situación deseada, se debe incorporar este plan de implementación al estándar, con el objetivo de mantener la mejora en los procesos de la empresa.

También, es sumamente importante compartir los resultados con cada uno de los trabajadores, pues ellos son los principales responsables de que los cambios fueran posibles.

3.4. Re-diseño de las bases metodológicas

Basándose en la “*Guía 2020: Mejora continua en construcción*” (Muñoz & Salvatierra, 2020) y las conclusiones obtenidas a partir de su implementación en la empresa, elaborar una nueva versión de las bases metodológicas. Esta nueva versión de la metodología será un producto importante de este trabajo de título.

Capítulo 4

Revisión literaria

4.1. Difusión de Lean Construction en el mundo

El propósito de esta sección es dar cuenta de la difusión de Lean Construction en el mundo. Lo anterior en base a dos investigaciones; cantidad de publicaciones en el tema e implementación de técnicas y herramientas.

4.1.1. Investigaciones sobre Lean Construction

A partir del estudio “Geographical Distribution of Interest and Publications on Lean Construction” (Engebø *et al.*, 2017), existe una referencia del grado de difusión de esta nueva metodología de trabajo en la construcción.

En el documento, se analiza la distribución geográfica de los artículos de investigación presentados y publicados en conferencias y páginas web, de las principales organizaciones internacionales dedicadas al estudio de Lean. La investigación revela que en el periodo 1994 - 2016, 48 países han publicado un total de 1882 documentos, siendo Estados Unidos, Brasil, Reino Unido y el Líbano los cuatro primeros (59,6 %). Por su parte, Chile cuenta con una alta participación, encontrándose en la séptima posición global y en el segundo lugar latinoamericano. En la Tabla 4.1, se presentan los 10 de países con más publicaciones.

Tabla 4.1: Países con mayor número de publicaciones en LC. [Fuente: Engebø *et al.*, 2017 (adaptación)].

	País	N° Autores	N° Documentos	N° Sesiones	Documentos/10M	Autores/10M	Sesiones/10M
1°	EEUU	1038	453	24239	14,1	32,3	754
2°	Brasil	619	224	8585	11	30,3	420
3°	UK	527	223	8566	34,8	82,2	1337
4°	Líbano	69	222	1162	355,9	110,6	1863
5°	Finlandia	161	84	1696	153,4	294	3097
6°	Noruega	207	80	6281	153,6	397,5	12061
7°	Chile	179	72	2040	41,1	102,2	1165
8°	Suecia	122	57	1429	58,2	124,5	1458
9°	Dinamarca	94	54	1337	96,7	168,4	2395
10°	Alemania	105	44	5926	5,4	13	733

4.1.2. Aplicación de herramientas Lean en la construcción

Respecto a la implementación de herramientas Lean en proyectos, se toma como referencia el estudio “Qualitative analysis of lean tools in the construction sector in Colombia” (Castiblanco *et al.*, 2019). Esta investigación identifica las herramientas lean aplicadas a nivel mundial en la cadena de suministro de la construcción de viviendas. A través de una revisión literaria de 84 trabajos académicos de 22 países, se detectaron 254 menciones de 30 herramientas Lean.

Los resultados muestran que las principales prácticas de Lean Production y Lean Construction son Last Planner System, Building Information Models, Visual Management, Value Stream Mapping, Target Value Design y 5S. La Tabla 4.2 muestra todas las herramientas identificadas en la investigación.

Tabla 4.2: Herramientas Lean más mencionadas por expertos. [Fuente: Castiblanco *et al.*, 2019].

Herramienta o práctica Lean	Frecuencia de mención	Total (%)	Total acumulado (%)
Last Planner System	46	18,1 %	18,1 %
Building Information Models	41	16,1 %	34,3 %
Visual Management	26	10,2 %	44,5 %
Value Stream Mapping	17	6,7 %	51,2 %
Target Value Design	16	6,3 %	57,5 %
5S	16	6,3 %	63,8 %
Integrated Project Delivery	14	5,5 %	69,3 %
Choosing by Advantages	13	5,1 %	74,4 %
Kanban	12	4,7 %	79,1 %
Takt Planning & Takt Control	8	3,1 %	82,3 %
Reporte A3	8	3,1 %	85,4 %
Andon	5	2,0 %	87,4 %
Set-Based Design	5	2,0 %	89,4 %
Gemba walk	5	2,0 %	91,3 %
Just in Time	4	1,6 %	92,9 %
Heijunka	4	1,6 %	94,5 %
Work Sampling	4	1,6 %	96,1 %
RFID	2	0,8 %	96,9 %
5Whys	2	0,8 %	97,6 %
Jidoka	2	0,8 %	98,4 %
Value Engineering	2	0,8 %	99,2 %
Modelos Means-End	1	0,4 %	99,6 %
SMED	1	0,4 %	100,0 %

Respecto a la nacionalidad de los autores de las investigaciones mencionadas, 31 % corresponden a países latinoamericanos³, 26 % son europeos, 61 % norteamericanos, 15 % asiáticos, 4 % africanos y el último 2 % provienen de países de oceania.

³ Estudio realizado en Colombia. Datos pueden estar acotados a información latinoamericana.

4.2. Niveles de implementación

4.2.1. Aspectos fundamentales para la implementación

Así como Womack & Jones resumen el pensamiento Lean en 5 principios clave: especificación del valor, identificación de la cadena de valor, creación de un flujo continuo, sistema “pull” y búsqueda de la excelencia. El centro de investigación GEPUC ha propuesto un triángulo que representa gráficamente los tres aspectos fundamentales para un entendimiento global de Lean en la construcción: Filosofía, Cultura y Tecnología.

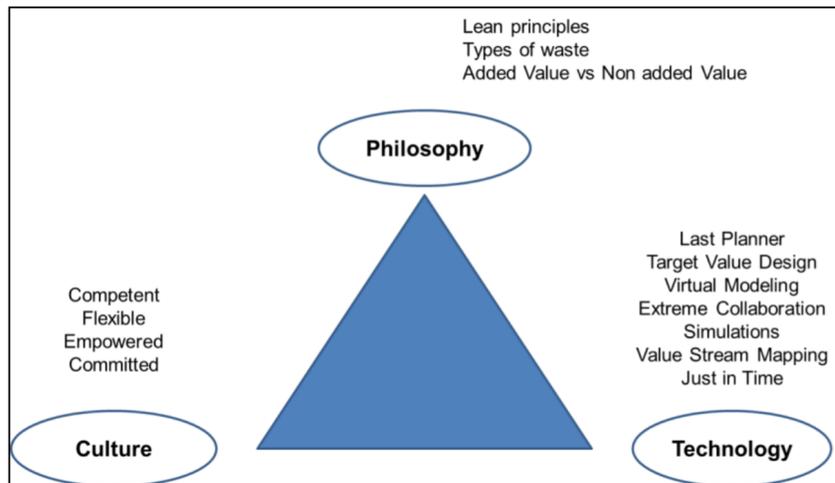


Figura 4.1: Representación de los 3 aspectos fundamentales de Lean en la construcción. [Fuente: Salvatierra *et al.*, 2015].

1. **Filosofía:** la organización debe tener en su trasfondo la filosofía Lean, guiándose de acuerdo con sus principios y orígenes.
2. **Cultura:** la organización debe manifestar esta nueva filosofía a través de sus acciones, con la implementación de una cultura Lean que sea competente, flexible, empoderada y comprometida.
3. **Técnicas:** la organización, en base a los aspectos filosóficos y culturales previamente implementados, debe materializar dichos cambios en aplicaciones prácticas que transformen el trabajo del día a día. Esto se puede materializar con la implementación de tecnologías y herramientas como Last Planner, Value Stream Mapping, Target Value Design, etc.

4.2.2. Escenarios o niveles de implementación

Sobre la implementación de los aspectos de la Figura 4.1, en el estudio “Construction sites: using lean principles to seek broader implementations” (Picchi & Granja, 2004) se identifican 3 escenarios o niveles de implementación Lean en los que se pueden ubicar las organizaciones:

1. **Aplicación fragmentada de herramientas:** en este nivel se realiza una aplicación fragmentada y aislada de herramientas Lean en terreno, sin conexión con otras herramientas o los principios Lean que están detrás de ellas y la sustentan. Los esfuerzos se

concentran en aplicar una herramienta específica a un proyecto en particular, sin un apoyo organizacional detrás.

2. **Aplicación integrada en terreno:** en esta segunda etapa, a nivel de proyecto se ha alcanzado una aplicación constante de las herramientas Lean, y una interpretación sistemática de sus cinco principios. Durante su desarrollo se realiza la importancia del flujo de la cadena de valor, y los esfuerzos están concentrados en el refuerzo de los principios Lean en los trabajadores.
3. **Aplicación a nivel de empresa:** en el último y tercer nivel, la transformación Lean se ha realizado a nivel de organización. La orientación hacia los principios Lean y la utilización de herramientas se integran al accionar de la empresa como parte de un todo. A su vez, las distintas áreas de la organización como adquisiciones, relación con el cliente y estudio de proyectos funcionan bajo la filosofía Lean.

Finalmente, para cerrar esta sección, es importante destacar que ambos estudios son concluyentes en determinar que la mayoría de las organizaciones a nivel nacional e internacional se ha centrado en implementar las herramientas y tecnologías Lean sin sus otros dos aspectos fundamentales, la filosofía y la cultura (Salvatierra *et al.*, 2015; Picchi & Granja, 2004). Dicho escenario sitúa a las empresas concentrando sus esfuerzos solo en el aspecto Técnico de Lean, y en el primer nivel de implementación, en donde solo se efectúa una aplicación fragmentada de herramientas.

4.3. Implementación de Lean Construction

4.3.1. La construcción es un rubro peculiar

La construcción se ha visto a menudo como una clase propia, diferente de la fabricación, y tradicionalmente se han rechazado muchas de las ideas del sector industrial de la fabricación o se han incorporado tarde debido a la creencia de que la construcción era un sector diferente. Estas ideas han estado presentes desde el origen de Lean Construction y todavía permanece en el pensamiento de gran parte de empresarios y profesionales de la construcción. El finlandés Koskela (2000), clasificó y definió las tres principales peculiaridades que presenta la construcción con respecto al sector de la fabricación:

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

Estas peculiaridades han sido utilizadas por gerentes y profesionales de empresas de la industria de la construcción como motivos o razones cuando no han sido capaces de alcanzar los mismos niveles de productividad, calidad, seguridad y plazos de entrega que en el sector industrial de la fabricación. Sin embargo, estas excusas fueron discutidas por el propio Koskela y han ido perdiendo fuerza a medida que los beneficios de Lean Construction se hacían evidentes. Hoy, la tecnología y el software por un lado, y la industrialización y prefabricación de la construcción por otro, nos ayudan a comprender mejor la construcción de un edificio o infraestructura como la suma de diferentes flujos de valor que pueden repetirse en diferentes obras y proyectos, y por tanto, resulta más fácil identificar los desperdicios y

aplicar ciclos encadenados de mejora continua y estandarización de procesos para eliminar la improductividad.

Las diferencias entre la industria de la construcción y el sector de la fabricación existen y son admitidas, pero no como una razón que justifique la dificultad para implantar el sistema Lean, sino como un desafío que debe abordar de manera definitiva la industria de la construcción.

4.3.2. Extinguir paradigmas

La reacción inicial a la implantación de Lean en la industria de la construcción causó resistencia y exclusión. Inicialmente, Lean Construction fue mal interpretado y su aplicación a las diferentes fases de un proyecto, así como el papel que debía asumir cada actor del proceso constructivo, no fue bien entendido. La tendencia empezó a cambiar, al igual que ocurrió con Lean Production, según se iban demostrando las ventajas competitivas que suponía para las empresas pioneras que comenzaron su implementación y conforme surgían nuevos documentos técnicos y casos de estudio que facilitaban su comprensión (Pons & Lezana, 2014).

El cambio de modelo productivo o de sistema de trabajo en una empresa siempre requiere de un gran esfuerzo por parte de todos al principio, aunque las ventajas competitivas que se obtienen con el cambio merecen el esfuerzo. El cambio puede costar más en organizaciones que llevan muchos años operando con el mismo sistema, ya que ello requiere extinguir paradigmas.

El concepto paradigma aquí se refiere a las ideas, pensamientos y creencias incorporadas generalmente durante una etapa de nuestra vida laboral, que se aceptaron durante años, como verdaderas o falsas, sin ponerlas a prueba de un nuevo análisis. Dicho de otro modo, llevamos tanto tiempo haciendo las cosas de la misma manera, que asumimos como buenas, maneras de trabajar que están lejos de ser eficientes según los estándares actuales de competitividad de clase mundial.

En la Figura 4.2, se presentan algunas frases típicas que se escuchan como excusas para no implantar Lean.



Figura 4.2: Frases típicas ante la propuesta de una implementación Lean. [Fuente: Pons & Lezana, 2014].

En el contexto global y extremadamente competitivo en el que nos encontramos hoy quedarse parado es retroceder. El trabajo desarrollado hasta ahora y la experiencia adquirida es un activo fundamental, pero existe el peligro real de permanecer presos de esas ideas,

conceptos y métodos que han funcionado bien en el pasado. Es fundamental interiorizar que el éxito en el pasado no garantiza el éxito en el futuro y es responsabilidad de cada empresa iniciar el cambio.

4.3.3. Barreras de implementación

Las organizaciones que ejecutan proyectos de construcción cuentan con una serie de características que por su naturaleza dificultan el uso de esta nueva filosofía. Distintos investigadores alrededor del mundo llegan a las mismas conclusiones. Las Tablas 4.3 y 4.4 resumen sus principales hallazgos (Salvatierra *et al.*, 2015; Pons & Lezana, 2014).

Tabla 4.3: Barreras para apoyar las prácticas Lean en la construcción.

Factor	Descripción
Falta del conocimiento de Lean y sus beneficios	Aún existe desconocimiento de los beneficios de implementar Lean en la industria de la construcción, y el gran cambio que se produce al aplicarlo en su totalidad.
Resistencia al cambio de pensamiento y comportamiento	La tendencia de aplicar los sistemas de gestión tradicionales es aún muy fuerte, y se acentúa en profesionales con mayor experiencia.
Falta de capacitación	Las organizaciones habitualmente descuidan la formación de las personas en esta nueva filosofía, y sumado a la alta rotación de profesionales en la industria, se produce un pobre desarrollo de personas con conocimientos.
Liderazgo	Se acusa una falta de liderazgo adecuado para la implantación de esta filosofía radicalmente distinta a lo que usualmente se ha hecho a través de los años.
Características propias de la industria	La alta rotación de personal, el gran número de subcontratos y la falta de seguimiento continuo de las nuevas prácticas dificultan la alineación de todo el equipo con Lean.
Falta de alineamiento con la empresa	Falta de una estructura por parte de la organización que soporte la implementación en el proyecto particular.
Creencia de que Lean absolverá demasiado tiempo	Los trabajadores creen que la implementación de prácticas Lean agregará más trabajo del que ya tienen, lo cierto es que lo facilitará.
Falta de compromiso por parte de la gerencia	Es necesario que la empresa completa se involucre en la transición a Lean, desde la alta gerencia a la base.

Tabla 4.4: Barreras para mantener las prácticas Lean en la construcción.
[Fuente: García, 2020].

Factor	Descripción
Convicción de la utilidad de Lean	Debe existir certeza y convicción por parte de la organización sobre la implementación de Lean. No se puede caer en programas a cortos plazo, y se deben respetar los procesos que apuntan hacia instauraciones duraderas en el tiempo.
Falta de habilidades sociales	Compromiso, motivación y capacidad de trabajar en equipo son habilidades necesarias para una correcta implementación, y actualmente la industria necesita trabajar en ellas.

Notar que las barreras presentadas concuerdan con el diagnóstico actual de la industria, pues todos los puntos recogidos se pueden atribuir a los aspectos filosóficos y culturales definidos con anterioridad. Además, trabajar en estas falencias permiten subir del escenario 1 (aplicación fragmentada de herramientas), hacia los niveles 2 (aplicación integrada en terreno) e incluso 3 (aplicación a nivel de empresa).

4.3.4. Beneficios que aporta la implementación Lean en construcción

Un informe sobre el estado de Lean en la Construcción en EEUU (Sayer & Anderson, 2012) y otro informe, de McGraw-Hill Construction (2013) sobre la aplicación de Lean Construction en proyectos de edificación revelan que en aquellas empresas que ya han utilizado prácticas Lean, entre el 70 % y el 85 % han alcanzado un nivel alto o medio sobre una amplia variedad de beneficios. Los beneficios mencionados por los estudios se resumen en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5: Beneficios de introducir Lean Construction.

Informe 1: Estado de Lean en la construcción de EEUU.	Informe 2: Aplicación de Lean Construction en edificación.
Mejor cumplimiento del presupuesto	Mayor calidad en la construcción
Menor número de cambio de ordenes y pedidos	Mayor satisfacción del cliente
Rendimiento mas alto de entregas a tiempo	Mayor productividad
Menor numero de accidentes	Mejora de la seguridad
Menor numero de demandas y reclamaciones	Reducción de plazos de entrega
Mayor entrega de valor al cliente	Mayor beneficio y reducción de costes
Mayor grado de colaboración	Mejor gestión del riesgo

Otro estudio, de la Fundación EOI de España (Hernandez & Vizán, 2013), confirma el hecho de que la implantación del sistema Lean proporciona numerosas mejoras y beneficios en un amplio número de aspectos de la empresa, y al mismo, tiempo pone de manifiesto la utilidad de Lean como apuesta clave para la competitividad de las empresas.

Según esta investigación, alrededor del 90 % de las empresas consultadas valoraron como mucho o bastante altas las mejoras obtenidas relativas a reducción de costes, mayor flexibilidad, participación del personal, aprovechamiento de los recursos y aumento de la productividad, como principales beneficios de la implantación Lean. Por el contrario, entre aquellas empresas que todavía no han implantado Lean, el porcentaje que afirma que estas técnicas no se implantarán es muy reducido. Además, es significativo que casi el 80 % de los encuestados que no están usando las técnicas Lean afirman que algún día se incorporarán a la empresa en la que trabajan o que incluso ya están evaluando su implantación.

En el contexto nacional, un estudio titulado “Assessing the impacts of implementing lean Construction” (Alarcón *et al.*, 2008), midió el nivel de implementación Last Planner en 77 proyectos llevados a cabo en el periodo 2003 - 2007.

Para ello se tomó como escala de éxito el indicador de Porcentaje de Plan Completado (PPC). Los resultados mostrados en la Figura 4.3 dan cuenta que proyectos con planes formales de aplicación (Grupo 1), que implican una cultura Lean más arraigada en la empresa, demuestran mejores resultados que los que solo cumplen con los elementos básicos de la herramienta (Grupo 2). Además, se destaca que aunque peores, los resultados arrojados por el nivel básico siguen siendo mejores si se comparan con los métodos tradicionales.

Project	I=international, N=national	Weekly Workplan	PPC	Causes for non-compliance	Weekly planning meeting	Lookahead Plan	Workable Backlog	Learning Process	Average PPC	Average
I5	I	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	80%	80%
I1	I	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	65%	
I4	I	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	85%	
N3	N	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	75%	
N4	N	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	83%	
N11	N	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	89%	
N2	N	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	47%	63%
N8	N	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	63%	
N10	N	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	67%	
I2	I	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	58%	
I3	I	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	74%	
N1	N	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	53%	
N5	N	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	70%	
N6	N	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	60%	
N7	N	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	59%	
N9	N	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	79%	
Level of Implementation										

Figura 4.3: Impacto del nivel de implementación Lean midiendo el desempeño de PPC. [Fuente: Alarcón *et al.*, 2008].

A juicio de expertos en la materia, dichas acciones podrían sustentarse en el tiempo gracias a la implementación de un programa constante en la organización, que respalde y refuerce constantemente la aplicación de una filosofía y cultura Lean (Alarcón *et al.*, 2008), es decir, integrar completamente los 3 aspectos fundamentales descritos en la Figura 4.1.

Adicionalmente, en las conclusiones de este estudio se destaca que es usual que ante eventualidades y traspies iniciales de los resultados, se vuelva a los sistemas tradicionales, dejando de lado todos los avances y perdiendo los recursos invertidos.

4.3.5. Recomendaciones para una implementación exitosa

Muchos empresarios de la industria de la construcción han manifestado su preocupación y también desconocimiento sobre la dificultad y el coste de implantar Lean Construction. Lean no está basado en inversiones caras de tecnología ni software. Las primeras etapas de implantación de Lean Construction se pueden llevar a cabo con los recursos propios que dispone actualmente la empresa, ya que las oportunidades de mejora al comienzo de la implantación son por regla general muy altas. No obstante, Lean abraza también la tecnología, pero la inversión debe venir acompañada de los resultados y beneficios obtenidos durante las primeras fases de implantación, y una vez se tome la decisión de adoptar una nueva tecnología, debemos asegurarnos de que sea fiable, que esté absolutamente probada y que dé servicio a los empleados y a sus procesos.

Por otra parte, el sector de la construcción necesita también un cambio de actitud, sobre todo a nivel de cultura, ya que históricamente ha sido un sector muy tradicional. Invertir una parte de los beneficios en formación, innovación y servicios externos de consultoría también es una asignatura pendiente cuando hablamos de construcción. Saber adaptarse a los cambios rápidamente y ser flexible es uno de los aspectos que marcan la diferencia entre aquellas empresas que sobreviven y crecen, incluso durante las épocas de crisis⁴, y aquellas que desaparecen. Si la empresa no dispone de muchos recursos, se puede empezar con un proyecto piloto en un área determinada para asegurar el éxito inicial y, a partir de ahí, replicar el sistema en las demás áreas y proyectos y más adelante extenderlo al resto de la cadena de suministro.

Una vez tomada la decisión de implementar Lean Construction, los cambios van a afectar a todos; a los proyectistas porque van a tener que adaptarse a las nuevas tecnologías, sobre todo aquellas que tengan que ver con el sistema BIM (Building Information Modelling) y las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación); a los promotores porque a su papel ya relevante como impulsor y patrocinador del proyecto, se le puede exigir un rol más participativo a la hora de concretar las necesidades reales del cliente y transmitir las a través de toda la cadena de valor, comprender mejor las dificultades del proyecto y participar más activamente en la mejora continua y la toma de decisiones; y a los constructores y sus proveedores porque su intervención va a comenzar en una etapa más temprana del proyecto y estos podrán participar en la toma de decisiones y la resolución de problemas de una manera más activa.

⁴ Tomar de referencia la Compañía Toyota Motors, durante la gran recesión económica originada por la crisis del petróleo en 1973.

El estudio antes citado de McGraw-Hill Construction (2013), propone las siguientes recomendaciones para la implantación de Lean Construction.

Tabla 4.6: Recomendaciones generales para la implementación de Lean Construction. [Fuente: Pons & Lezana, 2014].

Recomendación	Descripción
Proporcionar educación sobre la necesidad de una mayor eficiencia.	Las asociaciones del sector tienen que ofrecer más información sobre Lean Construction, patrocinar la investigación y promocionar la filosofía de la mejora continua.
Crear un software que apoya la necesidad de la colaboración interna y externa.	Las empresas de software tienen la oportunidad de crear mejores herramientas para apoyar la tendencia de Lean hacia una forma de trabajar más colaborativa.

Tabla 4.7: Recomendaciones específicas para la implementación de Lean Construction. [Fuente: Pons & Lezana, 2014].

Recomendación	Descripción
Adoptar un enfoque de colaboración hacia Lean para maximizar las ganancias.	Las empresas deben aprender a trabajar de manera colaborativa para sacarle el mayor beneficio posible a la aplicación de la filosofía y las técnicas Lean.
Promover y planificar el cambio cultural necesario para una adopción plena de Lean	Las empresas que quieran implantar Lean Construction necesitan tener en cuenta cómo atraer el interés de sus empleados, como parte de su estrategia.
Seguir y compartir datos hasta el nivel más bajo posible de la organización.	Las empresas que quieran mejorar la eficiencia se beneficiarán más si comprenden y analizan los procesos a nivel de operario, siguiendo cada paso del proceso para ver dónde pueden hacerse las mejoras.

Finalmente, respecto a la velocidad con que se debe hacer “el cambio”, se plantean dos escenarios y dos velocidades (Pons & Lezana, 2014):

- Inicialmente es necesario establecer una base de conocimiento y capacitación a través de formación y un poco de ayuda externa para arrancar la implementación.

Se requiere la voluntad y el compromiso por parte de todos, pero especialmente de los gerentes de la empresa. Y una vez superada esta primera fase, debe ser la propia empresa la que impulse la mejora continua con su propia gente.

- Pero si lo que se busca realmente es un cambio acelerado y de alta velocidad, que vaya más allá de mejorar unas cuantas empresas, hace falta también la implicación política de las diferentes organizaciones dentro del campo académico y empresarial.

4.4. Implementación de *kaizen* en la construcción

4.4.1. ¿Qué se debe considerar para implementar *kaizen*?

Según plantea Cardena (2020), no en todos los casos o necesidades de mejora es recomendable aplicar *kaizen*, sólo cuando se identifique al menos uno de los siguientes escenarios:

1. Fuentes obvias de desperdicio en los procesos de producción o prestación de servicios.
2. El riesgo de implementación de las posibles soluciones sea mínimo, pues de lo contrario se necesitará implementar otra herramienta como un proyecto formal.
3. Si los resultados se necesitan de inmediato, pues *kaizen* implica un proceso de mejora rápido y enfocado con resultados en muy corto plazo.
4. En las etapas tempranas de un proyecto de larga duración, en el se necesita entregar resultados parciales de mejora de forma temprana.
5. Procesos de producción o de prestación del servicio están generando defectos e insatisfacción de los clientes.
6. Si no se cumplen los objetivos de un indicador y no se identifican las causas que generan el desvío.

Por otro lado, una vez que se conforme el equipo de trabajo para implementar la mejora continua, se debe generar conciencia de los siguientes aspectos, los que deben cumplirse durante todo el ciclo de mejora:

- Eliminar los supuestos que damos como verdades absolutas y nos bloquean la oportunidad de analizar otras perspectivas.
- Al intentar justificar los resultados actuales, estamos perdiendo tiempo valioso para buscar las soluciones al problema.
- Defender el *status quo* no nos permitirá avanzar en búsqueda de las causas reales y soluciones disruptivas a una situación no deseada.
- No busques la perfección en los análisis o acciones de mejora, es mejor ser práctico e ir a la acción rápido.
- En el *gemba*, corrige de inmediato los defectos que identifiques. Esto generará mejoras inesperadas y anticipadas.
- No dediques muchos recursos a las soluciones, el propósito es que sean rápidas y fáciles de implementar con lo ya disponible.
- Las mejores ideas e innovaciones, surgen siempre al solucionar un problema.
- Profundiza en cada causa identificada siempre, preguntando 5 veces ¿Por qué?
- Todos los miembros deben participar activamente en todas las etapas del *Kaizen*.
- No existe un proceso que haya alcanzado su máximo potencial, siempre se puede mejorar.

4.4.2. Beneficios de *kaizen*

Los dos principales beneficios de *kaizen* se heredan de la filosofía Lean: mejorar calidad y reducir costos. Cada uno trae consigo una serie de beneficios relacionados como satisfacción del cliente, mayores ingresos, eficiencias financieras y operativas.

- Mejor calidad de los productos y procesos: reducción de defectos y variación, dos elementos presentes en cualquier organización.

- Mejor calidad de servicio: lo que se refleja en una mayor satisfacción de los clientes internos y externos, mejora de las relaciones y comportamiento de los trabajadores en todos los niveles de la empresa.
- Optimización de los costos de producción: mediante la mejora constante de la productividad, eficacia y seguridad de los empleados. También, se aprecian mejoras sustanciales en la rotación de trabajadores, minimización de desperdicios (tiempo, materiales e insumos), disminución de los reclamos y quejas de clientes.

4.4.3. Consejos para una implementación exitosa de *kaizen*

En el libro “Gestión en tus manos” (Cardena, 2020), como resultado de varios años de experiencia en procesos de mejora continua por parte del autor, se proponen los 8 principios de *kaizen*, necesarios para que la implementación resulte de buena manera.

1. **Compromiso:** todos los miembros del equipo deben estar comprometidos con las actividades del evento *kaizen*.
2. **Sentido de urgencia:** la situación o problema que se haya decidido abordar mediante un evento *kaizen*, debe tener el nivel de importancia y urgencia para el equipo de mejora y para la organización.
3. **Disciplina y planificación:** la disciplina ha sido un factor determinante en la historia de Japón y, por lo tanto es uno de los principales factores al lograr los resultados en un proceso de mejora, sobretodo cuando el tiempo es tan corto y desafiante. Realizar un cronograma de trabajo es fácil, pero cumplirlo no lo es,
4. **Transparencia y honestidad:** normalmente un equipo de mejora está conformado por personas que ejecutan y/o lideran el proceso que se esta mejorando, por lo mismo, es fundamental la transparencia y la honestidad al momento de exponer oportunidades de mejora o falencias que presente su proceso, pues pueden sentirse amenazadas al poner en evidencia lo que no esta funcionando bien, y esconder información.
5. **Coraje:** para plantear acciones de mejora o desafiar algunos paradigmas, se necesita mucho coraje, pues se deben exponer estos “problemas” a las autoridades de mayor nivel jerárquico.
6. **Objetividad:** tomar decisiones en base a los datos recolectados y hechos evidenciados, no en función de opiniones individuales.
7. **Igualdad:** los equipos de trabajo deben ser diversos en términos de áreas funcionales dentro de la empresa, también en roles y niveles jerárquicos, además con una participación operativa alta. Lo que genera este principio es que sin importar esta diversidad, el trato y las opiniones de todos los miembros del equipo deben tener el mismo nivel de importancia y respeto.
8. **Ética:** actuar con rectitud y respeto por las personas, procesos e información. Lo anterior es fundamental para que la cultura de mejora continua y la reputación de estas herramientas, métodos y filosofías, se mantengan y evolucionen dentro de la organización.

Capítulo 5

Caso de estudio

La implementación piloto de las bases metodológicas, se llevo a cabo una empresa constructora nacional, que forma parte de un destacado grupo empresarial del sector de la construcción. Particularmente, la aplicación se desarrollo en el Área de Estudios de Proyectos Públicos.

En este capitulo se presentan los antecedentes de la empresa, grupo y proyecto estudiado, con el fin de contextualizar el desarrollo de la implementación, la que se detallará mas adelante en el capitulo de *Resultados y discusión*.

5.1. Caracterización de la organización

Con mas de 60 años de trayectoria en Chile, es una compañía orientada a ofrecer servicios de Ingeniería y Construcción para el desarrollo de proyectos de retail, centros comerciales, edificios de infraestructura arquitectónica, deportiva, educacional y proyectos de obras civiles e industriales, siendo un aliado estratégico para sus clientes. En la actualidad, la empresa logra consistentemente sus objetivos, generando soluciones confiables e innovadoras, manteniendo ingeniería de alto nivel con altos estándares en gestión de calidad, seguridad y medio ambiente.

La **Visión** de la empresa corresponde a:

- Lograr consistentemente sus objetivos, generar bienestar y confianza. Caracterizarse por ser innovadora, ágil, y responsable con el medio ambiente.
- Alta capacidad de atraer y retener personas con talento, lo que les permite ser altamente eficiente en los procesos, planificar en un marco de excelencia, conocer las tendencias en su negocio, y gestionar con velocidad y flexibilidad los cambios que se requieren para ser sustentables.
- Alta capacidad de relación con otras organizaciones para generar aprendizaje e innovación de alto valor agregado.

La **Misión** de la empresa es construir y crecer en forma sustentable, incrementando valor con excelencia y eficacia. Atendiendo a sus clientes con seriedad y flexibilidad, con especial preocupación por el desarrollo integral de las personas y así trascender en América Latina.

Por otra parte, la empresa señala que sus valores son la base del éxito y son complementados con el compromiso del equipo humano, su motivación, competencias y espíritu de

colaboración. Los **Valores Corporativos** de la organización corresponden a:

- Respeto absoluto por la vida: la seguridad, la salud y el cuidado del medio ambiente son parte esencial en todas sus labores y determinan su desempeño.
- Preocupación por las personas: preocupación constante por cada persona del equipo, incentivando su desarrollo profesional y contribuyendo al desarrollo integral y bienestar de sus trabajadores.
- Orientados a los resultados: buscan con dedicación el máximo rendimiento propio y de eficiencia en todas sus tareas.
- Orientados al cliente: enfocan toda su atención en superar las expectativas de sus clientes ya que su beneficio es el éxito de la empresa.
- Pasión por ser los mejores: su objetivo es ser y continuar siendo los mejores en Chile y Latinoamérica, por ello se esfuerzan constantemente en renovar y perfeccionar su competitividad.
- Creativos y flexibles: adaptación constante a las innovaciones tecnológicas, los desafíos que impone el mercado y a los requerimientos de sus clientes.
- Confiables: valoran fuertemente el respeto y amabilidad en las relaciones humanas y laborales.

5.2. Caracterización del grupo de estudio

Con el fin de caracterizar el grupo, se aplicó una encuesta a los participantes directos del Ciclo de Mejora, que corresponde a 10 personas. La encuesta se compartió vía correo electrónico, para acceder a un formulario de *Google* mediante un enlace adjunto.

El formulario está orientado en reunir los antecedentes del grupo de estudio, los que se enfocan en tres líneas: Áreas de desempeño, Experiencia en el cargo y Conocimientos en Lean.

5.2.1. Áreas de desempeño

En la Figura 5.1 se muestran las profesiones de los participantes del Taller de Mejora, se distinguen cuatro profesiones: constructor civil, ingeniero civil, ingeniero electrónico e ingeniero civil industrial. Esta pregunta fue respondida por 9 personas.

La Figura 5.2, es un gráfico con la distribución de los cargos que desempeñan los participantes dentro de la empresa, se distinguen: jefe de estudio, jefe de especialidades, jefe de subcontratos, jefe de proyectos, subgerente comercial y gerente de estudios e ingeniería. Se mantienen un total de 9 encuestados.

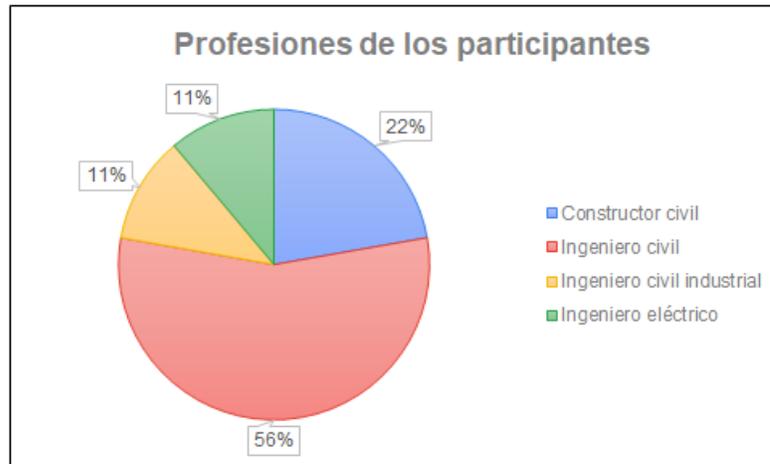


Figura 5.1: Profesiones de los participantes del estudio.

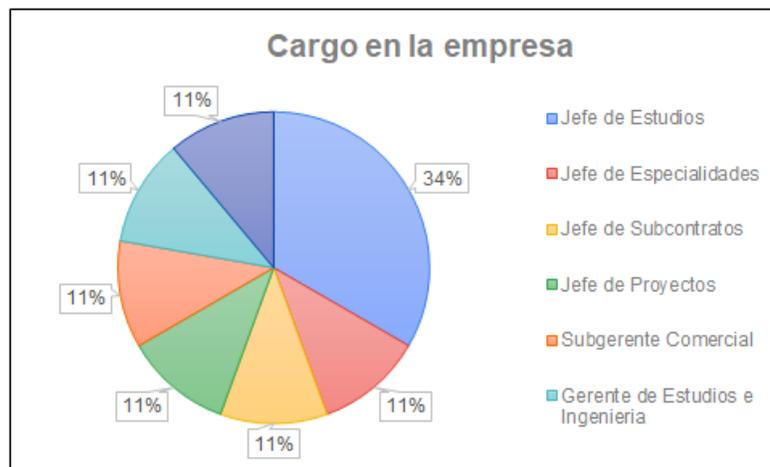


Figura 5.2: Cargo que desempeñan los participantes del estudio.

5.2.2. Experiencia en el cargo

La Figura 5.3 es un gráfica con los años de experiencia de los profesionales. Los resultados se registran en intervalos de 5 años, contempla desde 0 años (sin experiencia) hasta más de 20 años de ejercicio profesional.

Por otro lado, en la Figura 5.4 se presenta el tiempo que llevan los participantes trabajando en la empresa, notar que un individuo es relativamente nuevo en la organización. Adicionalmente, en la Figura 5.5 se detalla cuando tiempo específicamente llevan los profesionales en su cargo actual (declarado en la Figura).



Figura 5.3: Tiempo de ejercicio profesiones de los participantes del estudio.

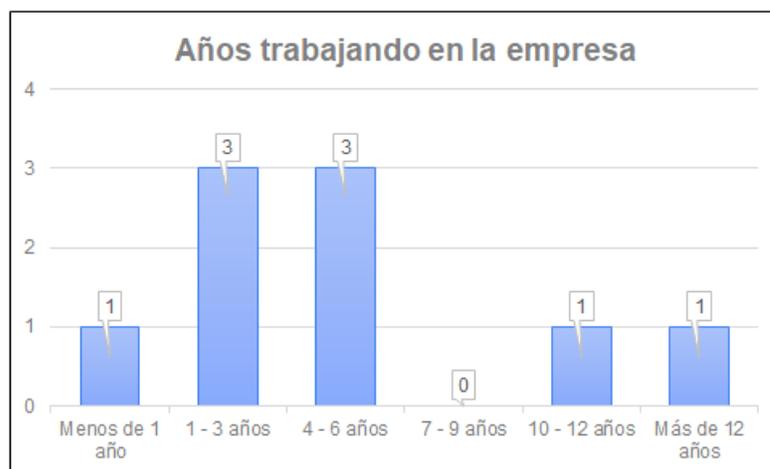


Figura 5.4: Tiempo en la empresa de los participantes del estudio.

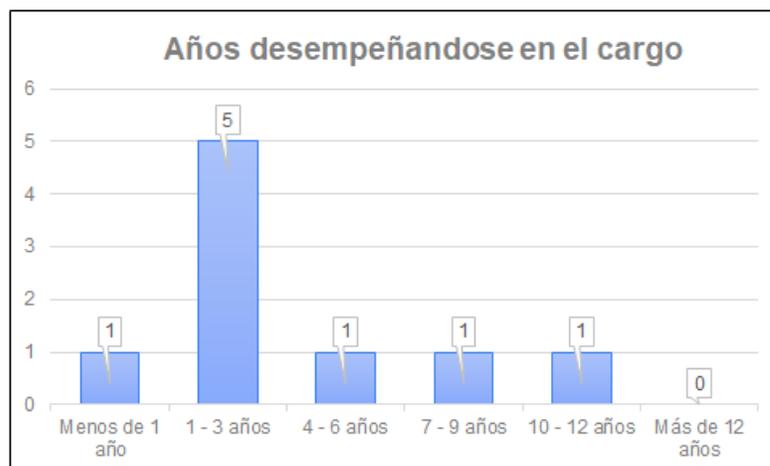


Figura 5.5: Tiempo en el cargo de los participantes del estudio.

5.2.3. Conocimientos en temáticas Lean

Finalmente, las ultimas preguntas de la encuesta miden el grado de conocimiento de los participantes, antes de los *Talleres de Mejora Continua*, en temáticas Lean.

En primer lugar, en la Figura 5.6 se presentan las respuestas a la pregunta “*Antes del Ciclo de Talleres, ¿qué tanto conocía el término Lean Manufacturing o Lean Construction?*”. En la misma línea, en la Figura 5.7, se muestran los resultados ante la interrogante “*Antes del Ciclo de Talleres, ¿Qué tanto conocía el término Kaizen o Mejora Continua?*”.

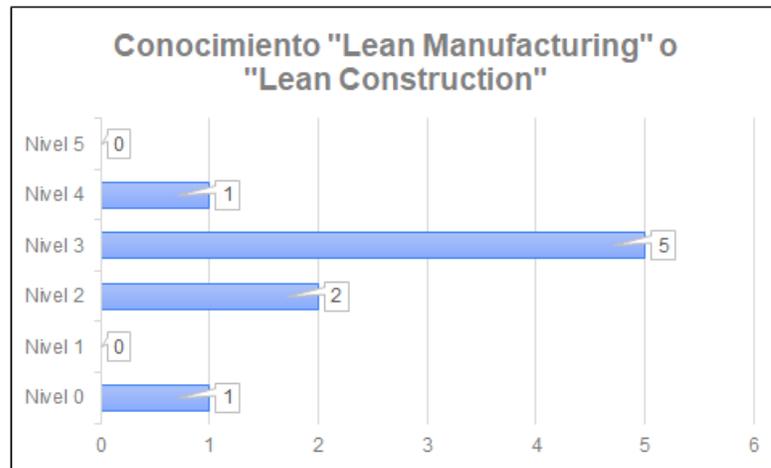


Figura 5.6: Grado de conocimiento del grupo de estudio en temáticas Lean.

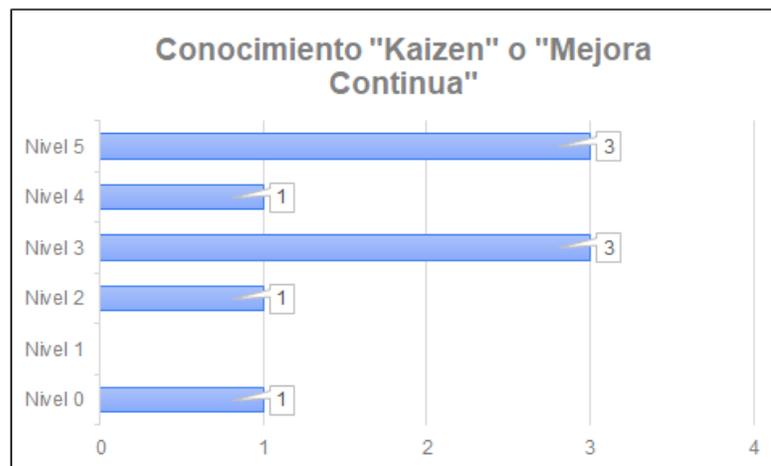


Figura 5.7: Grado de conocimiento del grupo de estudio en temáticas Kaizen.

Con el fin de indagar la fuente del conocimiento (o desconocimiento) del grupo de estudio en temáticas Lean, se incluyeron las siguientes preguntas en la encuesta “*Durante sus estudios de Pregrado, ¿tomó algún ramo relacionado con Lean Manufacturing?*” y “*Durante sus estudios de Postgrado, Diplomado o Curso de Especialización ¿tomó algún ramo relacionado con Lean Manufacturing?*”, las respuestas se presentan en las Figuras 5.8 y 5.9, respectivamente.

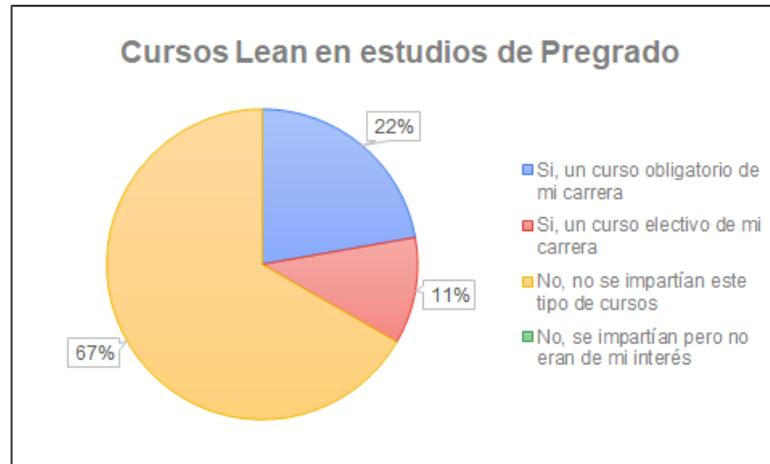


Figura 5.8: Conocimiento del grupo de estudio en cursos Lean de pregrado.

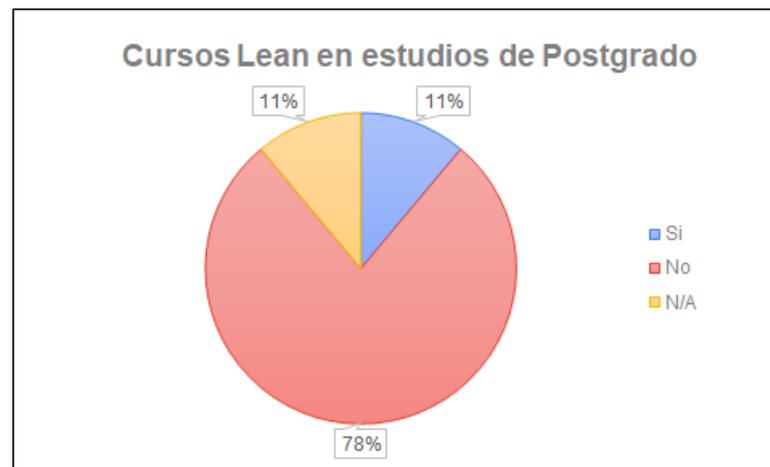


Figura 5.9: Conocimiento del grupo de estudio en cursos Lean de postgrado.

5.3. Caracterización del proyecto de estudio

A medida que avanzaban las sesiones del *Ciclo de Talleres de Mejora Continua* y el Área de Estudios recibía nuevos proyectos, se selecciono uno en particular para validar la metodología de trabajo creada.

A continuación se describe el proyecto, con sus principales características, plazos y limitaciones. Estos antecedentes son relevantes para el desarrollo de la implementación.

5.3.1. Descripción del proyecto

Según lo informado en Mercado Público, la licitación del proyecto “Reposición Cuarta Comisaria de Quillota - Segundo Llamado”, fue publicada el 21 de diciembre de 2021. Se trata de una licitación de carácter pública a cargo de la Dirección de Arquitectura del MOP Región de Valparaíso, por un monto igual o superior a 5000 UTM.

El proyecto consiste en la reposición de la Cuarta Comisaría de Quillota, en el mismo terreno actual, demoliendo el edificio existente de 2 pisos y 650 m^2 , construido el año 1974. Se propone un edificio de 2.805 m^2 aproximadamente distribuidos en 4 volúmenes de 2 y 3 pisos, ordenados en torno a un patio interior. En cuanto al emplazamiento del edificio al interior del terreno, la nueva construcción se ubica en una misma área donde se emplaza el actual cuartel, conservando una conexión de acceso principal (peatonal) por calle Chacabuco y acceso vehicular por la misma calle, y un segundo acceso vehicular secundario por calle Pinto. Además, incluye 395 m^2 aproximadamente de áreas verdes, interiores y exteriores.

A continuación, la Tabla 5.1 resume las características del proyecto.

Tabla 5.1: Características del proyecto estudiado. [Fuente: Mercado Público].

Característica	Descripción
Financiamiento	Carabineros de Chile
Modalidad de contratación	Pago Contra Recepción, a suma alzada (sin reajuste)
Plazo de construcción	390 días corridos
Presupuesto oficial	\$4.678.353.000 (IVA incluido)

5.3.2. Etapas y plazos del proyecto

Respecto a los plazos del proceso de licitación, que son de público conocimiento en el sitio de Mercado Público⁵, para los fines de la investigación sólo es relevante la etapa inicial, que corresponde al estudio de la propuesta (Tabla 5.2).

Tabla 5.2: Etapas claves del proceso de licitación del proyecto.

Etapas clave	Fecha
Publicación de licitación	21-12-2021
Entrega de antecedentes	20-12-2021 a 06-04-2022
Visita a Terreno	05-01-2022
Cierre de recepción de la oferta	29-04-2022

5.4. Contexto de la implementación piloto

Antes de presentar los resultados propios de la implementación piloto, se proporciona un contexto del proceso: fechas y cronograma de actividades, dificultades del proceso y el escenario previo.

⁵ Revisar la licitación ID 822-19-LR21 disponible en el sitio www.mercadopublico.cl

5.4.1. Cronograma del proceso de implementación

El proceso de implementación de bases metodológicas basadas en mejora continua llevadas a cabo en la empresa constructora, se desarrollo en el periodo octubre - enero. El detalle se presenta en la Tabla 5.3.

Para implementar Mejora Continua, se emplea un esquema metodológico que consta de 7 Pasos (Muñoz, 2020), lo que a su vez se basa en el esquema de Pensamiento A3. La modalidad de implementación fue mediante la realización de un *Ciclo de Talleres de Mejora*, compuesto por 6 sesiones sincrónicas con el equipo de trabajo, (ver Figura 5.10).

Las actividades desarrolladas a lo largo de los *Talleres de Mejora*, consideraron los principios básicos de la naturaleza *kaizen*: orientada a los procesos (de construcción), continuo pues no tiene fin (una vez se llegue al ultimo paso se debe comenzar el ciclo de mejora nuevamente) y orientado a las personas, pues la participación de los trabajadores en fundamental en el proceso.

Tabla 5.3: Cronograma de actividades del *Ciclo de Talleres de Mejora*.

Sesión	Fecha	Etapa de Implementación	Objetivos
Presentación	01-10-2021	-	Presentación de la propuesta de implementación a la empresa - Conocer Equipo de Trabajo - Primer acercamiento a problemáticas.
Taller 1	06-10-2021	Paso 0: Instaurar prerequisites y Paso 1: Identificar oportunidades de mejora.	Presentar cronograma de actividades - Describir el escenario actual - Definir bien el problema a mejorar.
Taller 2	13-10-2021	Paso 2: Análisis e identificación de la causa raíz.	Detectar actividades no contributivas, actividades contributivas y actividades que agregan valor.
Taller 3	27-10-2021	Paso 3: Generar propuestas de mejora y evaluar estas propuestas.	Generar propuestas de mejora - Analizar factibilidad e impacto - Seleccionar propuesta.
Taller 4	03-11-2021	Paso 4: Desarrollar plan de implementación.	Establecer plan - definir indicadores.
Taller 5	21-12-2021	Paso 5: Implementar Plan.	Comunicar el plan y capacitar - Implementar.
Taller 6	14-01-2022	Paso 6: Monitorear y evaluar plan implementado.	Monitoreo: ¿la implementación necesita correcciones?. Evaluación: ¿la implementación resultado cómo esperaban?
Conclusiones	01-03-2022	Paso 7: Mantención de cambios.	Compartir resultados - Incorporar cambios al estándar - Dar pie al nuevo ciclo de mejora.

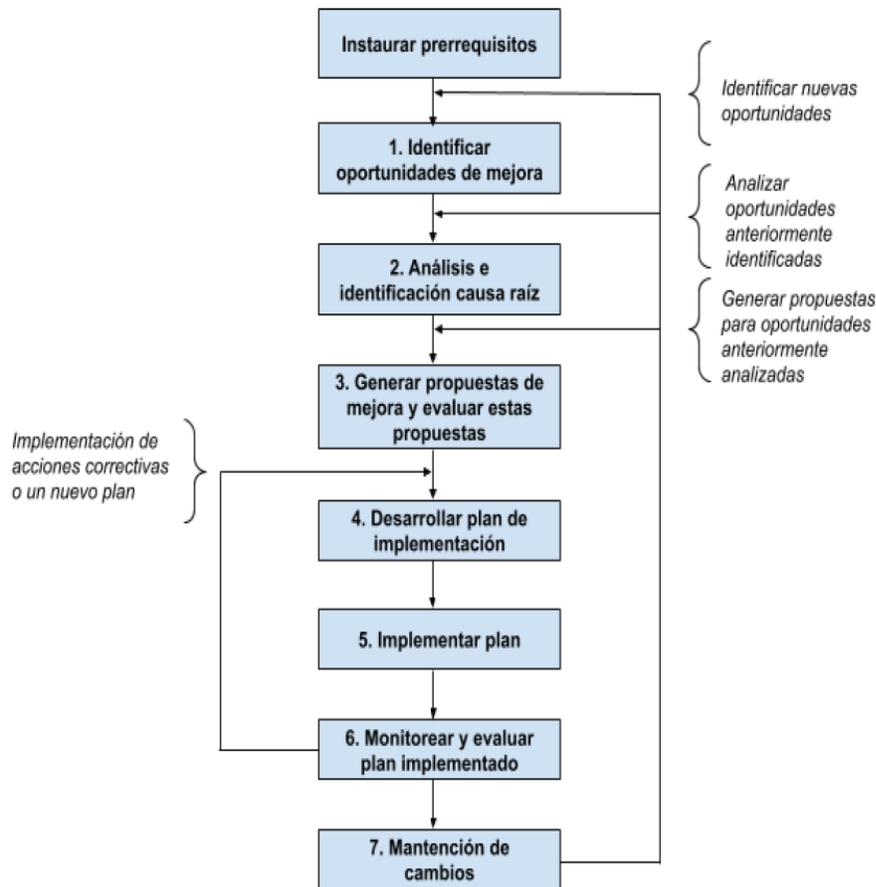


Figura 5.10: Esquema general de la metodología de trabajo. [Fuente: Muñoz, 2020].

5.4.2. Dificultades e imprevistos durante la implementación

Si bien el proceso de implementación estaba planificado para concluir a inicios de diciembre, factores externos alteraron el cronograma de trabajo. Las razones se enmarcan en dos ejes:

- En primer lugar, y la principal razón de atraso en el cronograma de implementación (*Talleres 5 y 6*) se debe a cambios internos en la empresa. En particular, se realizó un proceso de reestructuración interna justo antes de la implementación del plan de acción, y salió de la empresa el Gerente de Estudios quien estaba a cargo de liderar el trabajo internamente. El atraso surge por la lenta respuesta por parte del Gerente de Estudios entrante.

Finalmente, el liderazgo del equipo de mejora y el proceso lo asume la Subgerente Comercial y Excelencia Operacional, y luego de unas reuniones informativas se logra retomar el Estudio.

Sin embargo, el tiempo de retraso total fue de 6 semanas. Lo que afectó el inicio de la implementación, que originalmente estaba planificada para el 15/11/2021.

- En segundo lugar, dado que el proyecto en estudio corresponde a infraestructura pública con fines de seguridad (Carabineros de Chile), los antecedentes para comenzar el estudio

de la oferta no se encuentra disponible públicamente⁶, y deben ser retirados físicamente en la Dirección Regional de Arquitectura MOP, Valparaíso o solicitados vía Correos Chile.

Lo anterior genera un atraso de 1 semana en la etapa de implementación del plan de acción. Pues, a pesar que la empresa adquirió los antecedentes en la fecha acordada, el transporte retraso la recepción de los mismos.

5.4.3. Previo a la implementación: instaurar prerequisites

Para que el proceso se efectúe de buena manera es necesario poner recursos a disposición, que exista compromiso de parte de los directivos, que haya un estándar sobre el que implementar mejoras y una disposición al cambio cultural. Por ello el “*Paso 0*” de esta metodología es instaurar los prerequisites.

Durante el Taller 1 del *Ciclo de Mejora*, se dieron a conocer los requisitos mínimos que debía tener la empresa y el grupo para la implementación. Estos requerimientos se dividen en tres ejes:

Apoyo Administrativo

Compromiso por parte del personal administrativo con la implementación de estas bases metodológicas. Establecer el alcance del apoyo en términos económicos, procesos que pueden ser modificados y disposición de mano de obra. En particular, se define lo siguiente:

- Reuniones semanales los días miércoles en horario 09.00 - 11.00 horas. Debido a la contingencia sanitaria, las sesiones se realizan de manera remota.
- Las sesiones tiene un carácter obligatorio, pues se comparten conocimientos que deben ser aplicados de manera inmediata en el entorno laboral. Además, se realizan actividades grupales con el fin de explorar las preocupaciones/inquietudes del grupo a las que posteriormente se pueden dar soluciones.

Registro del Estándar

Las mejoras no se pueden implementar si no existe una base sobre cual implementarlas. Se debe contar con la descripción de un Escenario Base o Situación Actual, dado que la empresa no tiene documentado el Escenario Actual, se genera una instancia para que puedan conversar sobre como se hacen las cosas dentro del Área.

El principal hallazgo de la actividad es que cada Jefes de Estudio realiza sus labores como el cree que es la manera mas óptima, no cuentan con un estándar. Además, mencionan que no están delimitadas sus funciones/responsabilidades, lo que también genera confusión. Todo lo anterior fue clave para construir establecer el escenario actual del Área de Estudios de la empresa.

⁶ Según lo dispuesto por numeral 2 del artículo 436 del Código de Justicia Militar.

Cambio Cultural

Establecer una “*cultura de mejora continua*”, con capacitaciones a los trabajadores, exponiendo los comportamientos y rutinas que se esperan de ellos. Frente a ello, se acordó enviar tareas u actividades de corta duración complementarias, con el objetivo que el grupo se involucre con los contenidos abordados en las sesiones. Las actividades son simples, pero de gran utilidad para que los integrantes analicen su entorno de trabajo e identifiquen posible oportunidades de mejora.

El detalle de la implementación se muestra en el capítulo de *Resultados y discusión*, donde se describen las etapas de la metodología, destacando los resultados obtenidos por el grupo en los *Talleres de Mejora*.

Capítulo 6

Resultados y discusión

6.1. Implementación piloto

La implementación de la metodología consiste en seis *Talleres de Mejora*. En las secciones siguientes se el desarrollo y principales resultados obtenidos en cada uno de los talleres.

6.1.1. Taller 1: Identificar oportunidades de mejora

Cuando no existe claridad sobre qué procedimiento se debe mejorar, se debe comenzar identificando los procesos que tengan espacio para mejorar. Para ello, algunas herramientas y métodos disponibles son: comparar el desempeño actual con el planificado, mapeo del flujo de valor, consulta a trabajadores y aplicación de 5S.

En particular, en la primera sesión se identificaron oportunidades de mejora a partir de la Consulta a Trabajadores. A continuación, se listan algunas de las respuestas proporcionadas por el equipo, recordar que la implementación se enmarca dentro del Área de Estudios de una empresa constructora.

- Jefe de Estudio realiza labores que no le corresponden (cubicaciones).
- Definición tardía para inicio de Estudio.
- Proyectos llegan muy tarde al Área de Subcontratos, lo que impide una cotización completa.
- Falta revisión cruzada de propuestas.
- Falta especialización: estudios similares se realizan por diferentes Jefes de Estudio.
- Inexistencia de una base de datos con rendimientos de obra, lo que impide una correcta estimación de los programas de obra.
- Inexistencia de base de datos con lecciones aprendidas de licitaciones perdidas.
- Desconocimiento de los valores que se están pagando en terreno, lo que impide una correcta estimación de los valores HH.
- Inexistencia de un Procedimiento claro para el estudio de Licitaciones.
- Falta de estandarización del trabajo en el Área de Estudios.
- Poca comunicación de los resultados del Proceso de Licitación.
- Excesiva dependencia en una sola persona (Asistente Técnico).
- Poco trabajo colaborativo, prevalece mas el trabajo individual.
- Falta de recursos: personal y equipos.

Finalmente, de todas las oportunidades de mejora identificadas, el equipo decidió que el problema a mejorar/optimizar en el *Primer Ciclo de Mejora* sería la **Alta incertidumbre en las ofertas estudiadas**, donde las variables tiempo, recursos y organización son claves para su resolución.

Actividad adicional: identificación de desperdicios

Por otro lado, al final del *Taller 1*, se le solicitó a los miembros del equipo desarrollar una actividad individual complementaria, titulada “*Identificar muda en mi rutina diaria*”, como lo indica su nombre, el objetivo es que cada integrante del equipo destinara algunos minutos de su jornada a la identificación de posibles desperdicios en su trabajo y entorno.

Los resultados de la actividad se muestran en la Tabla 6.1. Cabe señalar que en varios casos se repitieron algunas fuentes de pérdidas.

Tabla 6.1: Resultados de la actividad “*Identificar muda en mi rutina diaria*”.

Descripción	Tipo de Desperdicio	Cantidad/ Frecuencia
Computadores muy lentos.	Espera	Diario
Mucha impresión de antecedentes.	Sobreproducción	1 vez por Estudio
Entrega de propuestas impresas.	Sobreproducción y Transporte	1 vez por Estudio
Excesivo ploteo de planos.	Sobreproducción	1 vez por Estudio
Plataforma oficial para contratación de personal por parte de RRHH no funciona.	Espera y Sobre-procesamiento	4 veces
Administrador de Obra de un proyecto específico es trasladado a otro proyecto de la compañía, aun cuando el proyecto ya estaba en marcha.	Defecto y Hacer por hacer	3 veces
Corrección de fichas y documentación incompleta que no le correspondían.	Defecto y Talento	1 vez
Falta de capacitación de Jefes de Estudio en softwares (<i>Project, Cad, BIM</i>), lleva a invertir más tiempo de lo necesario en algunas actividades.	Talento y Defecto	Permanente
Por falta de comunicación, no se le indica al cubicador que actividades priorizar para no retrasar el trabajo del Área de Subcontratos.	Espera	Ocasional
No se cubica respecto al itemizado o según las indicaciones del Jefe de Estudio, por lo que hay que volver a cubicar o redistribuir la cubicación.	Sobre-procesamiento y Talento	Ocasional
Retraso en gestión para subcontratos.	Espera	Mensual
Bandejas de entrada de correo electrónicos llenas, con mensajes importantes por responder.	Inventario y Espera	Semanal

6.1.2. Taller 2: Análisis e identificación de causa raíz

Para hacer el análisis de causas, durante la segunda sesión se trabajó con el Diagrama de Ishikawa y los 5 Porqués. En primer lugar, se utilizó el Diagrama con el fin de reconocer todas las posibles causas que dan origen a la **Alta incertidumbre en las Ofertas Estudiadas**. Luego, se aplicó la técnica de los 5 Porqués a las dos causas que el equipo consideró más significativas o que generan mayor impacto sobre el problema en estudio.

A continuación, en la Figura 6.1 y Tabla 6.2 se presenta los resultados de ambas actividades.



Figura 6.1: Análisis de causas mediante diagrama de Ishikawa.

Tabla 6.2: Análisis de causa raíz mediante 5 Porqués.

Problema	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	Contramedida
1) Definición tardía de las Licitaciones a estudiar	Se requiere Visto Bueno del Comité Comercial para inicio del estudio.	En ocasiones el V.ºB.º se retrasa porque le Gerente General no puede asistir a las reuniones semanales.	El GG tiene otras prioridades en su agenda que requieren atención inmediata (imprevistos o compromisos ineludibles).	-	Si no se concreta la reunión durante la misma semana, reducir la información a un correo electrónico con el fin de obtener la autorización de manera asincrónica.
(2) No se priorizan las actividades de los Jefes de Estudio que agreguen valor al objetivo	Jefe de Estudio no hace uso efectivo de los recursos disponibles.	Por inseguridades y desconfianza.	Tipo de personalidad, malas experiencias anteriores, no tener claro su rol.	Falta de dirección en la estrategia de estudio.	Orientar al JE en lo que realmente se necesita.

Una vez identificado los procesos candidatos someterse a mejoras y seleccionado el proceso prioritario a mejorar, se debe continuar con los demás pasos de la metodología en base al

proceso seleccionado. Las demás oportunidades de mejora identificadas, podrán seleccionarse en nuevos *Ciclos de Mejora*.

6.1.3. Taller 3: Generar y evaluar propuestas de mejora

Una vez seleccionado el proceso que se busca optimizar, el siguiente paso es generar una propuesta de mejora. Muchas veces para optimizar estos procesos basta con una reorganización y una mejor planificación. Existen otros casos en que esas soluciones no bastan, si no que es necesaria una reconfiguración del proceso y la manera en que se hacen las cosas.

Para el grupo de estudio, durante la sesión 3, se utilizo una Lluvia de Ideas para generar propuestas de mejora al problema seleccionado en el *Paso 1*. Posteriormente, estas ideas fueron clasificadas en cuatro grupos y se evaluó la factibilidad técnica y económica de cada una. La propuestas generadas y clasificadas se presentan en las siguientes categorías:

1) Ideas Locas

Iniciativas que tienen un alto impacto pero son complejas de implementar.

- Todos los Subcontratos (SC) que están actualmente trabajando con la Empresa, tienen la obligación de cotizar en licitaciones.
- Implementar estrategia con proveedores y subcontratos.
- Orientar al JE en lo que se necesita.
- Tener alianzas con SC de tal forma que coticen siempre y de manera rápida.

2) Desperdicio de Tiempo

Actividades de bajo impacto y complejas de implementar. Afortunadamente, durante la actividad no surgieron ideas que puedan clasificarse en esta categoría.

3) Tácticas Simples

Acciones concretas y fáciles de implementar, sin embargo, no generar un gran impacto.

- Agendar reuniones periódicas con los cubicadores para coordinar y revisar avances.
- Reunión entre JE para aprovechar la experiencia que está en la empresa.
- Detallar plazo máximo para inicio de un Estudio.
- Establecer actividades prioritarias para los JE.

4) Apuestas Ganadoras

Propuestas en las cuales deberíamos enfocarnos, dado que son fáciles de implementar y generan un alto impacto.

- Ingresado el proyecto a estudio, se debe generar una reunión a los 5 días posteriores con el fin de establecer estrategias.
- Identificar los ítem más relevantes de los estudios y generar un plan de trabajo exclusivo.
- Reducir a un correo la reunión con GG cuando ésta no se concrete dentro de la misma semana para la que estaba programada.

Por último, el Equipo ordenó las ideas según el beneficio percibido con el fin de seleccionar la mejor opción sujeta a la restricción de recursos y tiempo. Se escogieron dos ideas, ambas pertenecen al cuadrante de Ideas Ganadoras, pues son fáciles de implementar y tienen un alto impacto.

- **Propuesta 1:** Busca solucionar la causa analizada en los 5 Porqués “Definición tardía de las licitaciones a estudiar”. La contramedida que surgió es reducir las reuniones de coordinación con el Gerente General a un correo electrónico, siempre que estas no se concreten durante la misma semana en la que estaba agendada inicialmente.
- **Propuesta 2:** Se plantea establecer una reunión 5 días después de ingresado el proyecto a estudio. Esta sesión contempla la asistencia de todo el equipo involucrado en el proyecto, con el fin de establecer estrategias de trabajo.

Notar que ambas propuestas tienen como objetivo agilizar el inicio del estudio, con el fin de contar con un periodo de holgura para la revisión cruzada y ajustar detalles antes del plazo límite de la entrega de la oferta.

6.1.4. Taller 4: Desarrollar un plan de implementación

El objetivo de esta sesión se divide en dos ejes: en primer lugar, se establece el plan (acciones y/o medidas a tomar) y luego, se definen los indicadores (KPI) o parámetros de medición del progreso (comparar situación actual con la realidad luego de la implementación).

Durante el Taller 4 se estableció el plan para las dos propuestas de mejora seleccionadas previamente. Para asegurar que el plan considere todo lo necesario se verificó que responda los 5W2H:

- ¿Qué? → Objetivo
- ¿Quién? → Responsable
- ¿Dónde? → Lugar
- ¿Cuándo? → Fecha de Control
- ¿Por qué? → Causa Raíz
- ¿Cómo? → Acción
- ¿Cuánto? → Presupuesto

Finalmente, en las Tablas 6.3 y 6.4 muestran en detalle el plan de acción creados para las propuestas 1 y 2, respectivamente.

Tabla 6.3: Plan de Implementación para propuesta 1.

Plan de acción	Responsable	Fecha de Control	Descripción	KPI - Métrica Asociada
(1) Reagendar reunión de coordinación con Gerente General.	Gerente de Desarrollo e Infraestructura Pública.	Semanalmente (1 día después de la cita original).	Coordinar nueva reunión para la misma semana, pues se busca obtener el V.ºB.º para comenzar lo antes posible con el estudio del proyecto. Se le debe dar prioridad a esta acción, pues forma parte de la ruta crítica del estudio de proyectos.	KPI 1: SI/NO se concreta nueva reunión para la misma semana. KPI 2: En caso que no se concrete, ¿Cuántos días después podría llevarse a cabo la cita?
(2) Correo electrónico conciso dirigido al Gerente General con los aspectos principales de la licitación.	Gerente de Desarrollo e Infraestructura Pública.	Semanalmente (2 días después de la cita original o en cuanto se confirme que la nueva reunión no se pueda realizar durante la misma semana).	Comunicar los principales aspectos de la licitación, con el objetivo de reducir la carga de información y acelerar el proceso. De esta manera, se pueden compatibilizar los tiempos de los involucrados cuando no sea posible coordinar un nuevo horario debido a sus compromisos previos.	KPI 1: Se envía e-mail dentro del plazo acordado. KPI 2: Cantidad de correos necesarios hasta la confirmación o descarte del estudio. Referido a los e-mail o llamadas con aclaración de la información. KPI 3: Tiempo de respuesta por parte del GG (días).

Tabla 6.4: Plan de Implementación para propuesta 2.

Plan de acción	Responsable	Fecha de Control	Descripción	KPI - Métrica Asociada
(1) Revisión de aspectos comerciales, legales y administrativos, tanto de las licitaciones como del contrato.	Gerente Comercial.	Día 2-3	Revisar riesgos y oportunidades comerciales de la licitación / Ventaja comparativa de la Empresa. Aspectos legales y administrativos del proceso de licitación y modelo de contrato, que inciden en los riesgos y oportunidades del negocio.	KPI 1: Cumplimiento del plazo para la revisión. KPI 2: Informe o e-mail de la revisión de aspectos legales.
(2) Revisión del Proyecto por parte del Área de Estudios.	Jefe de Estudio.	Día 4-5	Generar presentación del proyecto, para verlo con el equipo de Estudio, Ingeniería, Subcontrato e Instalaciones.	KPI 1: Elaboración de <i>check list</i> de antecedentes administrativos, técnicos y económicos.
(3) Reunión de retroalimentación entre los Jefes de Estudio.	Jefe de Estudio.	Día 5	Intercambio de experiencias en estudios similares y retroalimentación.	KPI 1: SI/NO se realiza la reunión. KPI 2: Medición de impacto (cantidad de observaciones, recomendaciones e ideas intercambiadas). KPI 3: Elaboración de minuta con aspectos clave a considerar en el estudio.
(4) Reunión del equipo completo, con el fin de establecer estrategias de trabajo.	Jefe de Estudio.	Día 6	Exponer el proyecto al equipo, intercambio de ideas y propuesta de especialistas. Definición de plazos para cotizaciones (SC e Instalaciones). Solicitud de requerimientos para el área de Ingeniería, definiendo plazos y responsabilidades.	KPI 1: Cumplimiento de fechas de cotización. KPI 2: Cumplimiento de cotizaciones mínimas requeridas. KPI 3: Entrega oportuna de antecedentes solicitados.
(5) Reunión para definir estrategias del proceso de estudio.	Subgerente de Estudio.	Día 7	El/la Subgerente de Estudios se debe reunir con el/la Gerente Comercial y JE a cargo del proyecto, con el objetivo de definir el marco de acción y referencia a: Ingeniería, SC, Instalaciones y JE.	KPI 1: SI/NO se realiza la reunión. KPI 2: Realización oportuna de la reunión. KPI 3: Elaboración de <i>check list</i> de aspectos claves a considerar en la elaboración de la estrategia (económicos, contractuales, plazos).

Notar que ambas propuestas son independientes, pero si se aplica el plan de acción 1 antes, los beneficios del segundo plan de acción se potencian. Es decir, se gana tiempo valioso para la revisión y elaboración de la propuesta.

6.1.5. Taller 5: Implementar plan

Antes de ejecutar el plan es importante comunicarlo a todos los trabajadores involucrados, asegurándose que estos tengan un buen entendimiento de los cambios que se realizarán. Para ello el formato A3 resulta muy útil, pues ordena y resume las etapas de manera gráfica, lo que facilita la difusión, comprensión y el chequeo del plan.

En las primeras cuatro sesiones del *Ciclo de Talleres* trabajamos en cada una de las secciones del formato A3: Contexto, Escenario Actual, Objetivos, Análisis de Causas, Contramedidas, Plan de acción y Seguimiento (este último será abordado luego de la Implementación).

Por lo tanto, para apoyar la implementación del Plan de Acción, se generó un documento que fue distribuido internamente en el Área de Estudios de la empresa. En él se indican, fechas, plazos, acciones y responsables de cada actividad que debe llevarse a cabo. Respecto al periodo de implementación del plan se definió un plazo de 2-3 semanas.

6.1.6. Taller 6: Monitorear y evaluar implementación

El periodo de aplicación fue el siguiente:

- **Inicio:** 27 de diciembre 2021.
- **Fin:** 21 de enero de 2022.
- **Reuniones de monitoreo:** 6 y 14 de enero de 2022.
- **Reunión de evaluación:** 26 de enero de 2022.

Reuniones de monitoreo

La primera reunión de monitoreo proporcionó un feedback al *Plan de Implementación de la Propuesta 1*. En particular, se decide ampliar el espectro de personas involucradas en la acción. En concreto, se involucra al Comité Comercial completo en la toma de decisión de si un proyecto se estudia o no, se quita la dependencia en una sola persona (Gerente General).

Esta nueva acción permite una holgura de tiempo de 4 días, algo que no se había previsto durante la realización de los *Talleres de Mejora*. Por lo mismo, al momento de la reunión de monitoreo el Equipo ya había comenzado con el *Plan de Implementación de la Propuesta 2*, el cual no presentaba inconvenientes por el momento.

La segunda reunión de monitoreo inicialmente correspondía a la fecha de reunión de evaluación, sin embargo, producto de los atrasos generados en el estudio del proyecto se adicionó una semana extra a la implementación. El atraso en el estudio se debe a un inconveniente expuesto previamente en el capítulo *Contexto de la implementación piloto*, pero responden a una característica propia del proyecto que se estaba estudiando.

Reunión de evaluación

En la reunión final para evaluar la implementación, se verificó el cumplimiento del plan tal cual fue propuesto o si se realizaron modificaciones y, a partir de ello, modificar el plan de acción inicial para su aplicación en proyectos posteriores.

Respecto al Plan de Acción de la Propuesta 1 la evaluación es la siguiente:

- Tal como se planteo en la primera reunión de monitoreo, el plan de acción fue modificado para incluir al Comité Comercial completo en la toma de decisiones.
- Esta acción permitió avanzar en el proyecto sin esperar la confirmación del Gerente General, lo que se traduce en tiempo a favor para el estudio del proyecto y en la eliminación de un *muda* de espera.

Por otro lado, el análisis del Plan de Acción de la Propuesta 2 según las acciones definidas, es el siguiente:

- *Revisión de aspectos comerciales, legales y administrativos, tanto de las licitaciones como del contrato:* el plazo designado fue respetado, es mas se cumplió antes de lo previsto. En parte porque el proyecto estaba en revisión desde antes.
- *Revisión del Proyecto por parte del Área de Estudios:* JE a cargo del proyecto desarrolla las el check list de antecedentes administrativos, técnicos y económicos con bastante anticipación, por lo tanto el cronograma planificado se adelanta.

Se destaca el compromiso de la Jefe de Estudio con el plan y plazos estipulados.

- *Reunión de retroalimentación entre los Jefes de Estudio:* esta acción fue modificada por una reunión de retroalimentación con profesionales del Área de Ingeniería, Subcontrato e Instalaciones que trabajaron en un proyecto similar recientemente. El motivo fue aprovechar el conocimiento/experiencia disponible con el fin de revisar los aspectos claves del estudio. Adicionalmente, la agenda del resto de Jefes de Estudio ocupada con otros proyectos y entregas.

Se cumplió con los plazos y objetivos planificados en el Plan, sólo se cambio el grupo que participaría de la reunión y resultó mas fructífera.

- *Reunión del equipo completo, con el fin de establecer estrategias de trabajo:* reunión se realiza en fecha posterior a la planificada debido a la característica particular del proyecto⁷.

Sin embargo, considerando la fecha de recepción de los antecedentes, las demás actividades fueron realizadas dentro de los plazos y el cumplimiento de los pedidos (fechas de cotizaciones, cotizaciones mínimas requeridas) fue completo.

- *Reunión para definir estrategias del proceso de estudio:* por último la reunión para definir estrategias del proceso de estudio, que contempla al Subgerente de Estudios, Gerente Comercial y JE a cargo, se realizo antes de lo planificado y cumplió con la revisión de los aspectos claves.

Encuesta de percepción

Adicionalmente, a partir de una encuesta de formulario de *Google* se levanto información de las percepciones del equipo durante y después del *Ciclo de Talleres de Mejora*. A continuación, se listan las principales conclusiones:

⁷ Proyecto de Seguridad Pública se rige por D.S 108, los antecedentes del proyecto no son de libre disposición en Mercado Público u otra plataforma en línea, deben ser entregan en formato físico.

- *¿Cuál cree que fue la etapa más difícil de realizar? ¿Por qué?*

La respuesta que más se repite es *Implementar el Plan*, argumentando a que no se contaba con total respaldo de gerencia para la implementación, por lo que costó pasar de la teoría a la práctica.

- *Considerando las herramientas Lean usadas durante el desarrollo de los Talleres, ¿Cuál le pareció particularmente útil?*

Las respuestas están divididas entre *Diagrama de Ishikawa*, *5 Por qué* y *Formato A3*, las tres con igual cantidad de votos. Notar que el A3 puede englobar a las otras herramientas utilizadas durante los *Talleres de Mejora*.

- *¿Considera usted que la realización del Ciclo de Talleres vía remota limitó los alcances del Trabajo?*

La respuesta a esta pregunta fue sorprendente, 8 de un total de 9 personas respondieron *No*. Las principales razones son por *flexibilidad, disponibilidad, voluntad para trabajar desde casa*, además un miembro justifica que *“estos últimos 2 años se ha demostrado que se puede trabajar y realizar actividades, cursos, capacitaciones vía remoto, siendo igual o mas eficiente que presencialmente”*.

El integrante que responde afirmativamente a la pregunta argumenta que *“estos tipos de trabajo son mucho más dinámicos y efectivos en vivo y directo. El problema de ‘falta de tecnología’ (no saber utilizar la plataforma) atrasaban el proceso y nos hacían perder tiempo valioso”*.

- Como información adicional, es importante insistir en lo que plantea una integrante del equipo *“debemos contar con compromiso de gerencia para implementar las mejoras que surjan de este estudio, es prioritario confirmar lo anterior”*.

Para finalizar, la opinión de otro integrante respecto al *Ciclo de Talleres de Mejora*: *“Fue una buena oportunidad para identificar las fortalezas y debilidades de las distintas áreas y demostrar que toda mejora es un proceso continuo y constante en el tiempo donde se debe trabajar en equipo con objetivos claros para lograr resultados”*.

6.2. Logros de la implementación piloto

Posterior a la implementación piloto de la metodología y evaluación positiva de sus resultados, se debe procurar que estos se mantengan. Para ello, se agregan al estándar de la empresa y demás documentos pertinentes. El Paso 7 de la metodología propuesta por Muñoz (2020) sugiere justamente esto, *“Mantención de los cambios”*.

Los logros de la implementación piloto en la empresa estudiada son los siguientes:

1. Actualización de la situación actual

Luego del Primer Ciclo de Mejora, y a partir de los resultados y experiencias obtenidas, se actualiza la situación base descrita en el *Taller 1*.

Con este nuevo escenario, el equipo está listo para iniciar un nuevo *Ciclo de Mejora* con alguna de las otras oportunidades de mejora identificadas.

2. Promover la cultura de mejora continua en la organización

La cultura en una organización laboral es la suma de los hábitos de las personas en relación a la forma en que realizan su trabajo. Si queremos cambiar “*la forma en que hacemos las cosas*”, la inercia cultural aparece como el gran opositor. Sin embargo, si realizamos estos cambios de manera gradual, el cambio cultural será exitoso.

Precisamente, en los *Talleres de Mejora*, cambios graduales y constantes en el tiempo fueron los protagonistas. Sin embargo, para que la cultura de mejora continua permanezca y se expanda en la organización, esta se debe seguir practicando.

3. Fomento del trabajo colaborativo

El principal motor en los *Talleres de Mejora* es el personal, en particular como esto trabajan de manera colaborativa. El trabajo en equipo facilita el cumplimiento de objetivos, incrementa la motivación y la creatividad, y favorece las habilidades sociales de cada uno.

Las encuestas finales revelaron que 8 de un total de 9 participantes evaluaron como “Alta” o “Muy alta” la importancia de trabajar en equipo para alcanzar un objetivo común.

4. Nuevo estándar de procedimientos en el Área de Estudios

A partir de los resultados de la implementación piloto, se agrega al estándar el plan de acción ejecutado, con las correcciones necesarias.

Este nuevo estándar se transforma en “*la manera de hacer las cosas*” en el Área de Estudios de la empresa constructora.

5. Capacitación para comenzar un nuevo Ciclo de Mejora

Luego de la primera experiencia del equipo en implementación de metodologías de trabajo basadas en mejora continua, cuentan con alta capacidad para comenzar un nuevo *Ciclo de Mejora*. Los talleres impartidos, junto con la documentación de los resultados les servirán de base y motivación para aplicar sus conocimientos en sus labores diarias.

Adicionalmente, se espera que la gerencia aproveche el impulso para expandir la cultura de mejora continua a todas las áreas y niveles de la compañía.

Finalmente, tanto el proceso como los logros de los *Talleres de Mejora* fueron compartidos con el Equipo de trabajo en una reunión extraoficial, pues los éxitos deben compartirse e incorporarse a las labores diarias. Frente a esto, se generó un documento que fue distribuido internamente en la empresa, con el fin de motivar a otras áreas a desarrollar eventos de mejora continua.

6.3. Nueva propuesta metodológica

A raíz de la revisión literaria respecto a *kaizen* y su implementación en el mundo por un lado; y la experiencia de la implementación piloto y los resultados obtenidos, por otro lado; se propone una nueva versión de bases metodológicas basadas en la mejora continua para ser aplicadas en proyectos de construcción.

En las secciones siguientes se describe el contenido y forma de presentación del documento, el cual se adjunta en Anexos.

6.3.1. Contenido de la guía

La Guía elaborada se compone de los siguientes apartados:

- **Introducción**

Capítulo preliminar donde el autor informa el contexto y ofrece un comentario sobre la intención u objetivos del documento.

- **Alcance**

Capítulo preliminar donde se especifica el público objetivo, los resultados esperados al aplicar la guía y las limitaciones de la misma.

- **La Mejora Continua**

Primer capítulo del cuerpo de la guía, corresponde a la introducción teórica del tema tratado. Informa respecto al origen de la mejora continua y cómo esta se lleva a cabo.

- **Conceptos y Técnicas**

Presenta los conceptos básicos, necesarios para la aplicación de las bases metodológicas, en particular el concepto de “Valor” y “Desperdicios”. Adicionalmente, se explican las principales herramientas que se utilizarán durante el desarrollo de los *Talleres de Mejora Continua*, por ejemplo 5 Porqués, 5W2H, Diagrama causa-efecto, VSM, entre otros.

- **Propuesta Metodológica**

Presentación del cronograma de actividades y tiempo sugerido para el desarrollo de las mismas. También se entrega el paso a paso de las acciones que se deben realizar y que herramientas emplear.

La metodología propuesta se compone de 4 fases: *Previo a la Implementación*, *Elaboración del Plan de Mejora*, *Implementación del Plan de Mejora* y *Posterior a la Implementación*; los que a su vez son abordadas en 6 sesiones de 150 minutos denominadas *Talleres de Mejora*. Se estima un plazo de 10-12 semanas para el desarrollo de cada *Ciclo de Mejora Continua*.

En particular el capítulo, se desglosa de la siguiente forma:

- Participantes del proceso
- Cronograma de la metodología
- Taller 1: Formación en conceptos Lean
- Taller 2: Identificación de oportunidades de mejora
- Taller 3: Análisis e identificación de causa raíz
- Taller 4: Propuestas de mejora y plan de acción
- Taller 5: Comunicar e implementar plan
- Taller 6: Evaluar implementación y compartir resultados

- **Conclusiones**

Comentarios finales de las bases metodológicas propuestas, con énfasis en la importancia de la cultura de mejora continua y el compromiso de gerencia.

- **Bibliografía**

Fuentes de información empleadas para la elaboración de la metodología expuesta y la guía en general.

- **Anexos**

Sección que proporciona información o material complementario para el correcto entendimiento o desarrollo de la implementación de las bases metodológicas por parte del usuario. En particular, el Anexo A proporciona el material para ejecutar las actividades propuestas en los Talleres y el Anexo B, entrega información complementaria de mejora continua en el rubro constructivo.

6.3.2. Forma de la guía

La estructuración de la guía se divide en páginas preliminares, páginas del cuerpo y páginas finales, las que se muestran en las Figuras 6.2, 6.3 y 6.4, respectivamente.



Figura 6.2: Páginas preliminares de la guía.



Figura 6.3: Páginas del cuerpo de la guía.



Figura 6.4: Páginas finales de la guía.

Capítulo 7

Conclusiones

La construcción es una industria cambiante, con proyectos con ciclo de vida breve y finito, además se caracteriza por alta rotación de personal. Lo anterior dificulta la estandarización de procesos de mejora continua, por lo que la implementación de la metodología propuesta en este documento es una forma altamente recomendada para lograr una cultura *kaizen* sostenida en el tiempo.

La búsqueda constante de oportunidades de mejora, causas raíz y planteamiento de acciones de mejora continua debe volverse recurrente e imperante en los proyectos de construcción. Además, el uso de Informe A3 permitirá que el conocimiento adquirido en los planes de mejora quede registrado, pasando a ser parte de la gestión de conocimiento de la empresa y, por lo tanto, una mejora estandarizada.

No obstante, la mejora debe sostenerse y potenciarse, dado que los procesos productivos están constantemente evolucionando. Este último punto es el principal desafío para la instauración de una cultura de mejora continua, pues implica someter todos los procesos recurrentemente a observación y mejoramiento. Para lograrlo, un aspecto fundamental es el involucramiento de la gerencia.

Por último, destacar la importancia de potenciar nuevos métodos para aumentar la productividad y calidad del rubro constructivo nacional, pues la poca evolución e inestabilidad del sector es un tópico preocupante para la sociedad y economía. Frente a ello, los tres aspectos fundamentales Lean: filosofía, cultura y técnicas, son de gran valor para la evolución de la industria, apuntando a un sector más productivo, eficiente y sostenible.

7.1. Cumplimiento de objetivos propuestos

El objetivo general de la investigación, definido en un comienzo, corresponde a fortalecer y/o potenciar una metodología de trabajo basada en la mejora continua, a través de su aplicación en un proyecto de construcción.

Luego de finalizar el estudio, se afirma que la nueva propuesta fue materializada en una guía, que se ajusta a la realidad de la cultura local, y entrega las herramientas necesarias para la aplicación gradual de ciclos de mejora continua en rubro de construcción latinoamericano, tomando como base la industria chilena. Por lo tanto, se considera que el objetivo general de esta tesis ha sido logrado.

Por otro lado, en la Tabla 7.1 realiza un análisis del cumplimiento de los objetivos específicos de la investigación, señalando la sección del trabajo donde se abordan, y los resultados particulares que se obtuvieron de ellos.

Tabla 7.1: Cumplimiento de objetivos específicos del estudio.

Objetivo específico	Capítulo asociado	Cumplimiento	Justificación
1. Identificar oportunidades de mejora de la metodología desarrollada en “Guía 2020: Mejora continua en construcción” (Muñoz, 2020) en base a nuevos estudios de la literatura.	Capítulo 2: Marco teórico y Capítulo 4: Revisión literaria	Si	Comprensión de las bases, principios y herramientas del pensamiento Lean. Conocimiento de las diversas interpretaciones del concepto <i>kaizen</i> y como llevar a cabo la mejora continua en las organizaciones. Revisión literaria de procesos y resultados de implementación de metodologías Lean en el sector constructivo.
2. Definir y caracterizar las variables a medir en la implementación piloto. Junto con ello, elaborar los instrumentos de evaluación para cada una de ellas.	Capítulo 5: Caso de estudio	Si/No	Las variables a medir no fueron definidas en un comienzo, pues están sujetas al problema que se quiere afrontar. Los indicadores para medir el progreso fueron definidos en el Taller 4, cuando se desarrolló el plan de acción.
3. Validar la metodología mediante una implementación piloto en una empresa constructora nacional.	Capítulo 6.1: Implementación piloto	Si	Aplicación de metodología en una empresa constructora nacional, específicamente en el Área de Estudios y para un proyecto en etapa de pre-diseño.
4. Evaluar el impacto cualitativo y/o cuantitativo de la aplicación de la metodología en un proyecto de construcción específico, con el fin de reconocer la eficacia de la guía metodológica.	Capítulo 6.2: Logros de la implementación piloto	Si	Se evalúan los logros de la implementación piloto, es decir, que beneficios tuvo para la empresa y sus trabajadores la aplicación del ciclo de mejora continua. En particular, se destaca el fomento del trabajo colaborativo y el nuevo estándar de procedimientos en el área de estudios.
5. Reconocer oportunidades de mejora de la metodología y elaborar una nueva versión de la “Guía 2020: Mejora Continua en Construcción” donde se incorporen los principales aprendizajes obtenidos de la ejecución piloto.	Capítulo 6.3: Nueva propuesta metodológica	Si	Nueva propuesta metodológica, ajustada a la realidad local. Se indica el paso a paso de las actividades para facilitar la adopción de metodologías <i>kaizen</i> en el rubro constructivo, en particular de los <i>Ciclo de Mejora Continua</i> .

7.2. Conclusiones respecto a la implementación

Este estudio ha desarrollado una implementación de metodologías de trabajo basadas en la mejora continua y ha evaluado el impacto que genera su aplicación en el estudio de un proyecto particular. Se ha medido el impacto enfocándose principalmente en el cumplimiento de plazos y tareas designadas.

La investigación demostró la capacidad que tienen las metodologías Lean de impactar positivamente en el desempeño de las organizaciones. Bajo este aspecto, se fomentó el trabajo en equipo fortaleciendo la comunicación, participación y el compromiso. Además, se potenció el alineamiento de objetivos de las distintas áreas de trabajo, permitiendo una mayor generación de valor y orientación hacia el cliente. También, se evidenció una actitud predispuesta al mejoramiento continuo, identificando una fuerte intención de aprendizaje por parte de los participantes.

Al analizar la línea de tiempo de la implementación y los impactos obtenidos, se puede concluir que en pequeños periodos de tiempo se logran importantes resultados. Si bien es un desafío consolidar los cambios generados, es aún más fuerte la inmensa oportunidad que existe de potenciar los cambios y expandirse a todas las áreas de la empresa.

7.3. Entregables de la investigación

El material o productos que surgen a raíz del estudio son los siguientes:

- Trabajo de Memoria de Título: la motivación, desarrollo y resultados de la investigación se plasman en este documento. Posteriormente será publicado en el Repositorio Académico de la Universidad de Chile.
- Nueva Propuesta Metodológica: los resultados obtenidos a lo largo del trabajo llevaron a la construcción del documento titulado “*Mejora continua en construcción - Guía de implementación*”, disponible en el Anexo A del presente informe.
- Documentos de difusión interna en empresa estudiada: Material para preparación de talleres y actividades, junto con la elaboración del documento “*Aplicación de Ciclos de Mejora Continua en estudios públicos*” que documenta todo el proceso de implementación para su difusión dentro de la organización.

7.4. Limitaciones de la investigación

Un factor limitante del estudio es que la implementación metodológica se llevo a cabo en la fase de pre-diseño de un proyecto nacional (Estudio de Oferta). Sin embargo, la metodología expuesta puede ser extrapolada y adaptada a cualquier fase del proyecto.

Adicionalmente, se sugiere que la implementación de las bases metodológicas sean lideradas por una persona con experiencia en temas Lean Construction, pues la construcción es un rubro bastante singular y hay decisiones que se deben tomar considerando el contexto del proyecto

u obra donde se aplique. Ante ello la guía metodológica creada solo entrega recomendaciones generales.

Por otro lado, se han encontrado variadas limitaciones y oportunidades de mejoramiento respecto la implementación realizada. Se ha reconocido, por parte de los propios integrantes, la dificultad de compatibilizar el trabajo diario con el aprendizaje y la implementación de nuevas metodologías. Además, se ha identificado la necesidad de contar con una capacitación previa de conceptos y herramientas antes de iniciar la implementación, con el fin de internalizar la teoría antes de aplicarla en los *Talleres de Mejora*.

7.5. Recomendaciones para futuras investigaciones

Se sugiere como trabajo posterior, continuar validando y aplicando las bases metodológicas propuestas en diversos proyectos civiles y realizar un benchmarking con la información generada, para así impulsar las mejores estrategias en cada proyecto. También, se recomienda ampliar el alcance de la metodología para incluir otras etapas del proceso, como en el diseño y planificación de la construcción.

Finalmente, futuros estudios pueden complementar el análisis de esta investigación desde e punto de vista económico. Importantes aportes se pueden realizar respecto a la evaluación económica de las implementaciones Lean, analizando el costo incurrido y cuantificando el impacto económico de las mejoras.

Bibliografía

[Alarcón, 1997] Alarcón, L. F. (1997). *Herramientas para identificar y reducir pérdidas en proyectos de construcción*. Revista de Ingeniería de Construcción, 15(1), pp 37-44.

[Alarcón *et al.*, 2008] Alarcón, L.F., Diethelm, S., Rojo, O., & Calderón, R. (2005). *Assessing the impacts of implementing lean construction*. Revista ingeniería de construcción, 23(1), pp 26-33.

[Alarcón *et al.*, 2017] Alarcón Cárdenas, L.F., *et al.* (2017). *Lean Construction: Manual Práctico de Herramientas de Mejoramiento de Construcción*. Editorial Centro UC Excelencia en Gestión de Producción (GEPUC).

[Alvarado & Pumisacho, 2017] Alvarado, K., Pumisacho, V. (2017). *Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen, en empresas del Distrito Metropolitano de Quito: Un estudio exploratorio*. Intangible Capital, 13(2), pp. 479-497.

[Arriola *et al.*, 2018] Arriola, B., Denis, A., & Rodríguez, S. (2018). *Evaluación inicial de un método para adoptar eventos kaizen en el sector de la construcción*. Revista Ingeniería de Construcción, 33(2), pp. 173-182.

[Ballard & Howel, 1998] Ballard, G., & Howell, G. (1998). *What kind of production is construction*. In: Proceedings of 6th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). Guarujá, Brazil, pp. 13-15.

[Bicheno, 2001] Bicheno J. (2001). *Kaizen and Kaikaku*. Manufacturing Operations and Supply Chain Management: The LEAN Approach London, pp. 175-184.

[Brunet & New, 2003] Brunet, A & New, S (2003). *Kaizen in Japan: an Empirical Study*, International Journal of Operations & Production Management, 23(12), pp. 1426- 1446.

[Cardena, 2020] Cardena Flores, L. (2020) *Gestión en tu manos: Lideres marcando la diferencia en mejora continua*, Colombia.

[Castiblanco *et al.*, 2019] Castiblanco, F., Castiblanco, I. & Cruz, J. (2019). *Qualitative analysis of lean tools in the construction sector in Colombia*. In: Proceedings of 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). Dublin, Ireland, pp. 1023-1036.

[Decreto 2226, 1944] Chile, Ministerio de Justicia. (1944). Decreto 2226: Código de Justicia Militar.

[Del Río, 2019] Del Río La Mura, D. (2019). *Analizar los resultados obtenidos a la fecha por el MOP en el desarrollo de los proyectos de infraestructura pública en obras públicas y la aplicación de las PMO*, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

[Díaz & Rolón, 2020] Díaz Bateca, D. & Rolón Cárdenas, O. (2020). El Lean Construcción como estrategia de mejora continua en empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta. *Revista de Ingenierías Interfaces*, 3(1), pp. 45-67.

[Díaz, 2020] Díaz Arevalo, C. (2020). *Elaboración de una guía de procesos constructivos de sistema de construcción modular, bajo la metodología lean construction para la empresa Smart Brix, en el proyecto del Ministerio de Defensa Nacional en la ciudad de Bogotá*, Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Gerencia de Oras, Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Colombia.

[Engebø *et al.*, 2017] Engebø, A., *et al.* (2017). *Geographical distribution of interest and publications on lean construction*. In: LC3 2017 Volume II - Proceedings of 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). Heraklion, Greece, pp. 285-292.

[García, 2020] García Vásquez, A. (2020). *Indicadores de evaluación de comportamiento KBI bajo un enfoque lean en el sector de la construcción latinoamericano*, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

[Gondhalekar *et al.*, 1995] Gondhalekar, S., Babu, A. & Godrej, N. (1995). *Towards TQM using kaizen process dynamics: a case study*. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 12(9), pp. 192-209.

[Guzmán, 2014] Guzmán Tejeda, A. (2014). *Aplicación de la filosofía lean construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos*, Tesis para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Perú.

[Hernandez & Vizán, 2013] Hernandez Matías, J. & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Fundación Escuela de Organización Industrial (EOI).

[Howell, 1999] Howell, G. (1999). *What is lean construction-1999*. In 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). California, USA.

[Imai, 1989] Imai, M. (1989). *Kaizen: la clave de la ventaja competitiva japonesa*. México D.F: Compañía Editorial Continental.

[Imai, 1998] Imai, M. (1998). *Cómo implementar kaizen en el sitio de trabajo (Gemba)*.

Bogotá: Editorial McGraw-Hill.

[Imai, 2006] Imai, M. (2006) *¿What is Total Flow Management under Kaizen Approach?* Third Day of Kaizen Course. Barcelona, Spain: Kaizen Institute Spain.

[Imai, 2015] Imai, M. (2015). *Gemba Kaizen: un enfoque de sentido común para una estrategia de mejora continua*. Madrid: Editorial McGraw Hill.

[Ishikawa, 1994] Ishikawa, K. (1994). *Introduction to quality control*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

[Ishikawa, 2003] Ishikawa, K. (2003). *¿Qué es el control total de calidad? - La modalidad japonesa*. Bogotá: Grupo Editorial Norma.

[Kirby & Greene, 2003] Kirby K. & Greene B. (2003). *How Value Stream Type Affects the Adoption of Lean Production Tools and Techniques*. Proceedings of the 2003 Industrial Engineering and Research Conference, Portland, OR.

[Koskela, 1992] Koskela, L. (1992). *Application of the New Production Philosophy to Construction*. CIFE Technical Report 72. Stanford University.

[Koskela, 2000] Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. VTT Technical Research Centre of Finland.

[Koskela, 2004] Koskela, L. (2004). *Moving on-beyond lean thinking*. Lean Construction Journal, 1(1), pp 24-37.

[Krafcik, 1988] Krafcik, J. F. (1988). *Triumph of the Lean Production System*. Sloan Management Review, 30(1), pp 41-52.

[Lefcovich, 2012] Lefcovich, M. (2012). *Kaizen: Cambio para mejorar*. Buenos Aires, Argentina.

[LEI, 2014] Lean Enterprise Institute. (2014). *Lean Lexicon - A graphical glossary for Lean Thinkers*. The Lean Enterprise Institute, Fifth Edition.

[Liker, 2006] Liker, J. (2006). *Las claves del éxito de Toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo*. Barcelona: Ediciones Gestión 2000.

[Malloch, 1997] Malloch, H. (1997). *Strategic and HRM aspects of kaizen: a case study*. New Technology, Work and Employment, 12(2), pp. 108-122.

[McGraw-Hill Construction, 2013] McGraw-Hill Construction. (2013). *Lean Construction: Leveraging Collaboration and Advanced Practices to Increase Project Efficiency*. Smart Market Report.

[Melnyk et al., 1998] Melnyk, S., et al. (1998). *Short-term action in pursuit of long-term*

- improvements: introducing Kaizen events*. Production and Inventory Management Journal, 39(4).
- [Muñoz, 2020] Muñoz Toledo, K. (2020). *Propuesta de bases metodológicas para el fomento de una cultura basada en la mejora continua en la construcción*, Memoria para optar al título de Ingeniera Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- [Muñoz & Salvatierra, 2020] Muñoz Toledo, K. & Salvatierra Garrido, J.L (2020). *Guía 2020: Mejora Continua en Construcción, Versión N°1*.
- [Newitt, 1996] Newitt, D. (1996). *Beyond BPR and TQM - managing through processes: is Kaizen enough?*. London: Institution of Electric Engineers.
- [Nina-Aquino & Mendoza-Chambilla, 2020] Nina Aquino, S. & Mendoza Chambilla, N. (2020). *Desarrollo de propuestas para la optimización y eficiencia de la gestión en el proceso de la mejora continua en la industria de la construcción*. Tesis para obtener el grado de Bachiller en Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión.
- [Palera, 2021] Palero Santos, X. (2021). *Aplicación de herramientas lean: kanban, carta balance y value stream mapping para la mejora de la productividad en el edificio multifamiliar, Cayma-Arequipa*, Tesis para optar al título profesional de Ingeniera Civil, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.
- [Picchi & Granja, 2004] Picchi, F. & Granja, A. (2004). *Construction sites: using lean principles to seek broader implementations*. In Proceedings of the 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Helsingør, Denmark, pp. 3-6.
- [Pons & Lezana, 2014] Pons Achell, J. & Lezana Pérez, E. (2014). *Introducción a lean construction*. Madrid: Fundación laboral de la construcción.
- [Pons & Rubio, 2019] Pons Achell, J. & Rubio Pérez, I. (2019). *Lean construction y la planificación colaborativa*. Madrid: Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.
- [Porras *et al.*, 2014] Porrás Díaz, H., Sánchez Rivera, O. & Galvis Guerra, J. (2014). *Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual*. Avances: Investigación en Ingeniería, 11(1), 32-53.
- [Rojas-López *et al.*, 2017] Rojas-López, M., Henao-Grajales, M. & Valencia-Corrales, M. (2017). *Lean construction LC bajo pensamiento Lean*. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 16(30), 115-128.
- [Salvatierra *et al.*, 2015] Salvatierra Garrido, J.L., *et al.* (2015). *Lean diagnosis for chilean construction industry: towards more sustainable practices and tools*. In: Proceedings of 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). Perth, Australia, pp. 642-651.

[Salvatierra *et al.*, 2016] Salvatierra, J.L, Funk, R., & Alarcón, R. (2016). *Chilean construction industry: workers competencies to sustain lean implementations*. In: Proceedings of 23th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). Boston, USA, pp. 73-82.

[Sayer & Anderson, 2012] Sayer, N. & Anderson, J. (2012). *Status of Lean in the US Construction Industry*. Rider Levett Bucknall.

[Sheridan, 1997] Sheridan J. (1997). *Kaizen Blitz*. Industry Week, 246(16), pp.18-27.

[Singh & Singh, 2012] Singh, J. & Singh, H. (2012), *Continuous improvement approach: state-of-art review and future implications*. International Journal of Lean Six Sigma, 3(2), pp. 88-111.

[Solar, 2014] Solar Serrano, P. (2014). *Sistemas de Gestión de la Calidad. Metodología para implementar proyectos de mejora continua para la reducción de los defectos de construcción en edificación de viviendas*. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Edificación, Universidad Politécnica de Madrid.

[Styhre, 2001] Styhre, A. (2001) *Kaizen, Ethics, and Care of the Operations: Management after Empowerment*. Journal of Management Studies, 38(6), pp. 795-810.

[Suárez-Barraza, 2007] Suárez-Barraza, M. (2007). *El Kaizen: La filosofía de Mejora Continua e Innovación Incremental detrás de la Administración por Calidad Total*. México: Editorial Panorama.

[Suárez-Barraza & Miguel-Dávila, 2009] Suárez-Barraza, M. & Miguel-Dávila, J. (2009). *Encontrando al Kaizen: Un análisis teórico de la Mejora Continua*. Pecunia Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de León, pp. 285-311.

[Suárez-Barraza & Miguel-Dávila, 2011] Suárez-Barraza, M. & Miguel-Dávila, J. (2011). *Implementación del Kaizen en México: un estudio exploratorio de una aproximación gerencial japonesa en el contexto latinoamericano*. Revista INNOVAR 21(41), pp. 19-37.

[Wandahl, 2014] Wandahl, S. (2014). *Lean construction with or without lean—challenges of implementing lean construction*. In Proceedings of the 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). Oslo, Noruega, pp. 97-108.

[Wilson, 2010] Wilson, L. (2010). *How to implement lean manufacturing*. McGraw Hill Professional.

[Wittenberg, 1994] Wittenberg, G. (1994). *Kaizen, The Many Ways of Getting Better*. Assembly Automation, 14(4), pp. 12-17.

[Womack *et al.*, 1991] Womack, J., Jones, D. & Roos, D. (1991). *The machine that changed the world*.

[Womack & Jones, 1996] Womack, J. & Jones, D. (1996). *Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation*. Journal of the Operational Research Society, 48(11).

Anexos



dic INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD DE CHILE

MEJORA CONTINUA EN CONSTRUCCIÓN

GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN

ELABORADO POR:

Alondra Chamorro
Mendoza

CON MOTIVO:

Optar al Título de
Ingeniera Civil

MARZO 2022



MEJORA CONTINUA EN CONSTRUCCIÓN

GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN

Nota: Este documento forma parte del trabajo de título "Medición de impactos en la implementación de metodologías de trabajo basadas en la mejora continua en proyectos de construcción". Queda prohibida la distribución total o parcial de su contenido.

TABLAS DE CONTENIDOS

04 Introducción

05 Alcance

06 La Mejora Continua

07 Conceptos y Técnicas

13 Propuesta Metodológica

23 Conclusiones

24 Bibliografía

25 Anexos



Viaducto del Malleco, Collipulli

INTRODUCCIÓN

La construcción como sector productivo nacional juega un rol importante en la economía, ya que su dinámica, es un motor que impulsa permanentemente el progreso de la sociedad; a través de la construcción se da respuesta a las necesidades de la población, con el desarrollo de proyectos de infraestructura y soluciones de vivienda, estableciéndose de esta manera, en una fuente permanente de trabajo y generando una importante actividad indirecta en otros sectores económicos del país. A pesar de la importancia del rubro, históricamente ha sido uno de los sectores que menor grado de desarrollo presenta en la mayoría de los países latinoamericanos, convirtiéndolo en una actividad caracterizada por grandes deficiencias y falta de efectividad.

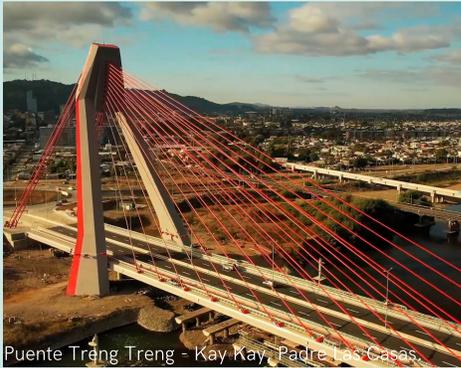
Frente a dicho escenario, en las últimas décadas se han incorporado los principios de la Filosofía Lean, siendo el fundamento de esta incorporación los dos beneficios principales que brinda: mejorar calidad y reducir costos, mediante la optimización y eliminación de actividades que no agregan valor (desperdicios). Kaizen es uno de los

pilares del Pensamiento Lean, y aplicado al mundo empresarial, es esencialmente un proceso de mejora continua basado en acciones simples, concretas y que involucra a todos los miembros de la organización, desde la alta gerencia hasta la base.

Bajo esta perspectiva, la siguiente obra tiene por objetivo difundir el conocimiento Lean en el rubro constructivo con el fin de romper los paradigmas actuales, e implementar metodologías de trabajo basadas en mejora continua en alguna de las etapas de un proyecto de ingeniería.

El contenido del presente documento se traduce en una detallada metodología, apoyada con definiciones de conceptos básicos, material de apoyo para actividades interactivas y todos los elementos necesarios para el desarrollo de un plan de acción. La metodología ha sido diseñada para desarrollarse en 6 sesiones o "Talleres de Mejora Continua", los cuales deben ser guiados por un facilitador con conocimiento en temáticas Lean.

ALCANCE



La creación de este documento nace de la necesidad de difundir el conocimiento Lean en el rubro constructivo, con el fin de incorporar metodologías de trabajo basadas en mejora continua el desarrollo de proyectos civiles. El público objetivo de estas bases metodológicas corresponde a empresas constructoras que deseen optimizar sus procesos, mediante acciones simples y constantes.

Esta guía ha sido elaborada y aplicada en etapas tempranas de proyectos de ingeniería civil (Pre-diseño e Ingeniería), sin embargo, lo expuesto aquí puede ser extrapolado y adaptado a cualquier fase del proyecto.

Finalmente, es importante mencionar que este escrito corresponde a recomendaciones generales, basadas principalmente en la revisión literaria de distintos estudios nacionales e internacionales, que si bien fueron validadas mediante una implementación piloto en una constructora nacional, deben adaptarse al contexto del país, empresa y proyecto en que ejecute.

LA MEJORA CONTINUA

CAPÍTULO 1

¿Qué es?

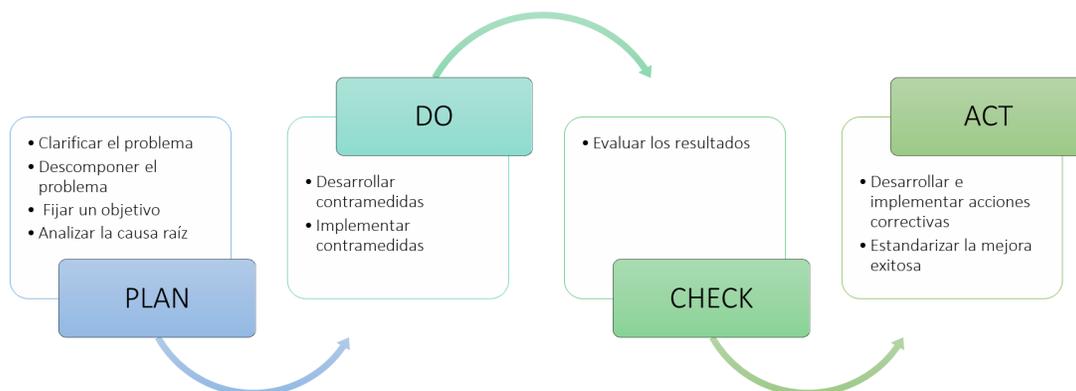
También conocida como Kaizen, es una filosofía propuesta por el japonés Masaaki Imai en 1989. Imai propone que si queremos obtener cambios sustentables en el tiempo, debemos enfocarnos en lograr cambios radicales en el corto plazo. Mejor aún, pensemos en hacer pequeñas mejoras todos los días, y éstas nos conducirán al gran objetivo que buscamos.

El Kaizen se rige en el principio de que una serie de eventos pequeños de mejora continua es mejor y más efectiva que un solo cambio grande; parece algo simple y obvio, pero esto nos impulsa a sobrepasar nuestra respuesta natural al miedo.

¿Cómo se lleva a cabo?

Una de las técnicas más eficaces para realizar el seguimiento de las acciones de mejora son los Ciclos PDCA (Plan-Do-Check-Act).

El PDCA se basa en el método científico y consiste en proponer un cambio de mejora en un proceso, implementar el cambio, medir y controlar los resultados, y llevar a cabo las acciones correctoras. Luego el ciclo se repite, pues es una interacción continuada entre medición, análisis y acción informada; se trata de un sistema en el que se aprende y se mejora después de cada iteración.



CONCEPTOS Y TÉCNICAS

CAPÍTULO 2

2.1 Conceptos básicos

Se presentan los principales conceptos necesarios para comenzar el camino de Mejora Continua en la organización. Lo primero es comprender los conceptos de "Valor" y "Desperdicios".



2.2 Herramientas de Mejora

Se presentan las herramientas que se emplearán en los Talleres de Mejora Continua. En particular, se menciona los 5 Porqués, Diagrama de Ishikawa, Mapa del Flujo de Valor, 5W2H y Formato A3.



CONCEPTOS BÁSICOS

CAPÍTULO 2.1

La importancia del "Valor"

El VALOR es el punto de partida del pensamiento Lean, esto implica entender qué quiere el cliente. Una mejor comprensión de los valores desde el punto de vista del cliente proporciona las bases para un diseño del producto y el proceso para fabricarlo, más efectivos.

Se puede definir "valor" como el aprecio que un cliente o consumidor le da a un producto o servicio para satisfacer sus necesidades a un precio concreto, en un momento determinado.



Tipos de Actividades

Podemos identificar si una actividad aporta o no valor al cliente al clasificarla en los siguientes grupos:

- **Trabajo Productivo (TP):** actividades que agregan valor y por las que el cliente está dispuesto a pagar.
- **Trabajo contributorio (TC):** actividades que sirven de apoyo y son necesarias, pero no agregan valor. Estas actividades son consideradas como pérdidas y requieren de esfuerzos para minimizarlas.
- **Trabajo no contributorio o no productivo (TNC):** actividades innecesarias, que tienen un costo asociado y que no agregan valor, por lo tanto, son consideradas como pérdidas.

Los Desperdicios o mudas

En el contexto de la filosofía Kaizen, los desperdicios o mudas se definen como cualquier actividad que utiliza recursos pero que no crea valor (Womack & Jones, 1996).

Por lo tanto, se consideran mudas los errores que requieren rectificación; la fabricación de productos no demandados por el cliente lo que genera exceso de inventario; procesos en la cadena de producción que son innecesarios; movimiento de empleados y transporte de materiales sin ningún propósito; y productos y servicios que no cumplen con las necesidades del cliente.

Las pérdidas se clasifican en *9 tipos*, los que son descritos a continuación.

1. Defectos

Producir elementos, partes o componentes defectuosos que requieren retrabajo y por ende recursos y esfuerzos adicionales. Se le atribuyen directamente los costos de no calidad, hace perder tiempo valioso y puede afectar no solo la parte productiva o la económica, sino la misma satisfacción del cliente interno y externo.

Por ejemplo, malas instalaciones por no seguir las EETT o daño en los trabajos realizados por interferencias en el proceso.

2. Espera

Cuando el trabajo en proceso está esperando el siguiente paso en la producción. Tiempo Improductivo que interrumpe el flujo continuo.

Por ejemplo, cuadrilla esperando llegada de material o termino de tarea precedente, espera por información.

3. Hacer por hacer

Improvisación por parte del personal. Es decir, la ejecución de una tarea continua, aunque los elementos necesarios no estén disponibles.

"Elementos" no se refiere únicamente a materiales, sino también a maquinaria, herramientas, personal, condiciones externas, instrucciones.

4. Inventario

Las cantidades de productos que van más allá de satisfacer la necesidad inmediata. El inventario puede incluir materias primas, trabajo en proceso, o productos terminados.

5. Movimiento

Movimientos innecesarios de personas o equipos en un mismo proceso.

Por ejemplo, tiempo adicional buscando herramientas o distancias extra recorridas por diseño ineficiente del lugar de trabajo.

6. Transporte

Movimientos innecesarios de personas, equipos o materiales desde un proceso a otro. Durante ese lapso de tiempo la organización no está modificando características (de forma o fondo) del producto, por las cuales el cliente esté dispuesto a pagar (actividad que no agrega valor).

7. Sobreproducción

Hacer algo antes de que realmente se necesite. Este tipo de pérdida genera desperdicio de mano de obra, materias primas y financieros.

8. Sobre procesamiento

Procesamientos erróneos o más procesamiento del necesario para producir lo que el cliente necesita. Tal vez es la pérdida más difícil de detectar y eliminar.

Comprende actividades que existen por el diseño de procesos poco robustos e ineficientes, o por presencia de defectos.

9. Talento no utilizado

No utilizar o desaprovechar el talento de las personas. Contratar en el cargo equivocado, no capacitarlos adecuadamente y perder la oportunidad de escucharlos cuando sugieren mejoras.

Es importante asignar actividades a los trabajadores en las que sus habilidades puedan contribuir a mejorar.

Ejemplos de Mudras

Finalmente, en la Tabla siguiente se presentan situaciones típicas de la industria que corresponden a desperdicios.

SE OBSERVA	TIPO DE MUDA
Documentos incompletos o con errores	Defecto
Mucha impresión de planos	Sobreproducción
Escritorios o puestos de trabajo no utilizados	Inventario
No existencia de formato estándar para iniciar trabajo	Sobre procesamiento
No citar a las personas correctas a las reuniones	Talento no utilizado
Sistemas IT muy lentos	Espera
E-mail y mensajes de voz sin respuesta	Inventario/Espera
Envío de documentación en formato físico en vez de digital	Transporte

HERRAMIENTAS DE MEJORA

CAPÍTULO 2.2

5 Por qué

Esta es una técnica que permite identificar la causa raíz de un problema lineal y, como su nombre lo indica, consiste en preguntar 5 veces por qué ocurre este problema.

Durante la aplicación de este método es importante revisar que se mantenga una relación de causalidad a lo largo de los problemas detallados. Para ello, es recomendable tomar el último porqué y conectarlo al anterior.

Diagrama de Ishikawa

El diagrama representa la relación entre el efecto (problema) y sus causas probables. Para ello, en primer lugar se identifican las categorías de fuentes probables; una de las clasificaciones más comunes es la conocida como 6M's (Mano de Obra, Materiales, Máquina, Método, Medición, Medio).

Luego, para cada clasificación se identifican posibles problemáticas reales que puedan haber ocasionado la pérdida particular que se está analizando.

Mapa del Flujo de Valor

Técnica que proporciona una visualización de un proceso completo, permite detallar y entender completamente el flujo tanto de información como de materiales necesarios para que un producto o servicio llegue al cliente.

Con esta técnica se identifican las actividades que no agregan valor al proceso, con el fin de iniciar las acciones necesarias para eliminarlas.

5W2H

Es una herramienta empleada en la resolución de problemas. Su uso facilita la focalización sobre las causas.

Debe su nombre a las 5 palabras que en inglés comienzan con "W" y 2 con "H":

- What? --> ¿Qué sucedió?
- When? --> ¿Cuándo se produjo?
- Where? --> ¿Dónde ocurre?
- Who? --> ¿A quién afecta?
- Why? --> ¿Por qué ocurre?
- How? --> ¿Cómo ocurrió?
- How much? --> ¿Cuánto representa en términos económicos?

Formato A3

Corresponde a una manifestación visual de un proceso de pensamiento para la resolución de problemas. En términos generales, un A3 permite representar visualmente y de forma reducida, un procesos de mejora que plantea problemas y soluciones. En consecuencia, un proceso de mejora continua podría ser registrado en múltiples A3 elaborados secuencialmente.

Para confeccionar un plan A3, se deben considerar los siguientes elementos:

- **Contexto:** debe definir las dimensiones del problema, problemáticas específicas y potenciales impactos.
- **Situación Actual:** es el complemento del contexto, en el se establece el estado actual del problema y los aspectos relacionados con este.
- **Meta u Objetivos:** la meta es útil para representar la condición de suficiencia; los objetivos específicos estarán asociados a las dimensiones del problema, deben ser cuantificables y su alcance debe ser medible.
- **Análisis:** este paso es el más importante, pues si la causa no está claramente indicada podrías resolver el problema equivocado o no resolverlo correctamente. Se genera un diagrama de causa-efecto y el análisis detallado con la técnica de los 5 Porqués.
- **Contramedidas:** se genera un consenso involucrando a las personas afectadas sobre cuáles son las mejores soluciones de todas las posibles medidas a aplicar.
- **Plan:** desarrollar el plan de implementación con las acciones detalladas, determinando responsables, que se espera obtener con cada medida y el plazo de ejecución y control.
- **Seguimiento:** definir los indicadores adecuados para la verificar que las medidas adoptadas tienen un efecto positivo y se acercan a los objetivos inicialmente planteadas; controlar los indicadores de seguimiento para poder evaluar y corregir; en la fecha especificada en el plan de seguimiento, medir y documentar los resultados de la ejecución.

PROPUESTA METODOLÓGICA

CAPÍTULO 3

Participantes de proceso

En primer lugar, para que las iniciativas de mejoramiento sean sostenibles en el tiempo, es esencial el involucramiento de los mandos medios y altos de la empresa. Pues, son ellos quienes deben transmitir a los trabajadores la importancia de las iniciativas de mejoramiento continuo.

Además, para la ejecución de la metodología se requiere un/a facilitador/a interno en la empresa, con conocimientos en Lean Construction. Dicha persona será la encargada de organizar y dirigir los "Talleres de Mejora Continua", velando por el cumplimiento de las iniciativas y actividades propuestas.

También, es importante que en los Talleres se involucre a la mayor cantidad posible de trabajadores, incluyendo todos los niveles jerárquicos. De este modo, se sugiere conformar grupos de al menos 7 participantes, con el fin de contar con una visión más amplia y objetiva de la situación actual.



Cronograma de metodología

La propuesta metodológica se divide en cuatro fases:

- Fase I: Previo a la Implementación
- Fase II: Elaboración del Plan de Mejora
- Fase III: Implementación del Plan de Mejora
- Fase IV: Posterior a la Implementación

La forma de abordar cada una de ellas será mediante "Talleres de Mejora Continua", serán 6 sesiones en total (modalidad online o presencial) y cada una tendrá una duración de 150 min (con break a medio tiempo).

A continuación en la *Tabla 1* se presenta el cronograma de la metodología. Las fases ya mencionadas se subdividen en Talleres, cada uno con objetivos bien definidos.

Tabla 1 - Cronograma general de la propuesta metodológica.

FASE	TALLER	OBJETIVOS
Fase I: Previo a la Implementación	Taller 1: Formación en conceptos Lean	Presentación de metodología y cronograma de trabajo - Revisión de teoría - Actividad introductoria "Identificación de Mudas".
Fase II: Elaboración del Plan de Mejora	Taller 2: Identificación de oportunidades de mejora	Diagnostico inicial - Lluvia de ideas de problemas - Contexto y descripción del problema - Establecer metas u objetivos.
	Taller 3: Análisis e identificación de causa raíz	Analizar las causas que están originando el problema - Encontrar la causa raíz.
	Taller 4: Propuestas de mejora y plan de acción	Elaborar contramedidas a la causas encontradas - Clasificar las propuestas y adoptar las mas viables - Generar un plan de acción.
Fase III: Implementación del Plan de Mejora	Taller 5: Comunicar e implementar el plan	Comunicar el plan de acción al equipo (plazos, responsables, actividades) - Establecer fechas de monitoreo - Dar pie a la implementación.
Fase IV: Posterior a la Implementación	Taller 6: Evaluar implementación y compartir resultados	Evaluación de la implementación - Correcciones al plan - Comunicar resultados al equipo - Estandarizar.

En las secciones siguientes se detallan los conceptos y actividades sugeridas para cada Taller, con el fin de cumplir los objetivos declarados e ir avanzando de manera contundente en el camino de la Mejora Continua.

TALLER 1: FORMACIÓN EN CONCEPTOS LEAN

CAPÍTULO 3.1

La metodología comienza con el "Taller 1: Formación en conceptos Lean", el cual se divide en tres partes. En primer lugar, se conoce a los miembros del equipo y se les presenta la metodología, junto con el cronograma de trabajo. Luego, se realiza una capacitación de los conceptos y herramientas que aborda la metodología. Finalmente, para repasar los conceptos revisados se realizará una actividad práctica enfocada principalmente en la identificación de pérdidas.

Actividades del Taller 1

1.a) Capacitación sobre conceptos básicos

- Objetivo: capacitar al equipo de trabajo en conceptos básicos de Lean Construction. En particular, revisar los principios Lean y la importancia de comprender los conceptos "Valor" y "Desperdicios". Adicionalmente, presentar las técnicas y herramientas que serán necesarias para el camino hacia la mejora continua de la organización. Todo este material se encuentra disponible en los Capítulos 1 y 2 de este documento.
- Modalidad: Presentación del facilitador interno con participación del grupo.
- Duración: 40 minutos

1.b) Identificación de desperdicios

- Objetivo: Verificar que el personal involucrado en el Ciclo de Mejora ha internalizado los conceptos de Lean Construction. En concreto, se espera que entiendan y clasifiquen los desperdicios presentes en su área de trabajo.
- Modalidad: Actividad práctica ejecutada en grupos y guiada por el facilitador. En Anexos se incluye "Planilla Identificación de Mudras" para ejecutar la actividad.
- Duración: 35 - 40 minutos.

TALLER 2: IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA

CAPÍTULO 3.2

La segunda fase de la metodología, comienza con el Taller 2. El primer paso es realizar un levantamiento de la escenario actual de la organización ("como se hacen las cosas"), a menos que ya exista y este documentado.

A continuación, mediante una discusión grupal, se identifican y agrupan los problemas u oportunidades de mejora presentes en el área. Posteriormente, se selecciona uno de los problemas para optimizar/resolver primero, se describe su contexto y define en función de la herramienta 5W2H. Finalmente, se establecen los objetivos específicos requeridos (escenario futuro).

Actividades del Taller 2

2.a) Descripción del Escenario Actual

- Objetivo: Conocer y documentar el escenario actual de la empresa. El estándar necesario para medir los cambios generados con la implementación de la metodología.
- Modalidad: Discusión grupal guiada por el facilitador, con lo cual se construye un mapeo del flujo de valor (VSM actual).
- Duración: 25 min

2.b) Identificar oportunidades de mejora

- Objetivo: Reconocer procesos, actividades u acciones que se desarrollen cotidianamente en la organización y que pueden ser mejoradas o eliminadas.
- Modalidad: actividad colaborativa, donde todos los participantes generan una lluvia de ideas que posteriormente es discutida, con el fin de seleccionar un problema.
- Duración: 35 minutos.

2.c) Contexto y definición del problema

- Objetivo: Describir el contexto del problema seleccionado para el "Ciclo de Mejora". Adicionalmente, se define mediante la utilización de la herramienta 5W2H, donde se indica cuando o la frecuencia con que ocurre, en qué área o proceso, se indaga en posibles causas y cuantifican las consecuencias negativas que trae.
- Modalidad: actividad colaborativa, todos los participantes plantean sus ideas y se designa integrante para que registre la información intercambiada.
- Duración: 40 minutos.

2.d) Descripción del Escenario Futuro

- Objetivo: Comprender que beneficios se pueden obtener con la optimización o eliminación de la oportunidad de mejora seleccionada y redactar los objetivos.
- Modalidad: Discusión grupal guiada por el facilitador, con lo cual se registran los objetivos específicos y se construye un mapeo del flujo de valor de la meta (VSM futuro).
- Duración: 30 minutos

El objetivo principal del Taller 2 es la definición completa del problema a optimizar, no se debe pensar en soluciones aún, sólo revisar y analizar objetivamente la información existente.

TALLER 3: ANÁLISIS E IDENTIFICACIÓN DE CAUSA RAÍZ

CAPÍTULO 3.3

En la tercera sesión, se procederá a identificar las causas que dan origen al problema en cuestión. Para ello, se utilizará el Diagrama de Ishikawa junto al método de las 6M's para identificar todos los motivos posibles, posteriormente se aplica un análisis de 5 Por qué a las causas más probables, con el fin de hallar la causa raíz del problema y una contramedida.

En Anexos, se adjuntan las planillas sugeridas para trabajar las actividades propuestas en este taller: "Planilla Diagrama de Ishikawa" y "Planilla Técnica de 5 Por qué".

Actividades del Taller 3

3.a) Identificación de causas mediante Diagrama de Ishikawa

- Objetivo: Identificar los motivos que dan origen al problema seleccionado para mejorar.
- Modalidad: En un panel colaborativo, el equipo plantea y discute las causas que consideren dan origen al problema. Las causas se deben clasificar en 6 categorías: Mano de obra, Materiales, Máquina, Método, Medición y Medio (6M's).
- Duración: 50 minutos.

3.b) Identificar de causa raíz

- Objetivo: Identificar la causa raíz del problema y plantear las primeras contramedidas.
- Modalidad: A partir de las causas identificadas con el Diagrama de Ishikawa, primero seleccionar las 3 causas, a juicio del grupo, más probables. Luego, realizar un análisis de 5 Por qué para detectar la causa raíz del problema.
- Duración: 50 min

TALLER 4: PROPUESTAS DE MEJORA Y PLAN DE ACCIÓN

CAPÍTULO 3.4

El cuarto Taller requiere creatividad, participación y esfuerzo de todo el equipo involucrado en la Mejora, pues se debe diseñar el plan de acción que posteriormente se implementara en la organización.

En primer lugar, se deberá plantear una serie de propuestas de mejora para complementar las contramedidas generadas en la sesión pasada. Luego, las propuestas deberán clasificarse según su impacto y facilidad de implementación, considerando también los recursos (económicos, personal, tiempo) disponibles y plazos destinados para el proceso de implementación.

Posteriormente, cuando las propuestas de mejora estén clasificadas, se creará un plan de acción. Este plan contemplará un análisis detallado del problema, objetivos medibles, acciones a tomar y responsables, plan de seguimiento e indicadores para medir los resultados.

En Anexos, se adjuntan las planillas sugeridas para trabajar las actividades propuestas en este taller: "Planilla Clasificación de Propuestas" y "Planilla Plan de Acción".

Actividades del Taller 4

4.a) Propuestas de mejora y clasificación

- Objetivo: Generar ideas para solucionar el problema en cuestión, es importante considerar toda la información que surja, sin descartar ninguna sugerencia.
- Modalidad: Mediante una lluvia de ideas en un panel colaborativo, el equipo plantea sus sugerencias, las que posteriormente son leídas en conjunto. A continuación, las ideas se clasifican en 4 grupos: apuestas ganadoras, tácticas simples, ideas locas y desperdicio de tiempo. Finalmente, se escogen las ideas de las dos primeros grupos para elaborar el plan de acción.
- Duración: 40 minutos.

4.b) Elaboración del Plan de Acción

- Objetivo: Crear un procedimiento de trabajo para optimizar el proceso o eliminar el problema en cuestión.
- Modalidad: En un panel colaborativo, el equipo de trabajo discute que acciones serán necesarias para el plan de acción, los responsables e involucrados, el tiempo de aplicación de cada actividad y de que manera se medirá el impacto de las acciones.
- Duración: 80 minutos.

Es importante que en la sesión 3, la asistencia y participación del personal sea alta, pues si se involucran desde ya en el plan de acción, no será complejo entenderlo o implementarlo cuando este sea comunicado en la reunión siguiente. Además, el equipo estará mejor preparado cuando se inicie un nuevo Ciclo de Mejora Continua en la Organización.

TALLER 5: COMUNICAR E IMPLEMENTAR PLAN

CAPÍTULO 3.5

La tercera fase de la metodología consiste en comunicar el plan e iniciar la implementación del mismo. El Taller 5 es únicamente informativo, pero requiere la asistencia obligatoria del equipo para aclarar cualquier duda que surja respecto al plan elaborado.

Por lo tanto, similar al Taller 1, será el facilitador el encargado de liderar la sesión con una exposición detallada del plan. Esta sesión, a diferencia de las demás, tendrá una duración de 90 minutos.

1. Comunicar el plan

Se presenta al equipo el plan de acción detalladamente. Considerando un plazo de aplicación de 3 semanas.

- Acciones
- Responsables
- Área y personal involucrado
- Plazos
- Indicadores para medir el progreso

Se sugiere distribuir el plan en un formato A3 y ubicarlo en un lugar visible dentro del área de trabajo, para ello se adjunta en Anexos "Planilla Formato A3".

2. Fechas de monitoreo

Se establecen las fechas de monitoreo, con el fin de verificar que no existan problemas en la implementación, si se presentan debe corregirse y estudiar las causas de las dificultades encontradas lo antes posible. Si los inconvenientes del plan son muy grandes, se sugiere suspender la implementación y reformular el plan en un nuevo "Taller 4".

Se recomienda inspeccionar el proceso hasta que se identifique una estabilización en la curva de aprendizaje.

TALLER 6: EVALUAR IMPLEMENTACIÓN Y COMPARTIR RESULTADOS

CAPÍTULO 3.6

Con el Taller 6 se inicia la última fase de la propuesta metodológica. Posterior al evento, se debe evaluar el plan implementado, y en caso de ser necesario corregirlo para incorporarlo al estándar. Además, se deben compartir los resultados con el resto de los trabajadores, reconociendo cómo el trabajo en conjunto y coordinado ayuda en la optimización de procesos.

El propósito final es difundir el conocimiento y la cultura de mejora continua por toda la empresa, lo que se logra con el compromiso y trabajo constante de todos los miembros de la organización.

1. Evaluar el plan

En función de los indicadores definidos y la meta u objetivo propuestos se evalúa el plan implementado.

En caso que la implementación resulto como se esperaba, ésta se debe incorporar al estándar; de lo contrario, el plan necesitara correcciones y se deben desarrollar nuevamente los Talleres 4 y 5 para proponer un plan de acción modificado y validarlo.

El equipo también evaluará el desempeño y compromiso de los integrantes y dará a conocer las lecciones aprendidas a partir de esta experiencia, con el fin de aplicar esta metodología en otras áreas u obras de la compañía.

2. Compartir resultados

Cuando se evalúe que el resultado de la implementación fue de acuerdo a lo planificado, el proceso debe ser incorporado al estándar y difundido en la empresa.

3. Nuevo Ciclo de Mejora

Finalmente, se da pie para iniciar un nuevo ciclo de mejora. Este puede ser desarrollado por el mismo equipo considerando una nueva oportunidad de mejora, o bien tomar uno de los problemas ya identificados en el Taller 1 del Primer Ciclo de Mejora. También, podría aplicarse la metodología en otra área de la organización, con el fin de mitigar algún problema recurrente.

CONCLUSIONES

CAPÍTULO 4

La construcción es una industria cambiante, con proyectos con ciclo de vida breve y finito, además de alta rotación de personal. Lo anterior dificulta la estandarización de procesos de mejora continua, por lo que la implementación de la metodología propuesta es una forma altamente recomendada para lograr una cultura kaizen sostenida en el tiempo.

La búsqueda constante de oportunidades de mejora, causas raíz y planteamiento de acciones de mejora continua debe volverse recurrente e imperante en los proyectos de construcción. Además, el uso de Informe A3 permitirá que el conocimiento adquirido en los planes de mejora quede registrado, pasando a ser parte de la gestión de conocimiento de la empresa y, por lo tanto, una mejora estandarizada.

No obstante, la mejora debe sostenerse y potenciarse, dado que los procesos productivos están constantemente evolucionando; este último punto es el principal desafío para la instauración de una cultura de mejora continua, ya que implica someter todos los procesos recurrentemente a observación y

mejoramiento. Para lograrlo, un aspecto fundamental es el involucramiento de la gerencia; quienes juegan un triple papel en el sostenimiento de la cultura: deberán estar dispuestos a someter cada proceso y cada cambio a una evaluación crítica y sistemática para la identificación de oportunidades de mejora; incentivar y potenciar los talleres de planteamiento de planes de acción, con el fin de optimizar/eliminar desperdicios y solucionar causas raíces; y finalmente promover la estandarización de dichas mejoras a través de la gestión del conocimiento.

Por último, mencionar la importancia de dar el puntapié inicial a nuevos métodos que permitan aumentar la productividad y calidad del rubro constructivo nacional, pues la poca evolución e inestabilidad del sector es un tópico preocupante para la sociedad y economía. Por ello, la filosofía, cultura y herramientas que propone Lean (particularmente kaizen), son de gran valor para la evolución de la industria, apuntando a un sector más productivo, eficiente y sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, L.F. *et al.* (2017). "Lean Construction: Manual Práctico de Herramientas de Mejoramiento de Construcción". Editorial Centro UC Excelencia en Gestión de Producción (GEPUC).
- Arriola, B., Denis, A. & Rodríguez, S. (2018). "Evaluación inicial de un método para adoptar eventos kaizen en el sector de la construcción". *Revista Ingeniería de Construcción* 33(2), pp. 173-182.
- Hernández, J. & Vizán, A. (2013). "Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación". Madrid: Fundación Escuela de Organización Industrial (EOI).
- Imai, M. (1989). "Kaizen: la clave de la ventaja competitiva japonesa". México: Compañía Editorial Continental.
- Lean Enterprise Institute. (2014). "Lean Lexicon - A graphical glossary for Lean Thinkers". The Lean Enterprise Institute, 5th Edition.
- Muñoz, K. (2020). "Propuesta de bases metodológicas para el fomento de una cultura basada en la mejora continua en la construcción", Memoria para optar al título de Ingeniera Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- Pons, J. & Lezana, E. (2014). "Introducción a lean construction". Madrid: Fundación laboral de la construcción.
- Womack, J. & Jones, D. (1997). "Lean thinking - banish waste and create wealth in your corporation". *Journal of the Operational Research Society*, 48(11).

ANEXO A - ACTIVIDADES TALLERES

A1- Planilla "Identificación de Mudanças"

Para rellenar esta planilla, en la primera columna se debe registrar que tipo de desperdicio se identifica. Para agilizar este proceso se sugiere utilizar la siguiente abreviación:

D: Defectos

S: Sobre procesamiento

E: Esperas

Tr: Transporte

I: Inventario

M: Movimiento

P: Producción excesiva

Ta: Talento no utilizado

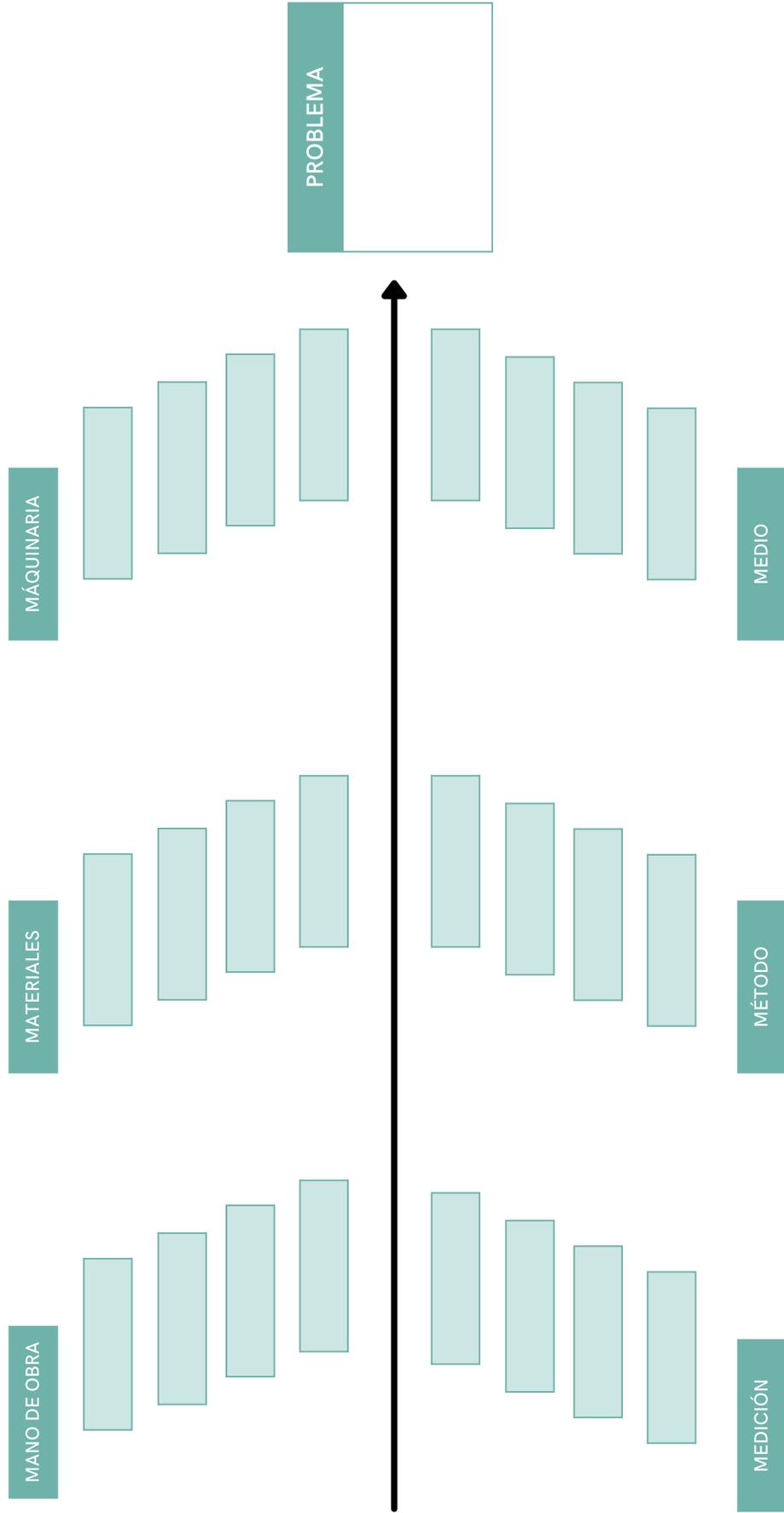
H: Hacer por hacer

En la columna de ÁREA se debe especificar con la mayor precisión posible donde se observa este desperdicio. En la columna correspondiente a MÁQUINA/ OPERARIO se debe identificar quién o qué incurre en este defecto. En la columna CANTIDAD/ FRECUENCIA, dependiendo del defecto se deberá rellenar con las unidades correspondientes, puede ser un número determinado, un intervalo de tiempo o frecuencia de ocurrencia. En las OBSERVACIONES se debe escribir todo lo que pueda ser útil para la identificación del defecto o de sus causas.

NOMBRE:	
SECTOR:	
FECHA:	

DESPERDICIO	ÁREA	MÁQUINA / OPERARIO	CANTIDAD / FRECUENCIA	OBSERVACIONES

A2 - Planilla "Diagrama de Ishikawa"



A3 - Planilla "Técnica 5 Por qué"

Primero defina brevemente el problema, luego aplique la técnica de los 5PQ de forma iterativa para encontrar la causa raíz y, finalmente proponga una contramedida.

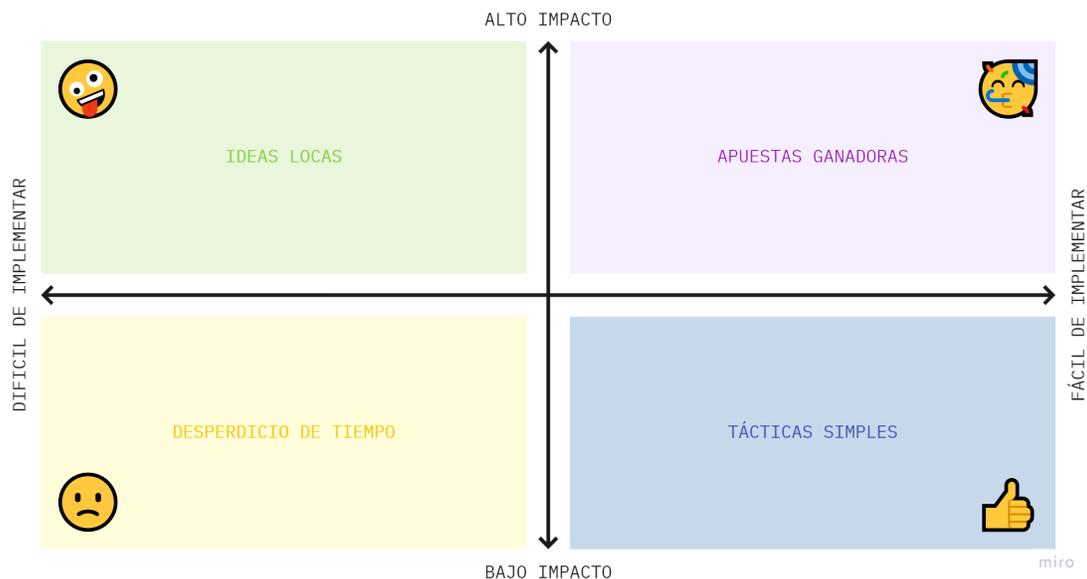
Ejecute nuevamente los pasos, esta vez para los problema 2 y 3. Se debe afrontar un problema a la vez, es decir, rellenar la planilla desde arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.

	PROBLEMA 1	PROBLEMA 2	PROBLEMA 3
¿POR QUÉ?			
CONTRAMEDIDA			

A4 - Planilla "Clasificación de Propuestas"

Las propuestas generadas se deben clasificar en estos cuatro grupos:

- Ideas Locas: Iniciativas que tienen un alto impacto pero son complejas de implementar.
- Desperdicio de tiempo: Actividades de bajo impacto y complejas de implementar.
- Tácticas simples: Acciones concretas y fáciles de implementar, sin embargo, no generar un gran impacto.
- Apuestas ganadoras: Propuestas en las cuales deberíamos enfocarnos, dado que son fáciles de implementar y generan un alto impacto.



A5 - Planilla "Plan de Acción"

El plan de acción debe contemplar las siguientes dimensiones:

- Acción: actividad o tarea que forma parte del plan de acción.
- Observación: objetivos y descripción de la actividad, personas involucradas, secuencia.
- Responsable: Individuo que se encargará de ejecutar, o bien fiscalizar la acción.
- Fecha de ejecución: momento en que debería realizarse la acción descrita.
- Métrica asociada: Indicador que permita realizar un seguimiento al plan de acción.

ACCIÓN	OBSERVACIÓN	RESPONSABLE	FECHA DE EJECUCIÓN	MÉTRICA ASOCIADA

A6 - Planilla "Formato A3"

TÍTULO			
	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">FECHA</td> <td style="text-align: center;">PROPIETARIOS</td> </tr> </table>	FECHA	PROPIETARIOS
FECHA	PROPIETARIOS		
CONTEXTO	CONTRAMEDIDAS		
<ul style="list-style-type: none"> ¿De qué estás hablando y por qué? 	<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son las opciones para enfrentar los desvíos y mejorar el desempeño de la situación actual? 		
SITUACIÓN ACTUAL	PLAN DE ACCIÓN		
<ul style="list-style-type: none"> ¿Dónde están las cosas ahora? Descripción medible de lo que se quiere cambiar 	<ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo lo implementarías?: acciones, plazos, responsables. 		
META / OBJETIVOS	SEGUIMIENTO		
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son los objetivos específicos requeridos? 	<ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo garantizamos que lograremos alcanzar las metas? ¿Cómo vamos a medir el resultado? 		
ANÁLISIS			
<ul style="list-style-type: none"> ¿Por qué existe determinado problema o necesidad? Determinar la causa raíz 			

ANEXO B - MATERIAL COMPLEMENTARIO

B1 - Comportamientos y rutinas básicas de Mejora Continua (MC)

1. Durante el trabajo diario, se comparten un conjunto de valores culturales que refuerzan la MC.
2. Se realiza la captura y el despliegue del aprendizaje acumulado tanto por grupos como por individuos.
3. El aprendizaje se basa en experiencias negativas y positivas de uno mismo y de otros.
4. La efectividad del trabajo está presente a través de las fronteras, externas e internas, en todos los niveles.
5. Participación proactiva de toda la organización en la mejora incremental.
6. El compromiso de participación y liderazgo en MC es mostrado por los gerentes en todos los niveles.
7. El apoyo y el refuerzo de los mecanismos y enfoques de MC como los procedimientos, los sistemas y la estructura de las organizaciones se evalúan periódicamente.
8. El desarrollo y monitoreo de mecanismos como el trabajo en equipo y la capacitación se utilizan para alentar la participación de los empleados en MC.
9. La actividad de mejora se prioriza junto con el enfoque en los objetivos y metas estratégicas de la organización por parte de los grupos individuales.
10. Los empleados demuestran la comprensión y el conocimiento de los objetivos y metas de las empresas.

B2 - Factores de incidencia negativa en los proyectos de construcción

- Errores en los diseños y falta de especificaciones.
- Modificaciones a los diseños durante la ejecución del proyecto.
- Falta de supervisión de los trabajadores.
- Agrupamiento de trabajadores en espacios muy reducidos (sobrepoblación en el trabajo).
- Alta rotación de trabajadores.
- Pobres condiciones de seguridad industrial que generan altas tasas de accidentes.
- Composición inadecuada de las cuadrillas de trabajo.
- Distribución inadecuada de los materiales en la obra.
- Falta de materiales requeridos.
- Falta de suministro de equipos y herramientas.
- Lotes con condiciones difíciles para su desarrollo.
- Excesivo control de calidad.
- Características de duración y tamaño de la obra que no motivan al personal.
- Clima y condiciones adversas en la obra

