

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA SEDE CONCEPCIÓN –
REY BALDUINO DE BÉLGICA**

**OPTIMIZACIÓN INTEGRAL DEL TALLER DE OPERACIONES EN EMPRESA
FLUITEK MARCO SPA MEDIANTE HERRAMIENTAS DE LA FILOSOFIA
LEAN: REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS Y MEJORA DEL FLUJO DE TRABAJO**

Proyecto de título para optar al Título Profesional de Ingeniería en Mantenimiento
Industrial.

Alumno: Daniel Antonio Castillo Ruiz.

Profesor Guía: Guillermo Felipe Larson Muñoz.

2025.



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): Memoria o trabajo de título Tesis de Postgrado

Título del trabajo: OPTIMIZACIÓN INTEGRAL DEL TALLER DE OPERACIONES EN EMPRESA FLUITEK MARCO SPA MEDIANTE HERRAMIENTAS DE LA FILOSOFIA LEAN: REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS Y MEJORA DEL FLUJO DE TRABAJO

Nombre del candidato(a): Daniel Antonio Castillo Ruiz

Carrera / Grado: Ingeniería en mantenimiento industrial

Campus: Sede concepción Departamento: Mecánica

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Guillermo Carrón Muñoz, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente DEJO CONSTANCIA que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

El trabajo **NO** contiene información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por (marcar una opción):

6 meses 12 meses 2 años 3 años 5 años 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 23/03/26

Firma: 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 23/03/26

Firma: 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que formaron parte de este proceso y que fueron fundamentales para poder llegar hasta esta etapa.

En primer lugar, agradezco profundamente a mis padres, quienes en los momentos en que quise dejar la carrera supieron darme la fuerza necesaria para continuar. Su apoyo y convicción fueron clave para no rendirme.

Agradezco también a mi hermana, por estar siempre dispuesta a ayudarme y acompañarme durante este camino.

A la Universidad Técnica Federico Santa María, por brindarme no solo una formación académica, sino también la oportunidad de conocer personas que contribuyeron significativamente a mi crecimiento personal y madurez.

A mi profesor guía, Guillermo Larson, por su constante disposición para ayudar, no solo en el desarrollo de esta tesis, sino también en instancias importantes como la búsqueda de práctica, demostrando siempre compromiso y apoyo.

A Dios, por poner en mi camino a todas estas personas, por escuchar mis oraciones y darme la luz y esperanza en los momentos en que sentí que perdía el rumbo.

A mis amigos, en especial a Cristóbal, por enseñarme la importancia de la superación personal y por ayudarme a creer en mí, y a Rodolfo, por su alegría constante y por hacer de cada entrenamiento un momento más llevadero.

A la selección de fútbol de la universidad, por enseñarme que la formación no solo pasa por lo académico, sino también por el desarrollo personal, el compromiso y el trabajo en equipo, formando estudiantes integrales.

Finalmente, a Camila, mi pareja, por su apoyo incondicional, por darme fuerzas en los momentos difíciles y por motivarme a seguir adelante cuando pensé en desistir. Su confianza en mí fue fundamental para poder terminar esta etapa.

TABLA DE CONTENIDOS

Agradecimientos	2
Índice de figuras.....	7
Índice de tablas	8
Resumen	10
Objetivo general	11
Objetivos específicos	11
CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1 Antecedentes del proyecto	13
1.1.1 Política integrada de la empresa	14
1.1.2 Diagrama organizacional	15
1.1.3 Análisis de la cadena de valor	16
1.1.4 Diagnóstico.....	18
1.2 Descripción del proyecto	19
1.2.1 Alcance del proyecto	20
1.3 Contexto operacional del taller.....	21
1.4 Evaluación sobre Fluitek Marco	23
1.5 Justificación del proyecto	24
1.6 Beneficios del proyecto	25
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	27
2.1 Origen y evolución de la filosofía Lean	28
2.2 El concepto desperdicio (muda)	28

2.3 Tipos de muda	29
2.3.1 Sobreproducción	29
2.3.2 Inventario innecesario.....	29
2.3.3 Transporte innecesario	29
2.3.4 Procesos innecearios.....	29
2.3.5 Tiempos de espera	29
2.3.6 Movimientos innecesarios	30
2.3.7 Defectos.....	30
2.3.8 Desperdicio de talento humano	30
2.4 Evaluación sobre Fluitek Marco	30
2.5 Cinco principios Lean	31
2.5.1 Especificar el valor.....	31
2.5.2 Identificar el flujo de valor (VSM)	32
2.5.3 Establecer flujo continuo	33
2.5.4 Implementar el sistema pull	33
2.5.5 Buscar la perfección (Kaizen).....	34
2.6 Línea estratégica.....	34
2.6.1 Conceptos de misión y visión	34
CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN	36
3.1 Definición de la propuesta	37
3.2 Justificación de la propuesta	38
3.3 Plan de mejora integral.....	38

3.4 Propuestas físicas.....	39
3.4.1 Implementación de las 5S	39
3.4.2 Plan de acción 5S	39
I. Preparación y sensibilización.	40
II. Implementación de las 5S.....	40
III. Seguimiento y mejora continua	41
3.5 Optimización del layout.....	42
3.5.1 Definir objetivos y restricciones.....	42
3.5.2 Analizar el VSM y cuantificar flujos	42
3.5.3 Establecer criterios de diseño.....	46
3.5.4 Generar alternativa de layout.....	46
3.5.4.1 Desarrollo de area de reparación	46
I. Área de Limpieza	47
II. Área de diagnóstico	47
III. Zona de espera	48
IV. Zona de reparación	49
3.5.4.2 Desarrollo área de fabricación	49
I. Recepción de materiales	50
II. Corte y preparación de material.....	51
III. Armado de estructura y soldadura	52
IV. Montaje de Componentes y Ensamble Final.....	53
3.5.5 Planificar implementación por fases	54

3.5.6 Validar y ajustar.....	55
3.5. Estandarizar y mantener	55
3.6 Gestión organizativa y fortalecimiento institucional.....	55
3.6.1 Gestión de respuesta al cliente.....	56
3.6.2 Política de gestión de respuesta	56
3.6.3 Plazo máximo de diagnóstico y presupuesto	56
3.6.4 Plazo máximo de respuesta del cliente	56
3.6.5 Devolución de equipos sin gestión	56
3.6.6 Propuesta de nueva misión y visión empresarial	57
3.6.7 Misión Empresarial	57
3.6.8 Visión Empresarial	57
3.7 Sistema de control y verificación del taller de operaciones.....	58
3.7.1 objetivo del sistema.....	58
3.7.2 Alcance	58
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE LAS PROPUESTAS.....	60
4.1 Introducción al análisis de viabilidad	61
4.2 Viabilidad técnica	61
4.2.1 Factibilidad de la propuesta A (reorganización de diagnóstico y reparación)	61
4.2.2 Factibilidad de la propuesta B (optimización del área de fabricación y obras civiles)	62
4.2.3 Requerimientos de equipamiento crítico y capacidades técnicas	62
4.2.4 Competencias del personal	63

4.3 Viabilidad económica	63
4.3.1 Presupuesto área de reparación	64
4.3.2 Presupuesto área de fabricación	65
4.4 Evaluación de Beneficios	65
4.4.1 Impacto en la Capacidad y Rentabilidad	66
4.4.2 Proyección del retorno de inversión (ROI).....	66
4.5 Conclusiones del análisis de viabilidad	67
Conclusión	68
Recomendaciones	69
Referencias.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Política integrada de Fluitek Marco	12
Figura 2 Diagrama organizacional	15
Figura 3 Diagrama organizacional del taller de operaciones industriales	15
Figura 4 Diagrama causa-efecto	22
Figura 5 Diagrama de la problemática	37
Figura 6 Plano de planta taller de operaciones industriales Fluitek Marco	43
Figura 7 Diagrama de valor servicio de reparación (VSM)	44

Figura 8	Diagrama de valor fabricación de unidades (VSM)	45
Figura 9	Plano de nuevo layout propuesto	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Matriz de alcance	20
Tabla 2	Matriz de beneficios	26
Tabla 3	Ejemplo tabla VSM	32
Tabla 4	Implementación requerida en área de limpieza	47
Tabla 5	Implementación requerida en área de diagnóstico	47
Tabla 6	Implementación requerida en zona de espera	48
Tabla 7	Implementación requerida en zona de reparación	49
Tabla 8	Equipamiento requerido en zona de recepción de materiales	50
Tabla 9	Equipamiento requerido en zona de corte y preparación del material	51
Tabla 10	Equipamiento requerido en zona de armado de estructura y soldadura	52
Tabla 11	Equipamiento requerido en zona de montaje de componentes y ensamble final	53

Tabla 12	Misión propuesta	57
Tabla 13	Visión propuesta	58
Tabla 14	Presupuesto área de reparación	64
Tabla 15	Presupuesto área de fabricación	65
Tabla 16	Valorización del proyecto	67

RESUMEN

El presente proyecto, titulado "Optimización integral del taller de operaciones en empresa Fluitek Marco SPA mediante herramientas de la filosofía Lean", tiene como objetivo mejorar la eficiencia del taller a través de la reducción de desperdicios y la optimización del flujo de trabajo. Actualmente, el taller presenta un desempeño OTIF del 70%, lo que refleja dificultades para cumplir con los plazos de entrega. Esta situación se explica por problemas como un layout desordenado, la subutilización del personal calificado, la falta de estandarización y tiempos de espera prolongados por la aprobación de presupuestos.

Para enfrentar estas problemáticas, se propone la aplicación de herramientas de la filosofía Lean, como la metodología 5S para mejorar el orden y la organización, el uso de Mapas de Flujo de Valor (VSM) para identificar ineficiencias, y el rediseño del layout con el fin de lograr un flujo de trabajo más continuo. Además, se plantean mejoras en la gestión interna, incorporando una misión y visión claras, junto con políticas de respuesta al cliente que permitan reducir los tiempos de espera.

El proyecto se caracteriza por su enfoque práctico, ya que conecta directamente la teoría con la realidad del taller. Herramientas como el diagrama de Ishikawa y el VSM permiten entender de forma clara dónde se generan las pérdidas de eficiencia. A esto se suma que la empresa ya cuenta con una base técnica e infraestructura adecuada, lo que facilita la implementación de las mejoras propuestas.

En términos económicos, se estima una inversión de \$18.870.000, con un retorno esperado en un plazo de 7 a 8 meses. Esto se logra principalmente gracias al aumento en la capacidad operativa y a la reducción de los tiempos de entrega, pasando de 9 a 4 días en reparaciones y de 22 a 14 días en fabricación. En conjunto, la propuesta no solo mejora los indicadores del taller, sino que también aporta a un uso más eficiente de los recursos y a una mayor competitividad de la empresa.

En conclusión, esta propuesta representa una solución integral y viable para abordar las deficiencias operativas del taller de Fluitek Marco, contribuyendo tanto al desarrollo organizacional como a la formación profesional en el ámbito de la ingeniería en mantenimiento industrial.

OBJETIVO GENERAL

Optimizar integralmente el taller de operaciones industriales de Fluitek Marco mediante la aplicación de principios de la filosofía Lean, con el fin de reducir desperdicios, mejorar el flujo de trabajo, aumentar la eficiencia en el uso de recursos y mejorar tiempos de producción.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el estado actual de los procesos del taller, detallando cada etapa de trabajo, tiempos involucrados, uso de recursos y detectando puntos críticos de ineficiencia.
- Identificar y adaptar herramientas de la filosofía Lean que puedan aplicarse en el taller para mejorar el rendimiento de los procesos productivos.
- Rediseñar los procesos del taller para optimizar el uso del espacio, reducir desplazamientos innecesarios y facilitar una producción más fluida y ordenada.
- Analizar la viabilidad de las propuestas de mejora considerando aspectos técnicos, legales y económicos, con el fin de sustentar su implementación.

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Fluitek Marco es una empresa chilena especializada en el diseño, suministro, instalación y mantenimiento de sistemas de protección para motores y maquinaria industrial, orientados principalmente a los sectores de la minería, la construcción y la industria forestal. Su propósito es asegurar la continuidad operativa y la eficiencia de equipos críticos en condiciones de trabajo exigentes, entregando soluciones confiables, personalizadas y de alto estándar técnico.

La empresa opera con un equipo multidisciplinario de ingeniería y servicio distribuido estratégicamente en sus sucursales de Antofagasta, Talcahuano y Santiago, desde donde atiende de forma eficiente a clientes a lo largo de todo el país. Su oferta de valor incluye desde asesorías y estudios de factibilidad, hasta el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas oleohidráulicos, de lubricación, calefacción, filtración, pesaje y supresión de incendios.

Fluitek trabaja con una red de proveedores internacionales reconocidos por su innovación, confiabilidad y calidad en la fabricación de componentes industriales. Estas alianzas permiten integrar soluciones especializadas para maquinaria de alto rendimiento en sectores exigentes como minería, construcción e industria forestal. La empresa se ha consolidado como un actor estratégico en la ingeniería aplicada a maquinaria pesada, representando marcas líderes como:

- AFEX
- Parker Racor
- Proheat
- Danfoss
- Dana Brevini
- Lincoln
- Fike
- Gardner Denver
- TAMTRON
- Hotstart
- Sy-Klone

En su compromiso con la mejora continua y la seguridad operativa, Fluitek promueve la implementación de manuales de procedimiento, planes de mantenimiento y capacitaciones técnicas, con un enfoque en la prevención de fallas y la optimización del rendimiento de los equipos. Esta visión le ha permitido posicionarse como una empresa confiable, innovadora y técnicamente competente en el sector industrial chileno.

1.1.1 POLÍTICA INTEGRADA DE LA EMPRESA

Para entender cómo la empresa lleva a cabo sus procesos y toma decisiones, es importante considerar su política integrada. Esta refleja los compromisos de Fluitek Marco con la calidad de sus servicios, la seguridad de sus trabajadores y el cuidado del medio ambiente. A continuación, se presenta esta política:

POLÍTICA INTEGRADA DE SEGURIDAD Y

SALUD EN EL TRABAJO, MEDIO AMBIENTE Y CALIDAD

Somos una empresa especializada en la instalación de sistemas de supresión de incendios, así como en el suministro y mantenimiento de productos industriales, incluyendo sistemas oleohidráulicos, enfocados en los sectores de minería e industria en general. Nos comprometemos a garantizar la continuidad operacional de nuestros clientes, cumpliendo estrictamente con sus requisitos y ofreciendo soluciones ágiles y flexibles que priorizan la seguridad de las personas y la protección del medio ambiente.

- **Eliminar peligros y gestionar riesgos** que puedan afectar la seguridad y salud en el trabajo, el medio ambiente y la calidad de nuestros procesos.
- **Proporcionar condiciones de trabajo seguras y saludables** para prevenir lesiones y/o enfermedades profesionales a nuestros trabajadores directos, de clientes y de terceros.
- **Cumplir con la legislación aplicable en todos nuestros lugares de trabajo**, así como la normativa aplicable y otros compromisos que se suscriban.
- **Prevenir la contaminación y proteger el medio ambiente**, fomentando el uso responsable de los recursos naturales, optimizando su eficiencia y adoptando tecnologías que reduzcan el impacto ambiental, promoviendo así un futuro más sostenible.
- **Promover la mejora continua y la excelencia en todas las áreas** relacionadas, con la calidad, la seguridad y salud en el trabajo, y la protección del medio ambiente.
- **Reafirmar nuestro compromiso con la participación y consulta de los trabajadores**, así como de sus representantes cuando corresponda, fortaleciendo la colaboración efectiva en todos los niveles de la organización.

En concordancia con estos principios, la alta gerencia de Fluitek se compromete a liderar con responsabilidad, motivando a cada integrante de la organización a involucrarse activamente y asumir su rol en el logro de los objetivos de seguridad y salud en el trabajo, medio ambiente y calidad.

Política integrada de Fluitek Marco. (figura 1)

1.1.2 DIAGRAMA ORGANIZACIONAL

A continuación, en el siguiente diagrama se presenta la estructura organizacional de Fluitek Marco, donde se visualizan los distintos cargos y áreas que conforman la empresa. Esta organización permite entender cómo se distribuyen las funciones dentro de la organización, facilitando el desarrollo coordinado de sus actividades operativas y administrativas.

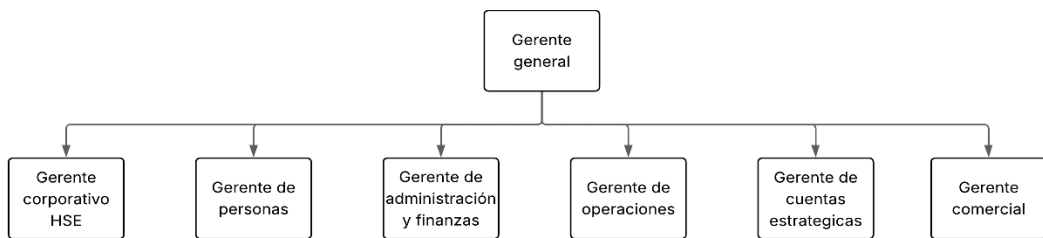


Diagrama organizacional. – creación propia (figura 2)

El diagrama organizacional del taller de operaciones industriales de Fluitek Marco refleja la distribución de roles y responsabilidades dentro del taller, abarcando desde las áreas de fabricación de unidades oleohidráulicas hasta los servicios de reparación. Esta estructura jerárquica es fundamental para garantizar la eficiencia operativa, la correcta asignación de recursos y la optimización de los flujos de trabajo, asegurando que cada etapa del proceso productivo y de mantenimiento se realice de manera coordinada y sin interrupciones, contribuyendo a la mejora continua del taller.

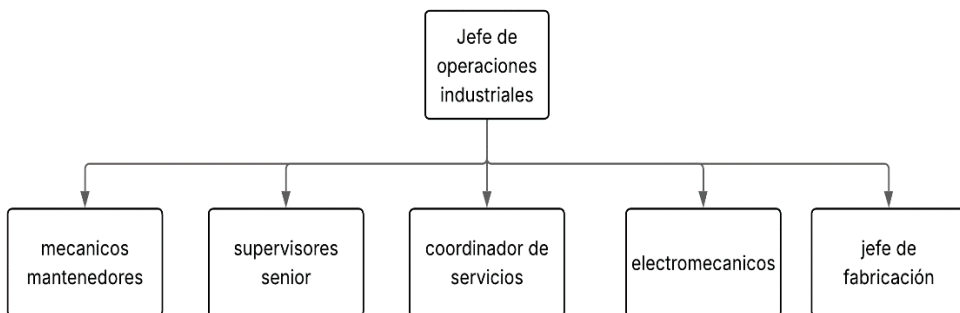


Diagrama organizacional del taller de operaciones industriales. – creación propia (figura 3)

1.1.3 ANÁLISIS DE LA CADENA DE VALOR

Al analizar la cadena de valor estamos identificando las actividades clave que contribuyen a la creación de valor en un producto o servicio, desde la adquisición de materiales hasta la entrega al cliente final. Este análisis permite detectar áreas de mejora en términos de eficiencia, costos, calidad y diferenciación, lo cual es crucial para optimizar procesos y aumentar la competitividad.

A continuación, se procederá a revisar la cadena de valor correspondiente a los procesos de oleohidráulica y al servicio de reparación de equipos en el taller de operaciones industriales de Fluitek Marco. Este análisis permitirá descomponer las actividades que agregan valor en cada etapa, desde la adquisición de componentes hasta la entrega del producto o servicio al cliente final. Con ello, se busca identificar oportunidades de mejora en cuanto a eficiencia, gestión de recursos, calidad del servicio y tiempos de respuesta, tanto en la fabricación de unidades oleohidráulicas como en la atención a equipos que ingresan para reparación. Este enfoque facilitará la propuesta de estrategias que optimicen el desempeño operativo del taller y aumenten la competitividad de la empresa en el mercado.

1. Diseño e ingeniería

- Definición de necesidades del cliente (fuerza, presión, velocidad).
- Cálculo de caudales, presiones, y selección de componentes.
- Uso de software CAD para diseñar el circuito hidráulico.

2. Fabricación y ensamble

- Compra de componentes bombas, cilindros, válvulas, motores hidráulicos, mangueras, tanques, etc.
- Maquinado de piezas metálicas (bloques, tapas, estructuras).
- Ensamble de unidades hidráulicas.

3. Pruebas y control de calidad

- Verificación de fugas, presión, caudal y eficiencia del sistema.
- Uso de bancos de prueba hidráulicos.
- Certificación del funcionamiento antes de la entrega.

4. Distribución y logística

- Transporte de unidades hidráulicas a clientes o sistemas finales.
- Embalaje especializado para proteger los equipos.

5. Instalación y puesta en marcha

- Montaje del sistema hidráulico en maquinaria o línea de producción.
- Revisión de conexiones, carga de aceite, purga de aire y ajustes.

6. Operación y mantenimiento

- Funcionamiento continuo en el entorno de trabajo.
- Mantenimiento preventivo y correctivo (cambio de filtros, análisis de aceite, ajuste de válvulas, etc.).

7. Servicio técnico y reparación

- Diagnóstico de fallas y análisis de causas.
- Reparación o reemplazo de componentes defectuosos.
- Pruebas post reparación.

8. Fin de vida útil o reutilización

- Retiro del sistema oleohidráulico al final de su ciclo de vida.
- Recuperación de partes reutilizables o reciclaje de materiales.
- Tratamiento adecuado del aceite usado y residuos peligrosos.

1.1.4 DIAGNÓSTICO

El análisis de la cadena de valor del taller oleohidráulico de Fluitek Marco ha permitido identificar con claridad las partes involucradas y los flujos de trabajo. Posteriormente, se evidencia que, si bien la empresa cuenta con capacidades destacables en la etapa de diseño e ingeniería, apoyadas por el uso de software especializado y la existencia de registros técnicos, el resto de la cadena presenta importantes brechas que limitan la eficiencia operativa y la calidad del servicio ofrecido.

Las principales debilidades se encuentran en la falta de planificación de la producción, la ausencia de estandarización en los procesos de ensamble, el desorden en el layout del taller y la inexistencia de un banco de pruebas operativo. Estas falencias se traducen en tiempos improductivos, interferencias entre trabajos y productos sin verificación adecuada antes de su entrega. Asimismo, la gestión logística, la instalación en terreno y el servicio postventa carecen de protocolos definidos, lo que disminuye la confiabilidad del servicio y puede afectar la satisfacción del cliente.

El diagnóstico operativo también evidencia que el indicador OTIF (On Time In Full) del taller alcanza aproximadamente un 70%, valor que se ve directamente impactado por la actual configuración logística y organizacional del taller. Uno de los hallazgos más relevantes corresponde a la subutilización del personal técnico especializado. En particular, el mecánico encargado de la fabricación de unidades oleohidráulicas destina una parte significativa de su jornada laboral a la operación de la grúa horquilla para el traslado de componentes y equipos dentro del taller. Esta dualidad de funciones genera una pérdida de horas-hombre calificadas en actividades de mayor valor agregado, afectando directamente la eficiencia del proceso productivo y aumentando el Lead time que es el tiempo total que transcurre desde que un equipo ingresa al taller hasta que es entregado al cliente, tanto en trabajos de fabricación como de reparación.

En este contexto, la implementación de una grúa puente surge como una solución estratégica que no solo apunta a mejorar las condiciones de seguridad en la manipulación de cargas, sino también a optimizar el flujo interno de materiales y liberar capacidad técnica del personal especializado. De esta manera, se espera reducir tiempos improductivos, mejorar la utilización del recurso humano y contribuir al incremento del desempeño operativo del taller.

Por otro lado, la gestión del área de reparación presenta deficiencias críticas, como la falta de plazos definidos para la entrega y aprobación de presupuestos por parte de los clientes, lo que genera una acumulación innecesaria de equipos dentro del taller y limita la disponibilidad de espacio para nuevos trabajos. Finalmente, la gestión ambiental, aunque existente, resulta poco eficiente, con escasas iniciativas orientadas al reciclaje, reutilización de residuos o implementación de prácticas sustentables dentro del proceso productivo.

En base a lo anterior, se concluye que el taller cuenta con una base técnica sólida, pero requiere una profunda reorganización operativa, la implementación de estándares de trabajo, el mejoramiento del entorno físico y la formalización de procesos clave para avanzar hacia una producción más eficiente, confiable y sostenible. Estas mejoras permitirían no solo incrementar la capacidad productiva, sino también reducir tiempos de fabricación y reparación, optimizar el uso de recursos técnicos y fortalecer la competitividad de la empresa en un mercado exigente y altamente especializado como el de los sistemas oleohidráulicos.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como propósito la optimización integral del taller de operaciones industriales de la empresa Fluitek Marco, a través de la aplicación de herramientas de la filosofía Lean. El enfoque principal está orientado a mejorar el flujo de trabajo, reducir los desperdicios, reorganizar el espacio físico y aumentar la eficiencia en los procesos de fabricación y reparación de unidades oleohidráulicas y equipos misceláneos.

El proyecto contempla un diagnóstico detallado del proceso productivo, que incluye el desglose de etapas, medición de tiempos, uso de recursos y detección de tiempos improductivos. A partir de este análisis, se propone la implementación de herramientas Lean como 5S para la organización del taller, Kaizen para promover la mejora continua, y diagramas de valor (VSM) para identificar y eliminar desperdicios en el flujo de trabajo. Sumado a lo anterior se recomendará un cambio en la política de gestión de respuesta al cliente, con la finalidad de acortar los tiempos de aprobación presupuestaria, hacia el cliente que ayudará a acortar los tiempos de aprobación presupuestaria, y se propondrá la creación de la misión y visión de la organización, que en este momento es inexistente. Se incluye en el proyecto una evaluación técnica y económica para crear nuevas áreas dentro del taller que ayuden a mejorar la calidad con la que se ejecutan los

trabajos, estas áreas son, una estación de lavado, habilitación de zona de pintura, y una zona de corte para el área de fabricación.

Además, se evaluará el impacto de las mejoras propuestas mediante el indicador OTIF antes y después de su implementación, y se emplearan nuevos indicadores para evaluar la efectividad del proyecto en términos de mejor uso del espacio, disminución de costos y aumento de la capacidad de producción.

1.2.1 ALCANCE DEL PROYECTO

Este proyecto se enfoca exclusivamente en el área de operaciones industriales de la empresa Fluitek Marco, sin incluir la operación móvil. El alcance considera tanto la sección de fabricación de unidades nuevas como la de servicio técnico, debido a que ambas secciones comparten recursos, espacio y limitaciones organizativas. La optimización de estos procesos permitirá no solo mejorar el rendimiento interno del taller, sino también entregar un mejor servicio al cliente final.

Para entender de forma más clara cuáles son los temas que el proyecto va a tratar y cuáles no, se utiliza una matriz de alcance. Esta herramienta permite mostrar de manera simple qué partes de la organización serán incluidas en el proyecto y cuáles quedarán fuera. Gracias a esto, se puede enfocar mejor el trabajo y evitar que el proyecto se desvíe de su objetivo principal.

Elemento / Actividad	Dentro/fuera del alcance
Diagnóstico del proceso productivo	Sí
Optimización del layout del taller	Sí
Implementación de metodología 5S	Sí
Propuesta de mejora para el taller de pintura	Sí
Propuesta de creación de un área de lavado	Sí
Propuesta de creación de un área de corte a maestranza	Sí
Propuesta de protocolo de diagnóstico para reparaciones	Sí
Gestión de respuesta del cliente ante presupuestos	Sí
Sistema de indicadores de evaluación	Sí
Mejora en la organización de la bodega de repuestos	Sí
Propuesta de creación de misión, visión y valores	Sí
Diseño o construcción de banco de pruebas hidráulico	No
Monitoreo con sensores o automatización (IoT)	No
Desarrollo de un sistema de embalaje	No
Capacitación a clientes y manuales técnicos	No
Implementación de mejoras ambientales (reciclaje, reutilización)	No
Optimización del área de instalación y puesta en marcha	No
Seguimiento postventa	No

Matriz de alcance. - creación propia (Tabla 1)

1.3 CONTEXTO OPERACIONAL DEL TALLER

Fluitek Marco es una empresa especializada en la instalación de sistemas de supresión de incendios y en el suministro y mantenimiento de productos industriales, incluyendo sistemas oleo hidráulicos. La empresa está organizada en dos áreas principales: operación móvil y operaciones industriales. Dentro de esta última, se encuentran dos áreas clave: la fabricación de unidades oleohidráulicas nuevas y el servicio técnico de equipos que llegan para reparación.

El mercado oleohidráulico es altamente técnico y especializado, con una creciente demanda de equipos confiables, eficientes y de rápida disponibilidad. Este contexto exige a las empresas mantenerse competitivas, no solo en términos de calidad, sino también en eficiencia operativa y capacidad de respuesta. En este entorno, Fluitek Marco enfrenta el desafío de mejorar continuamente sus procesos para cumplir con los tiempos de entrega, aumentar su capacidad productiva y optimizar el uso de recursos.

El taller de operaciones industriales es crucial en este proceso, especialmente en la fabricación y reparación de equipos misceláneos y unidades oleohidráulicas. Sin embargo, dicho taller presenta una serie de problemas operativos que afectan la productividad y la eficiencia. A pesar de un intento previo de implementar la metodología 5S, esta no tuvo los resultados esperados, lo que resalta la necesidad de un enfoque más integral y adaptado a la realidad del taller. Asimismo, el indicador OTIF (En su sentido más simple, On Time in Full (OTIF) una métrica de la cadena de suministro. Y que su único propósito es medir la capacidad de una empresa para cumplir con los pedidos de los clientes) ha sido inconsistente, lo que refleja la dificultad para cumplir con los plazos de entrega comprometidos.

Dentro del taller, se observan varias áreas críticas que necesitan atención. Primeramente, la sala de pintura y el banco de pruebas no cumplen con los estándares operativos necesarios, lo que limita la calidad del servicio. Además, algunos equipos recibidos para reparación quedan a la espera de confirmación por parte de los clientes tras la elaboración del presupuesto, lo que genera mal utilización de espacio y demoras significativas. La ausencia de una política clara hacia el cliente para regular este proceso contribuye a la acumulación de equipos y a retrasos en la entrega de los mismos.

La distribución del espacio también presenta problemas: la acumulación de chatarra, la disposición inadecuada de estaciones de trabajo y la falta de organización en la bodega de repuestos son factores que contribuyen a la ineficiencia y a la falta de agilidad en los procesos. A pesar de los esfuerzos previos, el uso de una grúa horquilla para movilizar los equipos dentro del taller sigue siendo un desafío, ya que no permite un flujo de trabajo fluido y aumenta el riesgo de accidentes.

Con esta situación, se hace imprescindible realizar un diagnóstico exhaustivo del proceso productivo en el taller para identificar las principales fuentes de ineficiencia y proponer estrategias de mejora. Este proyecto tiene como objetivo tomar todos estos antecedentes previos para proponer ideas que optimicen el flujo de trabajo, el uso de recursos y la distribución del espacio, con el fin de mejorar la eficiencia operativa, aumentar la capacidad de producción y asegurar la calidad del servicio que Fluitek Marco ofrece a sus clientes.

Para ayudar a entender de mejor forma las causantes de la problemática de este proyecto, se decidió utilizar un diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa y efecto. Esta herramienta permite representar de manera estructurada las posibles causas que contribuyen al bajo rendimiento operativo del taller de operaciones industriales.

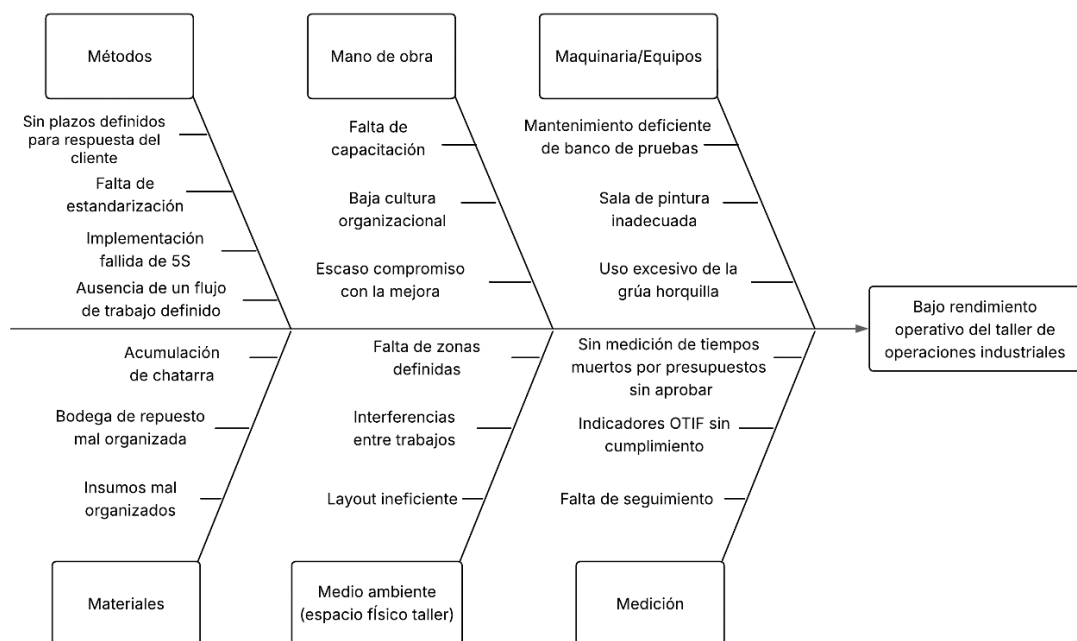


Diagrama causa efecto. – creación propia (figura 4).

Del análisis causa-efecto y la experiencia directa en el taller, se concluye que las causas que más impactan negativamente en el rendimiento operativo son: la ausencia de plazos definidos para la aprobación de presupuestos, la acumulación de chatarra en el área de trabajo, y las constantes interferencias entre distintos trabajos debido a una disposición física inadecuada. Estas tres causas están directamente relacionadas con el mal uso del espacio, la falta de organización y la ineficiencia en la gestión del flujo de trabajo, lo que repercute en retrasos, pérdida de capacidad y disminución de la productividad general del taller.

Sin plazos definidos para respuesta del cliente (Métodos): Esta es una de las causas más influyentes, ya que los equipos se acumulan innecesariamente en el taller mientras esperan la aprobación del presupuesto, lo que impide liberar espacio y avanzar con nuevos trabajos. La falta de un plazo o política genera retrasos, desorganización y una ocupación ineficiente del espacio.

Acumulación de chatarra (Materiales): La presencia de material en desuso o desecho dentro del taller reduce el espacio operativo, dificulta el flujo de trabajo y limita la instalación de nuevas estaciones. Además, puede representar un riesgo de seguridad y contribuir a una percepción de desorden.

Interferencias entre trabajos (Medio ambiente): La disposición física del taller y la falta de delimitación clara de áreas de trabajo provoca que las actividades de diferentes unidades se crucen, generando cuellos de botella, demoras y pérdida de eficiencia. Esto afecta tanto la planificación como la ejecución de tareas.

1.4 EVALUACIÓN SOBRE FLUITEK MARCO

Se identificaron varios desperdicios que actualmente afectan la eficiencia del taller. No se observó sobreproducción, debido a que las actividades se realizan a pedido, tanto en la fabricación como en la serviteca de mantenimiento. Sin embargo, sí existe un inventario innecesario, con una gran cantidad de conexiones y repuestos almacenados sin un destino definido, en condiciones desordenadas y distribuidos en cajas por distintas áreas del taller.

También se evidenció un transporte innecesario, resultado de un layout mal optimizado que obliga a la grúa horquilla a moverse constantemente. Esta situación se ve agravada por la acumulación de chatarra, que entorpece los desplazamientos. El desorden general también provoca movimientos innecesarios

por parte del personal, que debe caminar más de lo requerido para buscar herramientas o piezas.

Los tiempos de espera están se ven afectados principalmente por dos factores: la compra de repuestos cuando ya se necesitan y la demora en la respuesta de los clientes a los presupuestos enviados, lo que detiene los trabajos durante días o semanas. En cuanto a defectos, se han detectado casos de reproceso, tanto por trabajos subcontratados mal ejecutados como por errores internos. Un ejemplo claro evidenciado en terreno fue la fabricación de soportes de piping que debieron ser cortados y soldados nuevamente por fallas en las medidas. Además, el material para estas tareas llegaba de forma fraccionada, lo que obligaba a repetir actividades y extendía los plazos de entrega, generando procesos innecesarios.

Adicionalmente, se identificó el desperdicio de talento humano, evidenciado en la subutilización de capacidades del personal. Un caso claro es la externalización de trabajos de pintura, a pesar de que existe personal interno capacitado para realizarlos. Esto representa una pérdida de recursos valiosos, tanto económicos como humanos, y demuestra la necesidad de alinear mejor las competencias del equipo con las tareas del taller.

Estos hallazgos muestran una serie de oportunidades de mejora que, al aplicar herramientas de Lean Manufacturing, se podrían abordar, y así no solo mejorar nuestros costos de producción sino, lo más importante, aumentar la satisfacción del cliente.

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La realización de este proyecto responde a la necesidad de optimizar los procesos productivos y operativos del taller de operaciones industriales de Fluitek Marco, una empresa especializada en la fabricación, reparación y mantenimiento de sistemas oleo hidráulicos, así como en la instalación de sistemas de supresión de incendios. Actualmente, el taller presenta diversas ineficiencias que impactan directamente en la productividad, la utilización del espacio, la calidad del servicio y el cumplimiento de los tiempos de entrega comprometidos con los clientes.

Entre las principales problemáticas detectadas se encuentran la acumulación de chatarra que reduce el espacio útil del taller, la disposición inadecuada de las estaciones de trabajo, el desorden en la bodega de repuestos y la falta de una política clara para gestionar los equipos en espera de aprobación por parte de los

clientes. Además, áreas críticas como la sala de pintura y el banco de pruebas no cumplen con los estándares operativos, lo cual repercute negativamente en la calidad final del producto.

El proyecto busca generar un diagnóstico integral del proceso productivo y proponer estrategias de mejora mediante herramientas de la filosofía Lean, reorganización del flujo de trabajo, implementación de nuevas tecnologías, creación y actualización de estándares para el proceso, y el aprovechamiento del espacio físico disponible. La implementación de estas mejoras permitirá aumentar la capacidad operativa del taller, reducir los tiempos de fabricación y reparación, mejorar el uso de recursos y elevar los niveles de cumplimiento de los indicadores de desempeño como el OTIF (On Time In Full).

Desde una perspectiva académica y profesional, este proyecto aporta a la formación del estudiante como futuro ingeniero en mantenimiento industrial, al enfrentar un caso real con múltiples variables técnicas y organizativas. Además, ofrece la posibilidad de aplicar conocimientos de manufactura, gestión de procesos, herramientas Lean y principios de mejora continua, con un enfoque práctico y orientado a resultados concretos para la empresa.

1.6 BENEFICIOS DEL PROYECTO

La implementación de este proyecto traerá múltiples beneficios para el taller de operaciones industriales de Fluitek Marco, tanto a nivel operativo como estratégico. Entre los principales beneficios esperados se destacan:

- Mejora de la eficiencia productiva: Al identificar y eliminar cuellos de botella, se optimizarán los tiempos de producción, lo que permitirá fabricar y reparar más unidades en menos tiempo.
- Disminución de tiempos muertos y espera: Una mejor gestión del flujo de trabajo y del proceso de autorización de presupuestos reducirá significativamente los tiempos en que los equipos permanecen inactivos dentro del taller.
- Optimización del espacio físico: La eliminación de chatarra, reubicación de estaciones de trabajo y organización de la bodega permitirán disponer de un entorno más ordenado, seguro y eficiente.

- Incremento en la capacidad operativa: Al liberar espacio y mejorar la distribución del taller, se podrán atender más órdenes de trabajo de forma simultánea, aumentando la capacidad productiva.
- Cumplimiento de estándares de calidad: Mejoras en áreas como la sala de pintura y el banco de pruebas permitirán entregar productos de mayor calidad y confiabilidad.
- Mejor desempeño en indicadores clave: Se espera una mejora significativa en indicadores como el OTIF, al reducir los retrasos y asegurar entregas completas y a tiempo.
- Reducción de costos operativos: La optimización de procesos y del uso de recursos permitirá disminuir costos relacionados con tiempos improductivos, retrabajos y almacenamiento ineficiente.

Con el objetivo de evidenciar de forma clara y estructurada los aportes que se esperan del proyecto, se presenta a continuación una tabla que clasifica los beneficios identificados en función de su categoría, su impacto esperado y los indicadores asociados. Esta herramienta permite visualizar de manera integral cómo cada mejora propuesta contribuye directamente al desempeño operativo del taller, facilitando su seguimiento y evaluación posterior.

Categoría	Beneficio	Impacto Esperado	Indicador Asociado
Productivo	Reducción de tiempos de fabricación	Menor tiempo de entrega	Porcentaje OTIF (On time in full)
Operativo	Eliminación de cuellos de botella	Flujo de trabajo más continuo	Tiempos de espera (hrs)
Espacio físico	Mejor uso del espacio por eliminación de chatarra	Mayor capacidad operativa	Unidades trabajadas por m ²
Organizativo	Organización de bodega de repuestos	Reducción de pérdidas por desorden	Stock disponible
Calidad	Mejora en sala de pintura	Disminución de retrabajos	Cantidad de reprocesos
Económico	Disminución de costos operativos	Menores gastos por horas improductivas	Costos totales por unidad

Matriz de beneficios. – creación propia (Tabla 2)

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA FILOSOFIA LEAN

La filosofía Lean, también conocido como Lean Manufacturing, tiene sus raíces en las fábricas de Toyota a mediados del siglo XX, esta empresa automotriz japonesa que en ese momento era liderada por Taiichi Ohno y Shigeo Shingo, desarrolló un método de producción llamado Toyota Production System (TPS), que se basaba en el principio de eliminar desperdicios y producir únicamente lo justo.

A diferencia de los métodos de producción en masa popularizados por Henry Ford, el sistema Lean propone un modelo más eficiente y flexible, que puede adaptarse rápida y eficientemente a cambios en la demanda, el diseño del producto y volumen de fabricación, sin afectar significativamente los costos de producción ni la productividad y finalmente un modelo más orientado al valor para el cliente.

Con el tiempo, el éxito de Toyota atrajo la atención de la industria global, especialmente tras la publicación del libro "La máquina que cambió el mundo" (1990) por James P. Womack y Daniel T. Jones, que analizó en profundidad el sistema de producción de Toyota y lo introdujo al mundo empresarial occidental bajo el nombre de "Lean Production".

Desde entonces, la filosofía Lean ha trascendido el ámbito automotriz, siendo aplicada en múltiples sectores industriales y de servicios. Hoy en día, Lean se considera una herramienta clave para la optimización de procesos.

2.2 EL CONCEPTO DESPERDICIO (MUDA)

El primer concepto que debemos entender es el de desperdicio o muda, que según los autores de Lean Thinking corresponde a "toda actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor" (Womack & Jones, 2003, p.19). Por consiguiente, algunas mudas pueden entenderse de la siguiente manera:

Fallos que precisan rectificación, producción de artículos que nadie desea y el consiguiente amontonamiento de existencias y productos sobrantes, pasos en el proceso que realmente no son necesarios, movimientos de empleados y transporte de productos de un lugar a otro sin ningún propósito (Womack & Jones, 2003, p. 19).

2.3 TIPOS DE MUDA

Según Taiichi Ohno, creador del Sistema de Producción Toyota y padre del Lean Manufacturing, existen 7 tipos de "muda", palabra japonesa que significa desperdicio o actividades que no agregan valor al producto o servicio desde el punto de vista del cliente. También en algunos libros se habla de una octava muda denominada "desperdicio de talento", que también será mencionada en esta revisión.

2.3.1 SOBREPDUCCIÓN

Fabricar más de lo necesario, antes de que se necesite o más rápido de lo requerido. Es el peor de los desperdicios, ya que genera los demás. Ocupa espacio, requiere transporte, inventario y puede quedar obsoleto.

2.3.2 INVENTARIO INNECESARIO

Es tener más materias primas, productos en proceso o terminados de los que se necesitan. Ocupa espacio y dinero. Oculta problemas del proceso como fallas o cuellos de botella.

2.3.3 TRANSPORTE INNECESARIO

Movimientos innecesarios de materiales o productos dentro o fuera del proceso. No agrega valor. Aumenta el riesgo de daño o pérdida.

2.3.4 PROCESOS INNECESARIOS

Realizar más pasos de los necesarios, o usar herramientas más complejas de lo requerido. Ejemplo: inspecciones duplicadas, tolerancias demasiado estrictas, retrabajo innecesario.

2.3.5 TIEMPOS DE ESPERA

Tiempo perdido cuando personas o máquinas están inactivas esperando materiales, información, instrucciones o equipos. Ejemplo: operarios esperando una orden o máquina detenida por falta de piezas.

2.3.6 MOVIMIENTOS INNECESARIOS

Cualquier movimiento humano innecesario durante el trabajo. Ejemplo: buscar herramientas, caminar de más, agacharse o girar constantemente.

2.3.7 DEFECTOS

Producir piezas o servicios defectuosos que requieren retrabajo o descarte. Genera costos extras, pérdida de tiempo y descontento del cliente.

2.3.8 DESPERDICIO DE TALENTO HUMANO

Este tipo de muda ocurre cuando no se utilizan adecuadamente las habilidades, conocimientos, experiencia y creatividad del personal. En vez de involucrar a los trabajadores en la mejora de procesos, resolución de problemas o toma de decisiones, se les asignan tareas rutinarias o mal diseñadas que no explotan su verdadero potencial.

2.4 EVALUACIÓN SOBRE FLUITEK MARCO

Se identificaron varios desperdicios que actualmente afectan la eficiencia del taller. No se observó sobreproducción, debido a que las actividades se realizan a pedido, tanto en la fabricación como en la serviteca de mantenimiento. Sin embargo, sí existe un inventario innecesario, con una gran cantidad de conexiones y repuestos almacenados sin un destino definido, en condiciones desordenadas y distribuidos en cajas por distintas áreas del taller.

También se evidenció un transporte innecesario, resultado de un layout mal optimizado que obliga a la grúa horquilla a moverse constantemente. Esta situación se ve agravada por la acumulación de chatarra, que entorpece los desplazamientos. El desorden general también provoca movimientos innecesarios por parte del personal, que debe caminar más de lo requerido para buscar herramientas o piezas.

Los tiempos de espera están se ven afectados principalmente por dos factores: la compra de repuestos cuando ya se necesitan y la demora en la respuesta de los clientes a los presupuestos enviados, lo que detiene los trabajos durante días o semanas. En cuanto a defectos, se han detectado casos de reproceso, tanto por trabajos subcontratados mal ejecutados como por errores internos. Un ejemplo claro evidenciado en terreno fue la fabricación de soportes de piping que debieron

ser cortados y soldados nuevamente por fallas en las medidas. Además, el material para estas tareas llegaba de forma fraccionada, lo que obligaba a repetir actividades y extendía los plazos de entrega, generando procesos innecesarios.

Adicionalmente, se identificó el desperdicio de talento humano, evidenciado en la subutilización de capacidades del personal. Un caso claro es la externalización de trabajos de pintura, a pesar de que existe personal interno capacitado para realizarlos. Esto representa una pérdida de recursos valiosos, tanto económicos como humanos, y demuestra la necesidad de alinear mejor las competencias del equipo con las tareas del taller.

Estos hallazgos muestran una serie de oportunidades de mejora que, al aplicar herramientas de Lean Manufacturing, se podrían abordar, y así no solo mejorar nuestros costos de producción sino, lo más importante, aumentar la satisfacción del cliente.

2.5 CINCO PRINCIPIOS LEAN

Según los propios creadores del enfoque Lean, existen cinco principios fundamentales que deben ser comprendidos para implementar esta filosofía de manera efectiva. Estos principios son: especificar el valor, identificar el flujo de valor, establecer un flujo continuo, utilizar el sistema pull y buscar la perfección. Cada uno de ellos constituye una guía clave para eliminar desperdicios, optimizar procesos y generar valor real desde la perspectiva del cliente.

2.5.1 ESPECIFICAR EL VALOR

El primer paso en la filosofía Lean es definir con claridad qué es lo que realmente genera valor para el cliente. El valor debe entenderse desde el punto de vista del cliente final: es aquello por lo que está dispuesto a pagar. Todo lo que no aporta valor a este objetivo se considera desperdicio y debe ser eliminado. Especificar el valor permite enfocar los esfuerzos de la organización en lo que realmente importa.

El punto de partida básico para el pensamiento Lean es el valor. El valor sólo puede definirlo el consumidor final. Y solamente es significativo cuando se expresa en términos de un producto específico (un bien o servicio, y a menudo ambos a la vez) que satisface las necesidades del consumidor a un precio concreto, en un momento determinado. (Womack & Jones, 2003, p 20)

2.5.2 IDENTIFICAR EL FLUJO DE VALOR (VSM)

Una vez definido el valor, el siguiente paso es identificar todas las actividades involucradas en el proceso de creación de ese valor, desde la materia prima hasta el producto o servicio entregado al cliente. Este recorrido se llama "flujo de valor" y permite detectar las actividades que no aportan utilidad (desperdicios), como tiempos muertos, reprocesos o acumulaciones innecesarias. El objetivo aquí es visualizar y entender cómo fluye el trabajo y dónde se generan ineficiencias.

En esta misma línea, diversos autores destacan que antes de implementar Lean Manufacturing es imprescindible comprender en detalle la situación actual del proceso

Antes de iniciar un proceso de implantación de Lean Manufacturing, es necesario cartografiar la situación actual, mostrando el flujo de material y de información. En su libro *Lean Thinking*, Womack y Jones explican que la cartografía persigue identificar todas las actividades que ocurren a lo largo de un flujo de valor para un producto o familia de productos (como se citó en Rajadell & Sánchez, 2006, p. 33).

Una de las herramientas que se usa en este principio es el *Value Stream Mapping (VSM)* o diagrama de flujo de valor, que se utiliza para visualizar y analizar todos los pasos de un proceso productivo, tanto los que agregan valor como los que no, con el fin de identificar desperdicios (muda) y oportunidades de mejora. A continuación, se ejemplifica en términos simples, el objetivo al que se quiere llegar al desarrollar un VSM.

Contexto: En una línea de ensamblaje de bicicletas, el VSM muestra las siguientes etapas:

Etapas del proceso	Tiempo estimado	Tipo de actividad
Recepción de materiales	2 días (espera)	No agrega valor (muda)
Corte de tubos	30 minutos	Agrega valor
Soldadura del marco	1 hora	Agrega valor
Pintura	1 día de espera + 1 hora	Solo 1 hora agrega valor
Montaje de componentes	1 hora	Agrega valor
Inspección final	15 minutos	Agrega valor
Despacho	1 día (espera)	No agrega valor (muda)

Ejemplo de tabla VSM. - creación propia (Tabla 3)

Conclusión: A través de este análisis se detectan tiempos muertos significativos, permitiendo tomar decisiones para reducir inventarios en proceso y aplicar flujo continuo.

2.5.3 ESTABLECER FLUJO CONTINUO

Una vez que se han identificado los desperdicios y definido las actividades que generan valor, el siguiente paso es asegurar que ese valor fluya de manera continua a lo largo del proceso productivo, sin interrupciones, esperas ni acumulaciones innecesarias. El flujo continuo implica que los productos o servicios se muevan de una etapa a otra sin detenerse, lo que reduce tiempos de ciclo, mejora la eficiencia y minimiza el inventario en proceso.

En esta etapa se comienzan a implementar herramientas Lean, se crea un nuevo mapa de flujo de valor de lo que se quiere llegar a futuro, donde representemos la eficiencia la que queremos llegar, con estos dos mapas sobre la mesa podemos empezar a trabajar para hacer realidad ese futuro, identificando oportunidades de mejora y trabajándolas con herramientas Lean. En el contexto del taller de operaciones industriales, establecer un flujo continuo es clave para evitar las interrupciones generadas por interferencias entre trabajos, movimientos innecesarios o falta de organización del espacio. Para lograr eso tomaremos las herramientas que se determinen más útiles para el contexto actual y objetivo al que se quiere llegar con el proyecto.

Tomaremos como referencia las herramientas Lean definidas por el manual Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad, de Manuel Rajadell y José Luis Sánchez, libro que es una guía práctica para implementar el pensamiento Lean. Donde define la metodología 5S, heijunka, Kanban, SMED, TPM, JIDOKA.

2.5.4 IMPLEMENTAR EL SISTEMA PULL

El sistema "pull" (tirar) se basa en producir únicamente lo que el cliente necesita, en el momento en que lo necesita, en lugar de producir en exceso o anticipadamente (sistema push). Este enfoque evita la sobreproducción, reduce inventarios y permite una mayor flexibilidad ante cambios en la demanda. El sistema pull es impulsado por la demanda real, no por suposiciones o proyecciones ineficientes.

2.5.5 BUSCAR LA PERFECCIÓN (KAIZEN)

El último principio del pensamiento Lean es la mejora continua. Una vez que se han implementado los otros principios, se debe establecer una cultura organizacional orientada a la revisión constante de los procesos para identificar nuevas oportunidades de mejora. La perfección en Lean no es un estado final, sino una meta en movimiento que impulsa a las organizaciones a evolucionar constantemente.

En el caso de Fluitek Marco, buscar la perfección significa mantener una mentalidad de mejora continua en el uso del espacio, la organización de la bodega, el tiempo de respuesta al cliente y la eficiencia de cada etapa de trabajo.

2.6 LÍNEA ESTRATÉGICA

La línea estratégica de una organización constituye la base sobre la cual se estructuran todas las decisiones, acciones y objetivos a corto, mediano y largo plazo. Dentro de esta línea, destacan dos componentes fundamentales: la misión y la visión, las cuales orientan el rumbo organizacional y definen su razón de ser y su proyección futura.

En el caso de Fluitek Marco esta línea estratégica podría ayudarlos a crecer como empresa en términos económicos, al ser más reconocida y competitiva en el mercado.

2.6.1 CONCEPTOS DE MISIÓN Y VISIÓN

La misión y visión son los pilares iniciales de la planificación estratégica. Toda estrategia organizacional parte del análisis de la situación actual (misión), de las oportunidades y amenazas del entorno, y del objetivo al cual se desea llegar (visión). A partir de estas declaraciones, se formulan los objetivos estratégicos y operativos que permiten a la organización avanzar de manera estructurada y eficiente.

- Misión: Define la razón de ser actual de la organización, es decir, para qué existe, qué hace, a quién sirve y cómo lo hace. Suele incluir elementos como el mercado al que se dirige, los productos o servicios que ofrece y los valores fundamentales que guían su actuar.

- **Visión:** Representa la proyección deseada a futuro, el estado ideal que la organización aspira alcanzar. Es una declaración inspiradora que establece una dirección clara, orientando el crecimiento y la evolución institucional.

En el ámbito de la planificación estratégica, resulta fundamental que las organizaciones definan con claridad su dirección y propósito a largo plazo. La visión permite orientar la toma de decisiones, alinear los esfuerzos del equipo y proyectar el crecimiento de manera coherente y sostenible. Sin una guía clara, las acciones pueden volverse dispersas y perder efectividad en el tiempo. En este sentido, se puede afirmar que "una organización sin una visión clara es como un barco sin rumbo: puede estar en movimiento, pero no necesariamente avanzando hacia un destino significativo" (como se citó en David, 2013, p. 35).

CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

3.1 DEFINICIÓN DE LA PROPUESTA

La siguiente propuesta de solución busca optimizar el rendimiento operativo del taller de operaciones de Fluitek Marco, esperando lograr un aumento en la eficiencia por medio de una reducción de mudas (actividades que no agregan valor). El diagnóstico realizado identifica diversas problemáticas que afectan la eficiencia, tales como la acumulación de chatarra, la falta de organización en la bodega de repuestos, las interferencias entre trabajos, el uso inadecuado del espacio y la ausencia de plazos definidos en la respuesta a clientes. De acuerdo con el planteamiento del problema, la principal dificultad detectada corresponde a la baja eficiencia operativa del taller, la cual se manifiesta en retrasos, sobrecostos y dificultades para cumplir con los plazos de entrega establecidos.

Además, la falta de control sobre los flujos de trabajo y la gestión de recursos provoca una utilización deficiente del tiempo y del personal, afectando directamente la calidad del servicio entregado. La acumulación de equipos y materiales sin una política clara de orden y clasificación contribuye a la saturación del taller, dificultando el desplazamiento seguro y eficiente de los operarios y de la maquinaria. Asimismo, la ausencia de plazos definidos para la respuesta a los clientes ocasiona demoras que afectan la relación comercial, generando incertidumbre y disminuyendo la confianza en el cumplimiento de los compromisos asumidos.

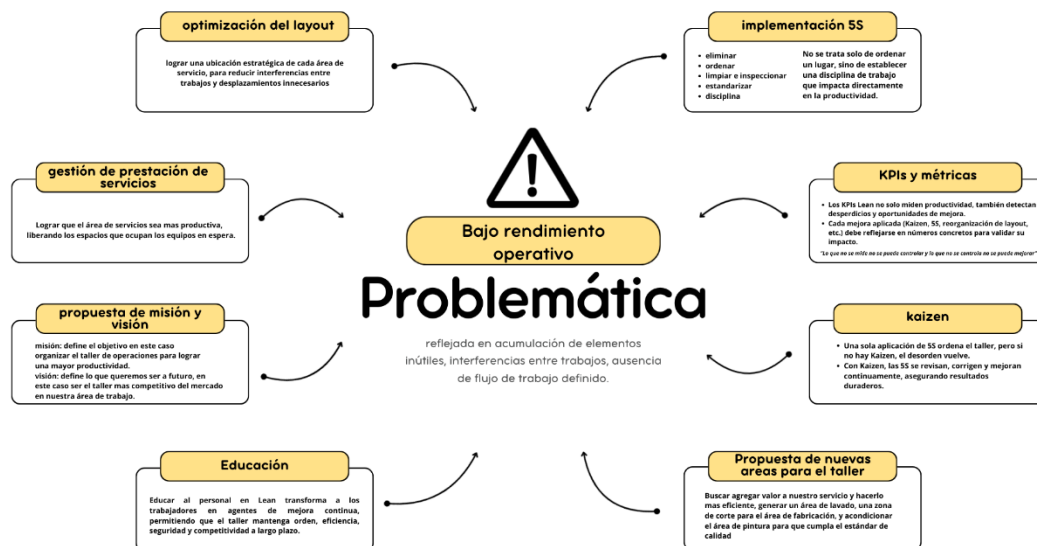


Diagrama de la problemática. – creación propia (Figura 5)

3.2 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

En un entorno tan competitivo como la minería, para Fluitek mantener procesos poco eficientes implica riesgos como la reducción de la productividad, insatisfacción del cliente y aumento de costos operativos, lo que no solo afecta la rentabilidad del negocio, sino que también limitan su capacidad de crecimiento.

En este contexto, resulta fundamental implementar estrategias de mejora continua que permitan abordar estos problemas de manera integral, priorizando la organización, la eliminación de desperdicios, la estandarización de procesos y el establecimiento de indicadores que faciliten el seguimiento de los avances. Con ello, se busca no solo optimizar el rendimiento operativo, sino también generar un entorno de trabajo más ordenado, seguro y alineado con las expectativas de los clientes, respondiendo de manera efectiva a la necesidad de superar la baja eficiencia operativa identificada en el taller.

3.3 PLAN DE MEJORA INTEGRAL

Para cumplir con el objetivo de rediseñar los procesos del taller, se plantea una estrategia integral que combina mejoras físicas y mejoras de gestión.

En la dimensión física, se abordará la optimización del layout del taller, la implementación de 5S, la creación de nuevas áreas funcionales y la definición de KPIs operativos, con el fin de maximizar el uso del espacio, reducir desplazamientos innecesarios y asegurar un flujo de trabajo ordenado y eficiente.

En la dimensión de gestión, se propone fortalecer la capacitación del personal, establecer políticas para la gestión de tiempos de respuesta de clientes, definir misión y visión del taller y estandarizar procedimientos internos, asegurando que los procesos sean claros, eficientes y alineados con los objetivos estratégicos de la empresa.

3.4 PROPUESTAS FÍSICAS

3.4.1 IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S

Para empezar a abordar el tema de la optimización de espacios de trabajo dentro del taller de operaciones, lo primero que sería lógico es liberar el espacio que tenemos disponible, dejar de lado lo que no aporta valor a nuestros procesos y dejar solamente lo imprescindible para trabajar de manera óptima y ordenada.

En este contexto es que la herramienta de las 5S toma relevancia, esta metodología puede lograr que esta eliminación de elementos que no aportan valor sea sostenible en el tiempo.

La metodología 5S es una herramienta de gestión originada en Japón que busca mejorar la eficiencia y productividad en los lugares de trabajo. Su aplicación consiste en mantener espacios organizados, limpios y estandarizados, lo que facilita el flujo de trabajo y reduce desperdicios. Además, promueve la seguridad, el orden y la disciplina entre los trabajadores. Es considerada una base fundamental para la mejora continua y la calidad en los procesos.

- Seiri (Clasificación): Separar lo necesario de lo innecesario.
- Seiton (Orden): Organizar los elementos para encontrarlos fácilmente.
- Seiso (Limpieza): Mantener el área de trabajo limpia y en condiciones óptimas.
- Seiketsu (Estandarización): Establecer normas y métodos para sostener el orden y la limpieza.
- Shitsuke (Disciplina): Fomentar el hábito y compromiso de cumplir con las 5S de manera constante.

3.4.2 PLAN DE ACCIÓN 5S

Para implementar la metodología 5S en el contexto del taller oleohidráulico de Fluitek Marco, se hace necesario un plan de acción que actúe como una ruta clara, definiendo objetivos alcanzables a corto plazo y orientados a la mejora continua del orden y la eficiencia.

I. PREPARACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN.

- Capacitación inicial: Reunión con todo el personal para explicar qué son las 5S, beneficios y ejemplos prácticos en un taller similar.
- Mostrar fotos de "antes y después" de otras implementaciones.
- Entregar roles: un líder 5S y responsables por áreas (fabricación, reparación, bodega).
- Definir área piloto: Empezar en una zona crítica (fabricación de unidades nuevas) para mostrar resultados rápidos.

II. IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S

1ª S - Clasificar (Seiri)

- Retirar equipos, herramientas y materiales en desuso.
- Habilitar zona de descarte con fechas límite para decidir destino.
- Depurar bodega de repuestos eliminando lo obsoleto o dañado.

2ª S – Ordenar (Seiton)

- Definir ubicación fija para cada herramienta y repuesto.
- Señalizar áreas de trabajo, tránsito y almacenamiento en el piso.
- Implementar paneles, etiquetas y códigos de colores.

3ª S – Limpiar (Seiso)

- Asignar responsables de limpieza diaria por sector.
- Elaborar checklist semanal de limpieza y detección de fallas.
- Utilizar limpieza como inspección preventiva de desviaciones.

4ª S – Estandarizar (Seiketsu)

- Documentar condiciones esperadas con registros visuales.
- Colocar instructivos de orden y limpieza en cada área.
- Uniformar códigos de colores y señalización en todo el taller.

5ª S – Disciplina (Shitsuke)

- Realizar inspecciones internas mensuales.
- Publicar resultados en tablero de gestión visual.
- Reconocer cumplimiento y exigir incorporación de 5S en inducción de personal nuevo.

III. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA

Medición de resultados iniciales

- Registrar tiempo promedio de búsqueda de herramientas
- Medir desplazamientos entre áreas de trabajo.
- Cuantificar espacio liberado tras retiro de materiales y chatarra.

Evaluación comparativa

- Analizar indicadores después de tres meses.
- Verificar reducción en tiempo de búsqueda y movimientos innecesarios.
- Identificar disminución de incidentes por desorden o interferencias.

Reuniones de retroalimentación

- Establecer reuniones quincenales para revisión de avances.
- Ajustar normas de orden y limpieza según observaciones del personal.
- Mantener registro de mejoras y problemas recurrentes.

3.5 OPTIMIZACIÓN DEL LAYOUT

Se elaboró un plan de acción orientado al rediseño de los procesos del taller, priorizando la optimización del espacio físico, la reducción de desperdicios y la mejora continua de las condiciones operativas. Este plan contempla una serie de etapas secuenciales que abarcan desde el diagnóstico inicial hasta la evaluación final de resultados, integrando acciones tanto físicas como de gestión para asegurar una implementación efectiva y sostenible en el tiempo.

3.5.1 DEFINIR OBJETIVOS Y RESTRICCIONES

El rediseño tiene como objetivo optimizar el uso del espacio del taller, reducir desplazamientos innecesarios y facilitar un flujo de trabajo continuo entre las áreas de fabricación y servicio, manteniendo los requisitos de seguridad y las limitaciones físicas del recinto. Las restricciones consideradas incluyen accesos, instalaciones eléctricas y el presupuesto disponible para intervenciones.

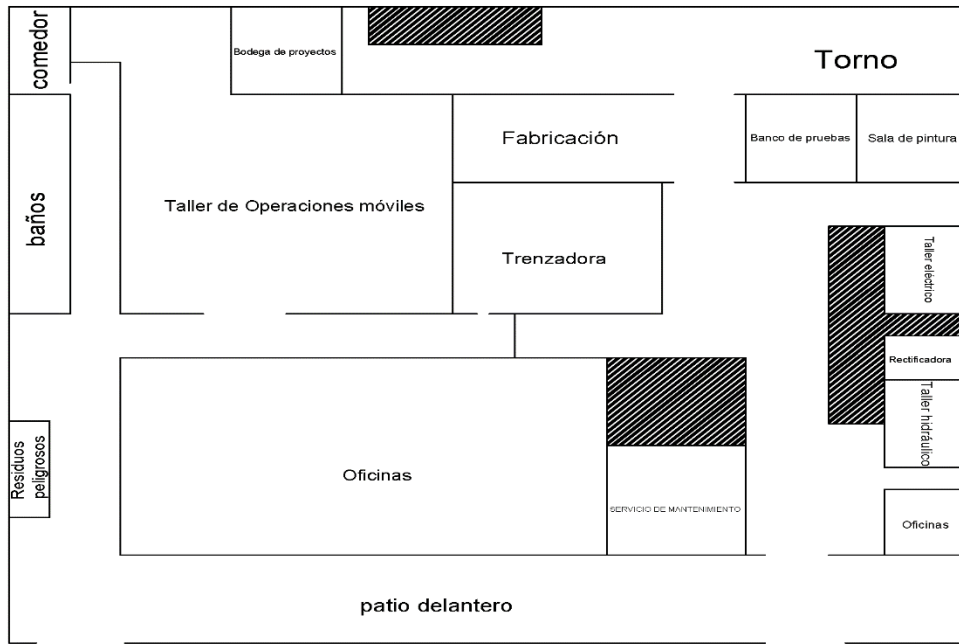
3.5.2 ANALIZAR EL VSM Y CUANTIFICAR FLUJOS

El taller de operaciones industriales actualmente presenta un layout con movimientos innecesarios que no aportan valor real, aumentando el tiempo de ciclo de los procesos de reparación y fabricación.

Para ayudar a detectar dónde están los cuellos de botella y movimientos innecesarios, se evaluaron los flujos de valor en dos diagramas de valor y se identificaron tiempos de ciclo y tiempos de espera, lo que nos lleva a determinar los tiempos que agregan y no agregan valor. A continuación, se presentan los diagramas de valor de reparación y fabricación de unidades.

Además, se esquematiza el layout en un plano de planta, donde se puede visualizar mejor dónde están acumulados equipos en espera, chatarra y acumulaciones de materiales en desuso.

Posterior a esto se presentan opciones de layout que evitan estos desplazamientos innecesarios y como la implementación de las 5S despejan nuevas áreas dentro del taller que antes estaban bloqueadas.



Plano de planta del taller de operaciones industriales de Fluitek Marco. - creación propia (figura 6)

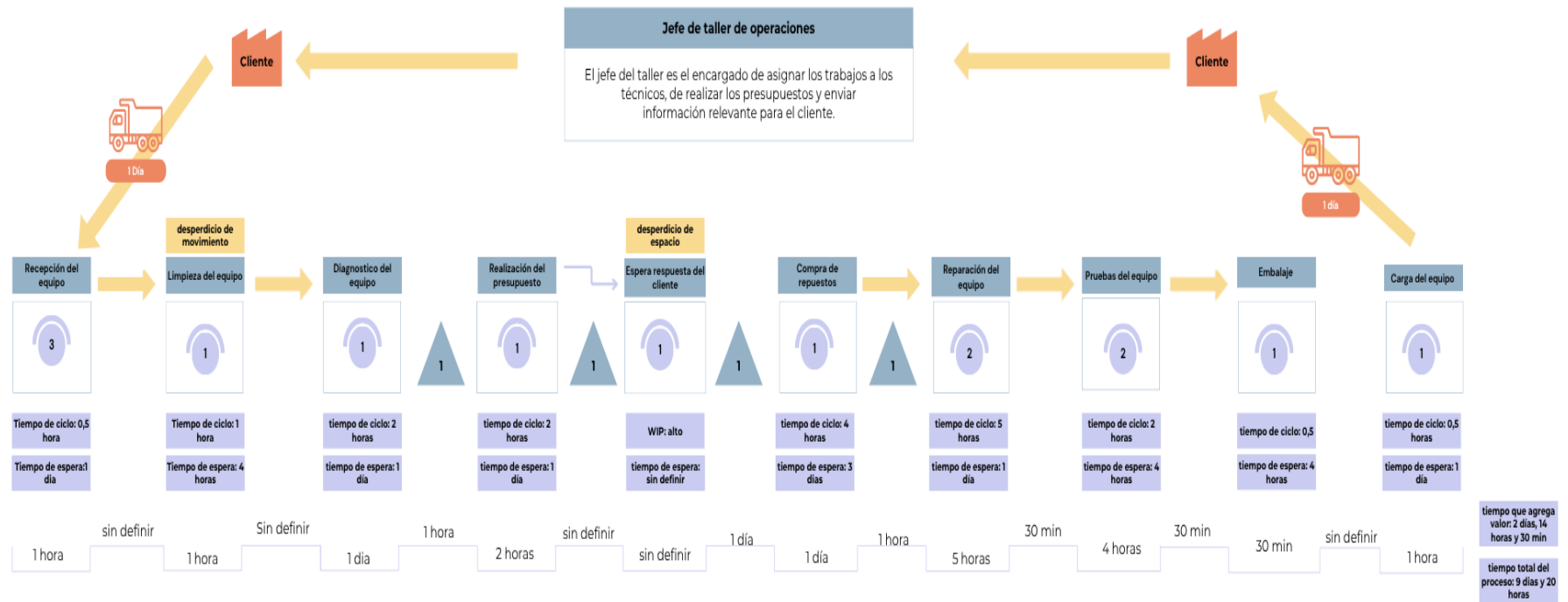


Diagrama de valor servicio de reparación (VSM). – creación propia (Figura 7)

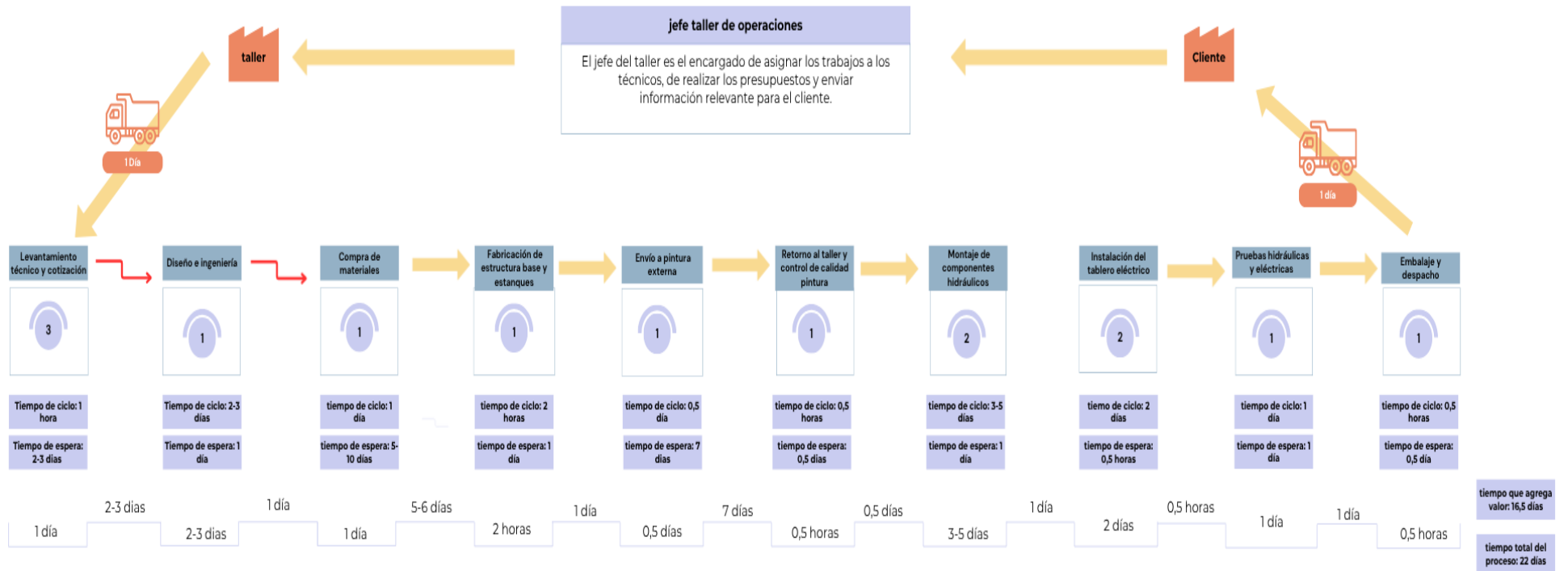


Diagrama de valor fabricación de unidades (VSM). - creación propia (figura 8)

3.5.3 ESTABLECER CRITERIOS DE DISEÑO

Con base en los resultados del diagnóstico, se establecieron los siguientes principios de diseño del nuevo layout:

- Mantener un flujo continuo y unidireccional de trabajo, evitando cruces innecesarios.
- Agrupar por procesos (diagnóstico, reparación, pintura, pruebas, entrega) para reducir traslados.
- Garantizar accesos seguros para la grúa horquilla y el movimiento de equipos pesados.
- Incorporar áreas delimitadas y señalizadas para materiales, equipos en espera y chatarra.
- Aplicar criterios de ergonomía y seguridad en la ubicación de estaciones.

Los indicadores (KPIs) definidos para evaluar el desempeño del nuevo diseño incluyen la reducción de desplazamientos (m), la disminución de tiempos de ciclo (min), la reducción de inventario en proceso (WIP) y la mejora en el indicador OTIF (entrega a tiempo).

3.5.4 GENERAR ALTERNATIVA DE LAYOUT

Con los criterios definidos, se desarrolló una alternativa de distribución física, representada en un plano de planta donde se visualizaron los flujos de trabajo, zonas de almacenamiento y espacios operativos.

3.5.4.1 DESARROLLO DE AREA DE REPARACIÓN

Es un diseño para el área de reparación y ensamble que se centra en el proceso de reparación y ensamble final, reconociendo que la principal necesidad no es la compra masiva de nuevos equipos, sino la optimización del flujo de trabajo.

Su desarrollo es más fácil y de rápida implementación, ya que consiste en una reorganización inteligente del layout existente. Las inversiones se limitan a mínimas adquisiciones enfocadas en la limpieza crítica y la ergonomía, garantizando que los componentes hidráulicos sean ensamblados en un ambiente controlado y con la precisión requerida.

I. ÁREA DE LIMPIEZA

Categoría	Equipamiento Específico	Recursos y Materiales Clave
Limpieza Externa	Hidro lavadora Industrial: Esencial para remover lodo, grasa endurecida y suciedad gruesa de cilindros y carcasas.	Soluciones de limpieza biodegradables o desengrasantes industriales.
Limpieza Interna Manual	Brochas y Cepillos de Cerdas Suaves/Duras: De diferentes tamaños para acceder a conductos, roscas y orificios.	Líquido Dieléctrico: Utilizado para arrastrar partículas de los conductos internos de válvulas y bloques. Importante: Debe ser puro y de bajo residuo.
Estación de Trabajo	Mesa de Acero Inoxidable con Rejilla de Drenaje: Para permitir que los fluidos de limpieza y el agua de la hidro lavadora drenen rápidamente.	Iluminación Potente: Para inspeccionar visualmente la limpieza de los conductos internos.
Contención y EPP	Contenedores de Recolección de Aceite Residual (para el aceite que sale con el dieléctrico).	Equipos de Protección Personal (EPP): Guantes resistentes al agua y solventes, gafas de seguridad.

Implementación requerida en área de limpieza - (Tabla 4)

II. ÁREA DE DIAGNÓSTICO

Categoría	Equipamiento Específico
Bancos de Pruebas	Banco de Pruebas Hidráulico: Estructura fija con bomba, motor, tanque interno, y panel de control.
Mesas de Trabajo	Mesa de Trabajo Robusta con Tablero de Acero: Con gavetas y recubrimiento resistente.
Herramientas de Fuerza	Prensa Hidráulica: Para montar y desmontar componentes a presión.
Dispositivos de Sujeción	Tornillo de Banco: De alta resistencia, fijo a la mesa.
Herramientas de Medición	Kit de Micrómetros (Interiores y Exteriores): Calibradores (Pie de metro).

Diagnóstico Eléctrico	Multímetro Digital (True RMS), Fuente de Poder Regulable (DC/AC).
Organización	Carros de Herramientas rodantes con cerradura. Contenedores Plásticos con tapa para la segregación de piezas desmontadas.

Implementación requerida en área de diagnóstico - (Tabla 5)

III. ZONA DE ESPERA

Categoría	Equipamiento Específico	Recurso Clave
Almacenamiento	Racks y Estanterías Modulares con aislamiento o bandejas plásticas.	Sistema de Etiquetado Único (código de barras o QR) para cada equipo.
Seguimiento	Terminal de Computadora o Tablet para ingresar y consultar el estado del equipo.	Software de Gestión de Taller (ERP/CMMS) para trazabilidad y órdenes de trabajo.
Organización	Kits y Cajas de Plástico para guardar todas las piezas pequeñas de un equipo desmontado (tornillos, sellos, etc.).	Documentación de Entrada (informe de fallas inicial y fotografías).
Seguridad	Área de acceso restringido para evitar la manipulación no autorizada.	Protocolos estrictos de "No Mezclar Componentes".

Implementación requerida en zona de espera - (Tabla 6)

IV. ZONA DE REPARACIÓN

Categoría	Equipamiento Específico	Recurso Clave
Ensamble	Bancos de Trabajo Limpios y Ergonómicos con iluminación adecuada.	Herramientas de ajuste y medición de alta precisión.
Repuestos	Almacén de Repuestos Seco y Organizado (sellos, kits, rodamientos, ejes).	Inventario Crítico de repuestos de alta rotación.
Ajuste	Torquímetros de Precisión y Llaves dinamométricas calibradas.	Aceites y lubricantes de ensamble recomendados por el fabricante.
Sellado	Prensas de Montaje o herramientas específicas para montar sellos y empaques sin dañarlos.	Supervisión de Calidad durante el ensamble para asegurar el orden correcto de los componentes internos.

Implementación requerida en zona de reparación - (Tabla 7)

3.5.4.2 DESARROLLO ÁREA DE FABRICACIÓN

Es un diseño representa el modelo de máxima capacidad y autonomía para el taller, al integrar completamente los procesos de Reparación de Componentes y la Fabricación de Unidades Oleohidráulicas Nueva. Este modelo permite aprovechar sinergias operacionales y de personal, pero requiere una inversión significativamente mayor en equipamiento especializado (como soldadura avanzada y filtración) y una reestructuración importante del espacio."

"Para implementar esta integración se necesita un movimiento mayor que consiste en la eliminación estratégica de paredes interiores o la reubicación de estructuras para lograr un flujo de trabajo lineal. Este cambio de layout es indispensable para

mantener la segregación crítica entre las zonas sucias (fabricación y limpieza) y las zonas limpias (ensamble y diagnóstico), evitando la contaminación cruzada."

I. RECEPCIÓN DE MATERIALES

Categoría	Equipamiento Específico	Justificación del Uso
Manipulación Pesada	Montacargas industrial.	Para descargar planchas de acero, perfiles, motores y grandes tanques de forma segura y eficiente.
Almacenamiento Crítico	Estanterías/Racks de Paletización de Alta Capacidad: Con divisiones ajustables y resistentes.	Para organizar planchas de acero, perfiles metálicos y tuberías.
Almacenamiento Sensible	Armarios Metálicos Cerrados y Limpios.	Para guardar componentes hidráulicos de precisión nuevos (bombas, válvulas, instrumentos) y kits de sellos.
Inventario	Terminal de Computadora o Tablet Industrial: Con lector de códigos de barras.	Para registrar la entrada y salida de materiales, manteniendo el control de stock en tiempo real.

Equipamiento requerido en zona de recepción de materiales - (Tabla 8)

II. CORTE Y PREPARACIÓN DE MATERIAL

Categoría	Equipamiento Específico	Justificación del Uso
Corte de Perfiles	Sierra de Cinta Industrial	Para cortar perfiles metálicos (vigas, ángulos) que formarán el chasis de la unidad con ángulos precisos.
Corte de Planchas	Cizalla Industrial (Guillotina): De capacidad adecuada para el espesor de planchas de los tanques.	Para cortes rápidos y rectos de las planchas de acero que se usarán para fabricar los depósitos.
Corte de Precisión	Equipo de Oxicorte.	Para realizar cortes complejos, curvas, o perforaciones iniciales en las planchas.
Mesa de Trabajo	Mesa de Acero de Alta Resistencia: Nivelada y con sistemas de amarre.	Proporciona una base sólida y plana para la medición, marcado y el soporte durante el corte.
Medición	Escuadras de Taller (Grandes), Niveles de Burbuja, Flexómetro (Cinta de Medir).	Para marcar y verificar las dimensiones y el escuadrado de las piezas antes del corte y la soldadura.

Equipamiento requerido en zona de corte y preparación del material. - (Tabla 9)

III. ARMADO DE ESTRUCTURA Y SOLDADURA

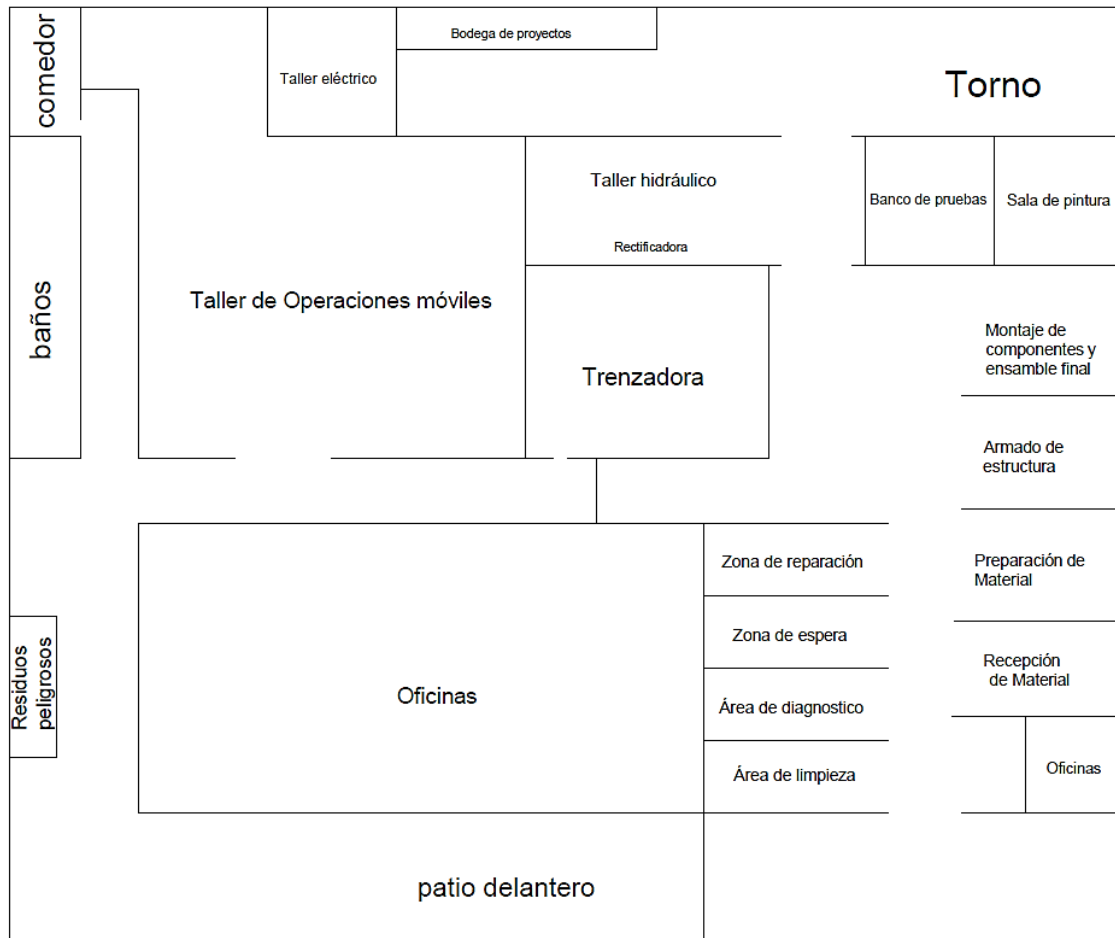
Categoría	Equipamiento Específico	Justificación del Uso
Soldadura de Tanques	Equipos de Soldadura MIG/MAG y/o TIG: De alta calidad con control de penetración.	Esenciales para garantizar soldaduras herméticas y sin porosidad en el depósito hidráulico.
Seguridad y Ventilación	Extractores de Humo de Soldadura Portátiles o Fijos: Con brazos articulados.	Para la extracción localizada de gases y humos, esencial para la seguridad y calidad del ambiente de trabajo.
Mesa de Trabajo	Mesón de Trabajo/Soldadura de Acero Robusto: Nivelado, con agujeros para fijación.	Sirve como plataforma de trabajo principal para el ensamblaje de la estructura y proporciona una base estable y nivelada para la soldadura.
Fijación y Escuadrado	Prensas de Taller (Clamps) y Escuadras Magnéticas o de Taller.	Para mantener las piezas en posición perfecta (escuadradas) antes y durante la soldadura, garantizando la geometría del tanque y chasis.
Acabado de Soldadura	Amoladoras Angulares (Esmeriles) y Lijadoras Orbitales.	Para limpiar la escoria, alisar bordes y preparar la superficie para la pintura (eliminando defectos y proyecciones).

Equipamiento requerido en zona de armado de estructura y soldadura. - (Tabla 10)

IV. MONTAJE DE COMPONENTES Y ENSAMBLE FINAL

Categoría	Equipamiento Específico	Justificación del Uso
Mesa de Ensamble	Bancos de Trabajo con Cubierta de Acero Inoxidable: O superficie no porosa, extrema limpieza.	El componente crítico es la superficie de trabajo; debe ser fácil de limpiar y libre de partículas.
Herramientas de Conexión	Máquina Dobladoras/Abocardadoras de Tuberías: Y Máquina de Prensado de Terminales (para mangueras).	Para asegurar conexiones de tubería y mangueras con las especificaciones exactas.
Ajuste de Precisión	Torquímetros Digitales y Analógicos (calibrados): Con juego completo de dados y llaves.	Para aplicar el torque exacto a válvulas, bridas de bomba y tapas de depósito.
Almacenamiento Local	Armarios Cerrados con Gavetas Modulares: Dedicados a <i>kits de sellos y o-rings</i> y herrajes limpios.	Mantiene los componentes sensibles protegidos del polvo ambiental.
Manipulación	Polipasto o Grúa de Brazo (Jib Crane): De baja capacidad.	Para posicionar el bloque de válvulas o el ensamble motor-bomba sobre el depósito sin dañarlo.

Equipamiento requerido en zona de montaje de componentes y ensamble final - (Tabla 11)



Plano de nuevo layout propuesto. - creación propia (Figura 9)

3.5.5 PLANIFICAR IMPLEMENTACIÓN POR FASES

Para garantizar una ejecución ordenada, se planificó la implementación en fases progresivas, evitando interrupciones en la operación diaria.

Las etapas se desarrollarán de la siguiente manera:

- **Fase 1:** aplicación de 5S en todo el taller (clasificación y eliminación de materiales en desuso).
- **Fase 2:** reubicación de estaciones de diagnóstico y reparación.
- **Fase 3:** habilitación de áreas de pintura y pruebas con flujos separados.

- **Fase 4:** señalización, delimitación de áreas y documentación del nuevo estándar operativo.

Cada fase contará con un cronograma, responsables y recursos asignados, asegurando la continuidad de las operaciones.

3.5.6 VALIDAR Y AJUSTAR

Una vez implementado el nuevo layout, se realizará una validación de resultados comparando los indicadores de desempeño con la línea base obtenida del VSM inicial. Se medirán los desplazamientos promedio, los tiempos de ciclo, el WIP y el OTIF.

Además, se recogerán observaciones del personal operativo y se realizarán ajustes finos en la ubicación de estaciones o flujos, con el fin de garantizar la efectividad y sostenibilidad de las mejoras.

3.5. ESTANDARIZAR Y MANTENER

Finalmente, se elaborarán los procedimientos operativos estandarizados (SOPs) que definirán el funcionamiento del taller bajo el nuevo layout.

Se implementarán controles visuales, tableros de gestión y listas de verificación 5S para mantener el orden y detectar desviaciones de manera oportuna.

Asimismo, se programarán capacitaciones periódicas y auditorías internas, con el objetivo de sostener la cultura de mejora continua y asegurar que los resultados obtenidos se mantengan en el tiempo.

3.6 GESTIÓN ORGANIZATIVA Y FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

Además de las mejoras físicas y operativas propuestas en el taller, resulta fundamental abordar los aspectos organizativos y de gestión interna que influyen directamente en la eficiencia global de los procesos.

La optimización del desempeño productivo no depende únicamente del orden físico del taller, sino también de una gestión alineada, con roles claros, comunicación efectiva y objetivos estratégicos definidos.

Por ello, se proponen acciones orientadas a la gestión de respuesta al cliente, junto con la definición formal de la misión y visión de la empresa, como pilares de fortalecimiento institucional.

3.6.1 GESTIÓN DE RESPUESTA AL CLIENTE

Actualmente, uno de los principales problemas detectados es la falta de plazos definidos para la entrega de presupuestos y respuestas al cliente, lo que genera incertidumbre y afecta los tiempos de permanencia de los equipos en el taller.

Para corregir esta situación, se propone implementar una gestión estandarizada de atención y seguimiento, basada en tiempos objetivos y control visual del estado de cada trabajo.

3.6.2 POLÍTICA DE GESTIÓN DE RESPUESTA

todos los equipos que ingresen al taller de operaciones industriales de Fluitek Marco deberán regirse por el siguiente protocolo:

3.6.3 PLAZO MÁXIMO DE DIAGNÓSTICO Y PRESUPUESTO

Cada equipo contará con un plazo máximo de dos semanas desde su ingreso para la emisión del presupuesto técnico correspondiente. Si el presupuesto no puede ser entregado dentro de ese periodo por causas justificadas (espera de repuestos, diagnóstico complejo, dependencia de proveedores, etc.), el técnico responsable deberá registrar la justificación técnica y comunicar formalmente al cliente la situación y el nuevo plazo estimado.

3.6.4 PLAZO MÁXIMO DE RESPUESTA DEL CLIENTE

Una vez entregado el presupuesto, el cliente dispondrá de un plazo máximo adicional de tres semanas para aprobar o rechazar la cotización. Si no existe respuesta dentro de este periodo, el equipo será devuelto al cliente, conforme a la política interna de la empresa orientada a mantener el orden, la disponibilidad de espacio y la eficiencia operativa del taller.

3.6.5 DEVOLUCIÓN DE EQUIPOS SIN GESTIÓN

En caso de no cumplir con los plazos mencionados, tanto por parte del taller como del cliente, el equipo será retirado del área de operaciones y se coordinará su

devolución inmediata, priorizando la rotación de equipos y evitando acumulaciones innecesarias.

3.6.6 PROPUESTA DE NUEVA MISIÓN Y VISIÓN EMPRESARIAL

La implementación integral de la Filosofía Lean en el Taller de Operaciones exige que los cimientos estratégicos de la compañía, su Misión y Visión, reflejen el compromiso con la eficiencia, la calidad y la entrega de valor sin desperdicios. Estos enunciados buscan alinear a la organización con la meta de ser un referente en el sector minero y oleohidráulico.

3.6.7 MISIÓN EMPRESARIAL

"Proveer soluciones de ingeniería oleohidráulica y sistemas móviles de supresión de incendios de alto valor, operando con un compromiso riguroso con la seguridad y la calidad. Nuestro propósito es maximizar el valor entregado al cliente mediante la optimización continua de nuestros procesos, asegurando una respuesta ágil y eficiente que minimice los desperdicios y los tiempos de inactividad."

¿Qué hacemos?	Soluciones de ingeniería (oleohidráulica y supresión).
¿Para quién?	Cliente minero (centro-norte de Chile)
¿Cómo lo hacemos?	Optimización continua, respuesta ágil y eficiente.
Valores Clave	Seguridad y Calidad.

Misión propuesta - (Tabla 12)

3.6.8 VISIÓN EMPRESARIAL

"Ser reconocidos a nivel nacional en el sector minero para el año 2035 como el socio estratégico líder en soluciones oleohidráulicas y de seguridad móvil. Lograremos esta posición a través de la excelencia operativa, la innovación constante en nuestros procesos y un sistema de gestión que prioriza la seguridad y la eficiencia total, estableciendo un estándar insuperable en la agilidad de respuesta y la calidad certificada."

¿Meta a futuro?	Ser el socio estratégico líder.
Alcance	Reconocidos a nivel nacional en el sector minero.
Medio para lograrlo	Excelencia operativa, innovación constante (<i>Kaizen</i>).
Resultado clave	Agilidad de respuesta y Calidad certificada.

Visión propuesta – (Tabla 13)

3.7 SISTEMA DE CONTROL Y VERIFICACION DEL TALLER DE OPERACIONES

Este sistema tiene como finalidad formalizar la recolección, análisis y uso de los Indicadores Clave de Desempeño (KPIs) Lean tras la implementación de las propuestas de optimización.

3.7.1 OBJETIVO DEL SISTEMA

Establecer un sistema de medición continuo que permita cuantificar los beneficios directos e indirectos de la implementación de la Filosofía Lean (5S, Layout optimizado y Control Visual), validando la mejora en la eficiencia del flujo de trabajo, la calidad del servicio y la confiabilidad de entrega (OTIF) al cliente final.

3.7.2 ALCANCE

Este procedimiento es aplicable a todas las Órdenes de Servicio (OS) que se gestionan en el Taller de Operaciones Industriales de Fluitek Marco y que transitan por las siguientes áreas:

Área de Reparación de Componentes Oleohidráulicos.

- Incluye diagnóstico, desmontaje, limpieza, evaluación de componentes, reparación, armado y pruebas preliminares.

Área de Fabricación y Montaje.

- Considera la manufactura de componentes nuevos, ensamble de unidades oleohidráulicas y montaje final.

Punto de Recepción, Control de Calidad y Despacho Final.

- Abarca la recepción de equipos o componentes, verificación y registro inicial, inspecciones de calidad durante y posterior al proceso, y la entrega final del producto o equipo al cliente.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE LAS PROPUESTAS

4.1 INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE VIABILIDAD

El presente capítulo tiene como propósito fundamental analizar la factibilidad de la estrategia de optimización integral que se ha planteado para el taller de operaciones industriales de la empresa Fluitek Marco SPA. A lo largo de este apartado, se evalúa de manera rigurosa si las soluciones propuestas en el capítulo anterior, las cuales se encuentran centradas en la aplicación de la filosofía Lean Manufacturing, el rediseño estratégico del layout y la incorporación de nuevas capacidades técnicas, cumplen con los criterios de sustentabilidad necesarios para su puesta en marcha.

Este análisis no solo busca validar la pertinencia de las mejoras desde una perspectiva técnica y operativa, sino que también profundiza en el cumplimiento del marco legal y normativo vigente, así como en la rentabilidad económica. De esta manera, se pretende demostrar que la transición hacia un modelo de trabajo más eficiente no solo es una meta deseable, sino una inversión viable y segura que permitirá a la organización fortalecer su competitividad en el sector minero e industrial.

Para alcanzar una visión integral de la viabilidad, el estudio se ha estructurado en tres pilares fundamentales que se detallan a continuación, permitiendo así sustentar la toma de decisiones basada en datos concretos y en la realidad operativa del taller.

4.2 VIABILIDAD TÉCNICA

El análisis de viabilidad técnica confirma que Fluitek Marco SPA posee la infraestructura necesaria para ejecutar las mejoras, diferenciando entre la reorganización operativa y la reestructuración física del taller.

4.2.1 FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA A (REORGANIZACIÓN DE DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN)

La viabilidad técnica de la Propuesta A es inmediata, ya que no requiere modificaciones estructurales. Se basa en la redistribución de los flujos de trabajo en las zonas de Limpieza, Diagnóstico, Espera y Reparación. El taller cuenta con la amplitud necesaria para establecer estas estaciones de forma secuencial. La mayoría de los activos críticos para esta etapa, como mesones de trabajo metálicos, carros de herramientas rodantes, estanterías y gabeteros, ya forman

parte del inventario actual de la empresa, lo que facilita su reubicación estratégica para optimizar los recorridos y reducir desperdicios de movimiento.

4.2.2 FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA B (OPTIMIZACIÓN DEL ÁREA DE FABRICACIÓN Y OBRAS CIVILES)

Para la implementación integral de la Propuesta B, la viabilidad técnica contempla intervenciones físicas de baja complejidad. Se ha verificado que las paredes interiores que se pretenden remover para ampliar el área de fabricación no poseen una función estructural (muros de carga o pilares maestros), tratándose de tabiquería divisoria que puede ser demolida sin riesgo para la integridad del galpón.

Esta obra civil menor es fundamental para integrar el área de fabricación de unidades nuevas con el resto del taller, permitiendo un flujo continuo y la segregación de procesos de calderería de los procesos de ensamble limpio.

4.2.3 REQUERIMIENTOS DE EQUIPAMIENTO CRÍTICO Y CAPACIDADES TÉCNICAS

En ambas propuestas, la viabilidad técnica se sustenta en el aprovechamiento de la maquinaria existente (soldadoras, bancos de prueba), pero identifica la necesidad de incorporar elementos que hoy son inexistentes y críticos para la operación:

Sistema de Extracción de Humos de Soldadura: Técnico y legalmente necesario para el área de fabricación, garantizando que las partículas en suspensión no afecten la salud del personal ni la limpieza de los componentes hidráulicos en reparación.

Puente Grúa (Jib Crane) de 2 Toneladas: Se ha determinado que una capacidad de 2 ton es la especificación técnica ideal para el manejo de los bloques y unidades que procesa Fluitek. Su instalación es viable mediante el anclaje a las columnas estructurales de acero del galpón, las cuales poseen la resistencia mecánica para soportar este equipo de levante.

4.2.4 COMPETENCIAS DEL PERSONAL

Finalmente, el proyecto es técnicamente viable desde el factor humano. El personal técnico de la empresa posee vasta experiencia en mantenimiento oleohidráulico y mecánica industrial. La introducción de nuevos estándares de orden (5S) y el uso de herramientas de precisión adicionales no requieren una capacitación extensa, sino una inducción operativa, asegurando una curva de aprendizaje breve y una adopción efectiva de los nuevos métodos de trabajo.

4.3 VIABILIDAD ECONÓMICA

El análisis de viabilidad económica constituye el pilar financiero del proyecto, cuya finalidad es demostrar que la implementación de las mejoras propuestas en el taller de Fluitek Marco SPA representa una inversión rentable y sostenible en el tiempo. En el ámbito de la ingeniería de mantenimiento, cualquier cambio operativo debe ser respaldado por una estructura de costos que justifique el uso del capital, transformando la teoría de la filosofía Lean en beneficios tangibles para la rentabilidad de la organización.

Este estudio económico no se limita únicamente a la cuantificación del gasto en activos fijos o infraestructura (CAPEX), sino que profundiza en el impacto positivo que dichas adquisiciones tendrán sobre los costos operativos diarios (OPEX). El enfoque principal radica en la eliminación de los "costos ocultos" identificados durante la etapa de diagnóstico, tales como las mermas por contaminación cruzada, los tiempos improductivos derivados de la falta de herramientas de levante adecuadas y los sobrecostos por reprocesos en el área de fabricación.

Para ofrecer una visión clara y modular, el análisis se ha estructurado diferenciando dos niveles de intervención. Primero, se evalúa la inversión requerida para la Propuesta A, la cual se enfoca en la reorganización técnica y la gestión del flujo de trabajo en el área de diagnóstico y reparaciones, utilizando principalmente los recursos que la empresa ya posee. Segundo, se detalla la inversión para la Propuesta B, que contempla la transformación estructural del área de fabricación, incluyendo la instalación de un puente grúa de 2.0 toneladas con estructura independiente y sistemas de extracción de humos.

Finalmente, este análisis se complementa con una proyección del retorno de inversión, basada en la recuperación de la capacidad instalada y la mejora en los tiempos de entrega (OTIF). De este modo, se busca validar ante la gerencia que

la optimización del taller no solo mejora el clima laboral y la seguridad, sino que fortalece la posición competitiva de Fluitek Marco SPA frente a las exigentes demandas del mercado minero actual.

4.3.1 PRESUPUESTO ÁREA DE REPARACIÓN

Esta propuesta se enfoca en la implementación de las 5S, la creación de estaciones de trabajo funcionales y el control de trazabilidad. La inversión es mínima ya que utiliza el 90% de los recursos existentes.

Ítem	Cantidad	Valor Unitario (Est. CLP)	Total (Est. CLP)
Hidro lavadora Industrial (Trifásica, agua caliente/fría)	1	\$2.500.000	\$ 2.500.000
Mesa de Acero Inoxidable con sumidero y rejilla	1	\$850.000	\$ 850.000
Kit de limpieza (Brochas, cepillos, batea de inmersión)	1	\$150.000	\$ 150.000
Sistema de iluminación LED estanco (IP65)	2	\$60.000	\$ 120.000
Subtotal Área I			\$ 3.620.000
Banco de Pruebas Hidráulico (Actualización/Mantenimiento)	1	\$1.500.000	\$ 1.500.000
Mesa de Trabajo Robusta con Tablero de Acero	2	\$450.000	\$ 900.000
Carro de Herramientas rodante con cerradura	2	\$350.000	\$ 700.000
Subtotal Área II			\$ 3.100.000
Impresora de etiquetas (Código de identificación)	1	\$250.000	\$ 250.000
Kits de contenedores plásticos apilables	20	\$15.000	\$ 300.000
Subtotal Área III			\$ 550.000
Mesas de Trabajo Ergonómicas con iluminación	2	\$550.000	\$ 1.100.000
Gabinetes para repuestos críticos (Sellos/Rodamientos)	2	\$250.000	\$ 500.000
Subtotal Área IV			\$ 1.600.000
Total, bruto estimado			\$ 8.870.000

Presupuesto área de reparación - (Tabla 14)

4.3.2 PRESUPUESTO ÁREA DE FABRICACIÓN

La propuesta contempla una inversión de capital (CAPEX) destinada a la transformación física del taller y la autonomía en procesos de fabricación pesada. Este presupuesto incluye las obras civiles menores para la integración de espacios y la adquisición de sistemas de levante y seguridad ambiental. Aquí se considera la construcción de una estructura de soporte independiente para el sistema de carga, lo que garantiza la integridad técnica del edificio y la eficiencia en el flujo de materiales.

Ítem	Detalle Técnico	Cantidad	Valor Est. (CLP)
Puente Grúa 2.0 Ton	Polipasto eléctrico de cadena con carro de traslación.	1	\$ 4.500.000
Estructura Autosoportante	Fabricación de pilares y vigas de carril en acero estructural.	1	\$ 3.500.000
Sistema de Extracción	Extractor industrial de humos de soldadura con campana móvil.	1	\$ 1.200.000
Obras Civiles	Demolición de tabiquería no estructural y retiro de escombros.	Global	\$ 800.000
Subtotal Propuesta área de fabricación	(Inversión en infraestructura)		\$ 10.000.000
Inversión área reparación	(Inversión en gestión y organización)		\$ 8.870.000
Total, neto			\$ 18.870.000

Presupuesto área de fabricación - (Tabla 15)

4.4 EVALUACIÓN DE BENEFICIOS

El principal beneficio técnico-económico de este proyecto es la drástica reducción de los tiempos de entrega mediante la eliminación de "mudas" o desperdicios en los flujos de trabajo. La inversión de \$18.870.000 (aproximadamente 20 millones considerando imprevistos) no es un gasto en activos, sino una compra de capacidad operativa.

Al aplicar la metodología Lean, se ha identificado una brecha crítica entre el tiempo total de proceso (Lead Time) y el tiempo de valor agregado:

- En el Área de Reparación: El tiempo promedio actual es de 9 días, de los cuales solo 3 días representan trabajo que realmente agrega valor al componente. El resto (6 días) son esperas, movimientos innecesarios por falta de grúa y desorden logístico. El proyecto busca eliminar estas mudas para acercar el tiempo total a los 3-4 días efectivos.
- En el Área de Fabricación: El tiempo de ciclo actual es de 22 días. Con la segregación de la zona de corte y la autonomía que entrega el puente grúa, se proyecta una reducción a 14 días, eliminando cuellos de botella y paradas por falta de recursos de levante.

4.4.1 IMPACTO EN LA CAPACIDAD Y RENTABILIDAD

Esta optimización de tiempos tiene un impacto directo en la facturación del taller. Al reducir el tiempo de fabricación en un 36% y el de reparación en más de un 50%, Fluitek Marco SPA adquiere la capacidad de:

- Aumentar el flujo de caja: Al terminar trabajos más rápido, el ciclo de facturación se acelera.
- Capturar mayor demanda: La liberación de días en el calendario del taller permite aceptar nuevos contratos que hoy se rechazan o se retrasan por falta de espacio y tiempo, permitiendo que la inversión se pague mediante la ejecución de trabajos adicionales en el mismo periodo de tiempo

4.4.2 PROYECCIÓN DEL RETORNO DE INVERSIÓN (ROI)

Para dimensionar el retorno de la inversión, se plantea el siguiente escenario conservador, basado en la capacidad adicional generada:

Considerando que el taller procesa actualmente un promedio de dos órdenes de fabricación al mes con un tiempo de ciclo de 22 días, la reducción a 14 días libera aproximadamente 8 días-hombre de capacidad mensual. Si cada orden de fabricación tiene un valor promedio estimado en \$2.500.000 netos para la empresa, la capacidad de incorporar al menos una orden adicional mensual implica un ingreso incremental de \$2.500.000/mes.

Este período de recuperación es altamente favorable en el contexto de ingeniería industrial, considerando que la vida útil de los activos adquiridos (puente grúa, mesones, equipos de limpieza) supera los 10 años. En consecuencia, a partir del octavo mes, la totalidad del beneficio operativo se convierte en rentabilidad neta incremental para la empresa.

4.5 CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE VIABILIDAD

El análisis integral desarrollado en este capítulo permite concluir de manera fundamentada que la implementación del proyecto de optimización del taller de Fluitek Marco SPA es viable en sus tres dimensiones esenciales.

Desde el punto de vista técnico, la Propuesta cuenta con las condiciones de infraestructura, equipamiento y competencia del personal necesarias para ser ejecutada. Las intervenciones físicas requeridas son de baja complejidad, y los activos críticos identificados el puente grúa de 2 toneladas y el sistema de extracción de humos son compatibles con la estructura existente del galpón.

Desde el punto de vista legal y normativo, la propuesta se encuentra alineada con la normativa chilena vigente en materia de seguridad laboral (Ley N°16.744 y D.S. N°594), ambiental y de instalación de equipos de levante, lo que permite proyectar una implementación sin contingencias regulatorias que pongan en riesgo la continuidad operativa de la empresa.

Concepto	Valor Estimado
Inversión total del proyecto	\$18.870.000
Ingreso incremental mensual estimado	\$2.500.000
Período de recuperación estimado	7–8 meses

Valorización del proyecto - (Tabla 16)

Desde el punto de vista económico, la inversión requerida de aproximadamente \$18.870.000 se sustenta en un retorno estimado de entre 7 y 8 meses, con beneficios operativos sostenibles en el tiempo. La eliminación de mudas en el proceso productivo, la mejora del indicador OTIF y la capacidad de capturar demanda adicional constituyen los pilares que hacen de este proyecto una decisión estratégica rentable y de bajo riesgo para la organización.

En síntesis, este proyecto no solo es técnicamente ejecutable y normativamente admisible, sino que representa una inversión con retorno probado y beneficios que trascienden lo económico, fortaleciendo la cultura organizacional, la seguridad del personal y la posición competitiva de Fluitek Marco SPA en el exigente mercado minero e industrial en que opera.

CONCLUSIÓN

La implementación del modelo de optimización basado en la filosofía Lean en Fluitek Marco SPA se presenta como una solución efectiva y rentable frente a los desafíos operativos del taller. A través del rediseño del layout y la estandarización de procesos, se logra reducir significativamente el Lead Time de reparación, mejorando la capacidad de respuesta y el flujo de trabajo.

Uno de los principales hallazgos del proyecto es que las ineficiencias no estaban asociadas a la falta de capacidades técnicas del personal, sino a problemas de organización, gestión y presencia de desperdicios en los procesos. En este sentido, la aplicación de herramientas Lean permite ordenar el sistema productivo, eliminar actividades que no agregan valor y aprovechar de mejor manera los recursos disponibles.

Asimismo, la propuesta no solo impacta en la mejora del indicador OTIF, sino que también sienta las bases para una cultura de mejora continua, mayor control operativo y mejores condiciones de trabajo. Desde el punto de vista económico, la inversión estimada de \$18.870.000 resulta justificada, proyectándose su recuperación en un plazo inferior a un año.

En conjunto, este proyecto no solo optimiza el desempeño del taller, sino que también fortalece la competitividad de la empresa, posicionándola de mejor manera frente a las exigencias del sector industrial y minero.

RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos en este proyecto, se proponen una serie de recomendaciones orientadas a facilitar la implementación y sostenibilidad de las mejoras planteadas en el taller de operaciones de Fluitek Marco.

En primer lugar, se recomienda iniciar la implementación por el área de reparación, ya que presenta menores requerimientos de inversión y permite obtener resultados en el corto plazo. Esta estrategia facilitaría demostrar rápidamente los beneficios del enfoque Lean, tanto en términos operativos como económicos, generando mayor compromiso por parte del equipo de trabajo.

Asimismo, es fundamental asegurar la continuidad de la metodología 5S en el tiempo, evitando que se transforme en una iniciativa puntual. Para ello, se sugiere establecer responsables por área, realizar auditorías periódicas y reforzar la disciplina organizacional mediante capacitación constante.

En relación con la gestión del cliente, se recomienda implementar y mantener políticas claras respecto a los plazos de respuesta de presupuestos. Esto permitirá reducir la acumulación de equipos en espera y mejorar la disponibilidad de espacio dentro del taller, impactando directamente en la eficiencia operativa.

Por otro lado, se sugiere monitorear de forma continua los indicadores clave de desempeño (KPIs), como el OTIF, los tiempos de ciclo y el uso del espacio, con el fin de evaluar el impacto real de las mejoras y detectar nuevas oportunidades de optimización.

Finalmente, se recomienda fomentar una cultura de mejora continua dentro de la organización, promoviendo la participación activa de los trabajadores en la identificación de problemas y propuestas de solución. Esto permitirá que las mejoras implementadas no solo se mantengan en el tiempo, sino que evolucionen de acuerdo con las necesidades del taller.

REFERENCIAS

1. Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). Lean Thinking: Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa (edición en español). Gestión 2000.
<https://todoproyectos1.com/wp-content/uploads/2021/03/lean-thinking.pdf>
2. Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2006). Lean manufacturing: La evidencia de una necesidad. Díaz de Santos.
3. David, F. R. (2013). *Conceptos de administración estratégica* (14.ª ed.). Pearson Educación.