

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PUCP

**MEJORA DE PROCESOS EN EL SERVICIO DE TALLERES DE UNA
EMPRESA DEDICADA A LA COMERCIALIZACIÓN DE EQUIPOS
LIGEROS APLICANDO LA METODOLOGÍA LEAN SERVICE**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR:

Morante Távora, Leandro Manuel

ASESOR:

Ing. Rau Álvarez, José Alan

Lima, marzo, 2021

RESUMEN

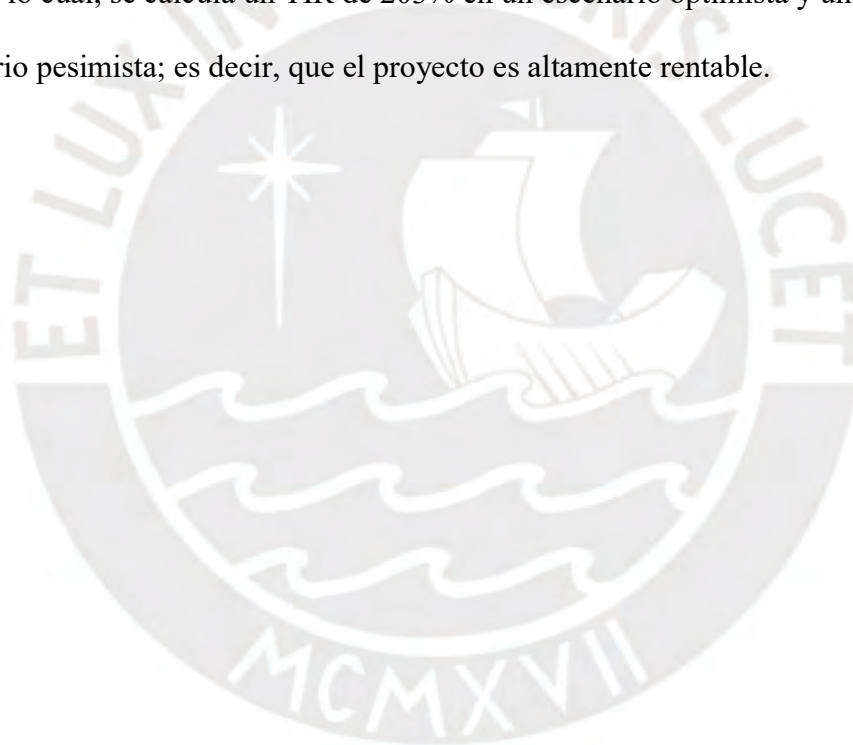
El trabajo de tesis presenta a una empresa encargada de brindar los servicios de venta y alquiler de equipos ligeros nuevos y usados; la cual forma parte del sector especializado en venta, alquiler y servicios de bienes de capital.

A aquella empresa se le realizó un diagnóstico de la situación actual. En primer lugar, con ayuda de la información disponible como las facturaciones, órdenes de trabajo y cantidad de preentregas realizadas fuera de tiempo durante el año 2018, se identificó el proceso crítico: servicio de preentregas de montacargas. En segundo lugar, se analizó el área encargada del proceso y se obtuvo información relevante como la distribución de planta, organización, el flujo general del proceso, indicadores y órdenes de trabajo. En tercer lugar, se identificaron los problemas recurrentes en el proceso de interés gracias a las siguientes herramientas: *value stream mapping*, lluvia de ideas, diagrama de causa- efecto y priorización por ponderación. En cuarto lugar, se identificaron las causas de los principales problemas; las cuales son cinco: las zonas de pintado y lavado se encuentran alejadas del taller, distribución deficiente del taller de preentregas, equipos deteriorados por el óxido, sobreasignación del personal contratado y demora en la atención de solicitudes de repuestos.

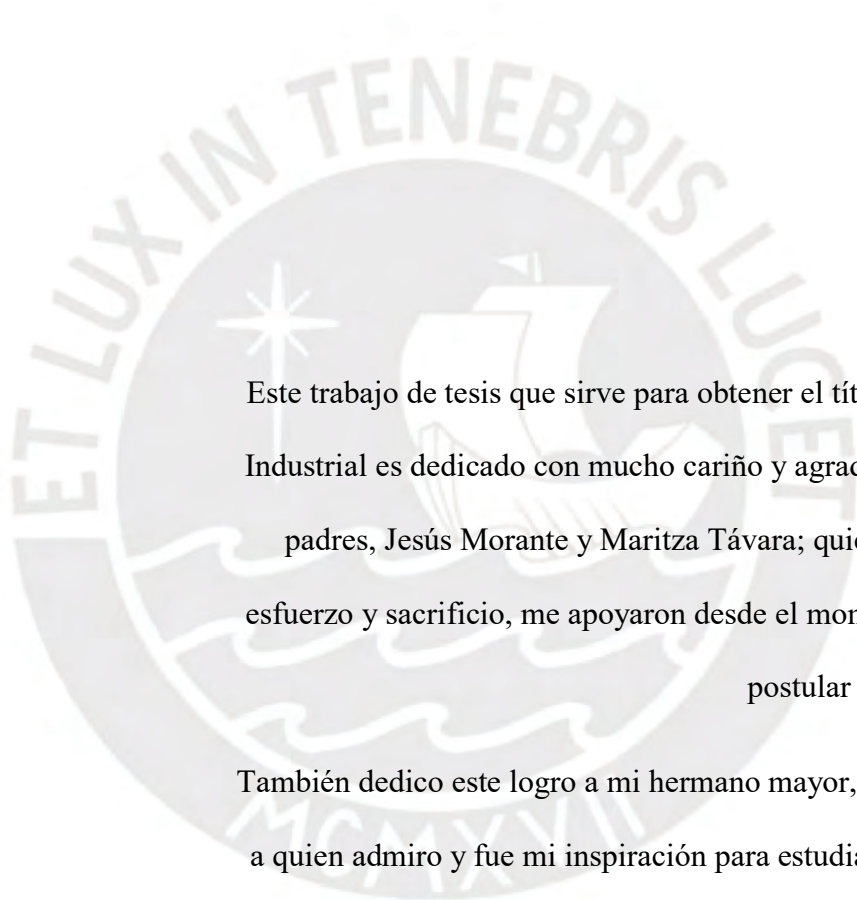
A continuación, se presentó una propuesta conformada por cinco grandes mejoras. La primera es la implementación de las 5 S lo cual garantizará las mejores condiciones para el resto de mejoras durante y después de la implementación. La segunda mejora es la elaboración de un balance de línea que permitió calcular el número de colaboradores necesarios para cada puesto; tres colaboradores en el caso de los técnicos de taller, 9 colaboradores para el puesto de pintado y 2 para el puesto de lavado. La tercera mejora es implementar una distribución por posición fija en el taller para disminuir el número de traslados innecesarios de los montacargas. La cuarta mejora es la implementación de un sistema Kanban en el almacén de insumos para

agilizar los procesos de solicitud de insumos, piezas y repuestos. La quinta mejora es la implementación de la herramienta Jidoka para disminuir el tiempo de reparación de aquellos montacargas que llegan al taller en un estado muy deteriorado. Todas las propuestas, antes mencionadas, fueron implementadas en un piloto en dónde se pudo evidenciar que conseguían atender a tiempo la demanda mensual debido a la reducción del tiempo de atención a 23,2 horas por montacargas.

Finalmente, se realizó un análisis económico donde se identificó un costo de inversión inicial de 10 229,2 soles y un costo mensual de 5072,5 soles una vez implementadas las mejoras. Con lo cual, se calcula un TIR de 203% en un escenario optimista y un TIR de 148% en un escenario pesimista; es decir, que el proyecto es altamente rentable.



DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS



Este trabajo de tesis que sirve para obtener el título de Ingeniero Industrial es dedicado con mucho cariño y agradecimiento a mis padres, Jesús Morante y Maritza Távora; quienes, con mucho esfuerzo y sacrificio, me apoyaron desde el momento que decidí postular a la universidad.

También dedico este logro a mi hermano mayor, Alvaro Herrera, a quien admiro y fue mi inspiración para estudiar ingeniería, y a mi abuelo Manuel Morante quién se sintió orgulloso cuando ingresé a la carrera de Ingeniería Industrial y deseaba verme como ingeniero.

Por último, espero que este logro sirva de inspiración para mi hermano menor, Rodrigo Morante, de quien estoy orgulloso y seguro de que logrará grande cosas.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	3
1.1. Herramientas para análisis de procesos	3
1.1.1. Diagrama de Pareto.....	3
1.1.2. Diagrama de Ishikawa.....	4
1.1.3. Diagrama espagueti.....	6
1.2. Metodologías de mejora de procesos	7
1.2.1. <i>Lean Service</i>	7
1.2.2. Metodología de las 5S.....	8
1.2.3. Los siete desperdicios mortales	12
1.2.4. Value Stream Mapping	13
1.2.5. Jidoka	15
1.2.6. Poka Yoke.....	15
1.2.7. Kanban	16
1.2.8. Takt Time.....	17
1.2.9. Trabajo estandarizado	17
1.2.10. Kaizen	17
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	19
2.1. Sector y actividad económica	19
2.2. Concepción del cliente y del producto	19
2.3. Perfil organizacional y principios empresariales	23
2.4. Unidades de negocio	24
2.5. Organigrama empresarial.....	24

2.6.	Entidades participantes en el modelo de negocio	25
2.7.	Modelo de procesos	27
2.8.	Proceso principal.....	28
CAPÍTULO 3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....		31
3.1.	Identificación del proceso crítico.....	31
3.2.	Descripción del lugar de trabajo	35
3.4.	Información sobre el proceso a analizar	39
3.5.	Identificación de problemas.....	42
3.6.	Análisis de causas	51
3.7.	Diagnóstico del proceso en estudio.....	54
CAPÍTULO 4. PROPUESTA DE MEJORA		56
4.1.	Comprometerse con el pensamiento Kaizen.....	57
4.2.	Implementación de las 5 S	58
4.3.	Implementación del balance de línea	67
4.4.	Implementación de la redistribución del taller.....	70
4.5.	Implementación del sistema Kanban	74
4.6.	Implementación de Jidoka	77
4.7.	Cronograma de implementación	79
4.8.	Propuesta de nuevos indicadores Lean	79
CAPÍTULO 5. ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO.....		82
5.1.	Cálculo de la inversión requerida por cada propuesta	82
5.1.1.	Costos de comprometerse con el pensamiento Kaizen	83
5.1.2.	Costos de implementación de las 5 S.....	84
5.1.3.	Costos de implementación del balance de línea	85
5.1.4.	Costos de implementación de redistribución del taller	85

5.1.5.	Costos de implementación del sistema Kanban.....	86
5.1.6.	Costos de implementación de Jidoka.....	86
5.2.	Análisis económico de la implementación de las mejoras propuestas	87
5.3.	Estudio de sensibilidad simple de la implementación	88
CAPÍTULO 6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
6.1.	Conclusiones.....	90
6.2.	Recomendaciones	91
BIBLIOGRAFÍA		93



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tabla de productos ofrecidos por la empresa en estudio	21
Tabla 2 Clasificación de productos nuevos por tipo de máquina de la empresa en estudio	22
Tabla 3 Clasificación de productos nuevos por marca de la empresa en estudio	22
Tabla 4 Lista de productos de alquiler de la empresa en estudio.....	23
Tabla 5 Lista de productos usados de la empresa en estudio.....	23
Tabla 6 Cálculo de los tiempos de ciclo y de cambio de la operación de lavado	43
Tabla 7 Lluvia de ideas relevadas en el taller de preentregas – parte 1	45
Tabla 8 Lluvia de ideas relevadas en el taller de preentregas – parte 2	45
Tabla 9 Matriz de confrontación de factores (personas referentes del taller)	46
Tabla 10 Matriz resumen de la evaluación de causas por cada referente del taller	49
Tabla 11 Propuesta de tabla resumen de las tarjetas rojas seiri	59
Tabla 12 Propuesta de tabla resumen de elementos no desechados	60
Tabla 13 Resumen de la propuesta de implementación de las 5 S	66
Tabla 14 Resumen de impacto de la implementación de las 5 S	67
Tabla 15 Balance de línea del proceso de preentregas de un montacargas – 5 puestos	68
Tabla 16 Balance de línea del proceso de preentregas de un montacargas – 3 puestos	69
Tabla 17 Resumen de impacto de la implementación de un balance de línea	70
Tabla 18 Resumen de impacto de la implementación del sistema Kanban	77
Tabla 19 Resumen de impacto de la implementación de Jidoka	78
Tabla 20 Resumen de indicadores lean y sus valores meta	80

Tabla 21 Resumen de impacto de la implementación de Jidoka	80
Tabla 22 Cuadro resumen de los costos por hora de los puestos involucrados	83
Tabla 23 Cuadro resumen de los costos únicos de Comprometerse con el pensamiento Kaizen	83
Tabla 24 Cuadro resumen de costos mensuales de Comprometerse con el pensamiento Kaizen	84
Tabla 25 Cuadro resumen de costos únicos de implementación de las 5 S	84
Tabla 26 Cuadro resumen de costos mensuales de implementación de las 5 S	85
Tabla 27 Cuadro resumen de costos de implementación de Jidoka.....	86
Tabla 28 Cuadro resumen de los costos de inversión del plan propuesto.....	87
Tabla 29 Cuadro resumen de los costos mensuales de la propuesta	87
Tabla 30 Flujo de caja del proyecto para un periodo de 12 meses (montos en miles de soles) .	88
Tabla 31 Análisis de sensibilidad según la demanda de montacargas	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ejemplo de Diagrama de Pareto de primer nivel.....	4
Figura 2 Ejemplo de Diagrama de causa-efecto	5
Figura 3 Ejemplo de Diagrama de Ishikawa del tipo flujo del proceso.....	6
Figura 4 Ejemplo de Diagrama de Ishikawa de estratificación	6
Figura 5 Ejemplo de diagrama espaguetti.....	7
Figura 6 Ejemplo de un Value Stream Mapping	14
Figura 7 Esquema de un sistema Kanban	16
Figura 8 Clasificación CIIU.....	19
Figura 9 Organigrama general de la empresa en estudio.....	25
Figura 10 Mapa relacional de la empresa en estudio.....	25
Figura 11 Mapa de procesos de la empresa en estudio.....	28
Figura 12 Flujo de procesos del macroproceso Operaciones de Servicios.....	30
Figura 13 Análisis de facturaciones del año 2018	32
Figura 14 Análisis de órdenes de trabajo del año 2018	33
Figura 15 Análisis de base de datos del Taller de Preentregas	34
Figura 16 Montacargas modelo GP30NM marca CAT	35
Figura 17 Distribución de planta actual del Taller de Preentregas	36
Figura 18 Organigrama de puestos del Taller de Preentregas	38
Figura 19 Extracto de la base de datos del Taller de Preentregas.....	40

Figura 20 Diagrama de flujo del proceso de Preentregas. Parte 1	40
Figura 21 Diagrama de flujo del proceso de Preentregas. Parte 2	41
Figura 22 Análisis de las OTS de montacargas del periodo set. 2018 – may. 2019	42
Figura 23 Value Stream Map de la situación actual del proceso de Preentregas	44
Figura 24 Diagrama Causa-Efecto del problema analizado	47
Figura 25 Value Stream Map futuro del proceso de Preentregas	50
Figura 26 Diagrama Espaguetti del proceso de Preentregas para montacargas.....	52
Figura 27 Partes oxidadas de montacargas	53
Figura 28 Esquema resumen del plan de la propuesta de mejora	56
Figura 29 Propuesta de tarjeta roja seiri	59
Figura 30 Ejemplo de cómo se demarcará el piso del taller	61
Figura 31 Ejemplo de etiquetado de armarios	61
Figura 32 Bandeja de aluminio y sumidero longitudinal.....	62
Figura 33 Ejemplo de mensaje para el impulso de la cultura de limpieza.....	63
Figura 34 Checklist propuesto para la revisión de limpieza semanal de la celda de trabajo ...	65
Figura 35 Ejemplo de seguimiento del indicador de las 5 S de un área de trabajo	66
Figura 36 Gráfico de proporciones de las OTS del taller de preentregas	69
Figura 37 Hidrolavadora HD 6/15 M marca Karcher	71
Figura 38 Nueva distribución por posición fija de la zona de trabajo de montacargas	72
Figura 39 Comparación de diagramas de espaguetti actual y propuesto	73

Figura 40 Carretilla de mano con plataforma	75
Figura 41 Sistema Kanban propuesto	76
Figura 42 Plano de puntos del sistema Kanban propuesto	76
Figura 43 Formato de tarjeta Kanban	77
Figura 44 Torre andon de colores rojo y verde.....	79
Figura 45 Cronograma de implementación del plan de mejoras propuesto.....	81



ANEXOS

Anexo 1: Extracto de la base de datos de las ventas de montacargas y prestaciones de servicios	96
Anexo 2: Estudio de tiempos del proceso actual de preentregas de montacargas	97
Anexo 3: Estudio de tiempos del proceso futuro de preentregas de montacargas	98



INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el sector de bienes de capital ha sufrido reducciones considerables, debido a la disminución de fabricación y comercialización de sus productos. Por ello, las empresas del sector han comenzado a competir en la venta de repuestos, servicios de mantenimiento, mejores garantías y menores tiempos de atención al cliente.

El objetivo de la presente tesis es optimizar un proceso crítico de la empresa en estudio. A través de la identificación de problemas y sus respectivas causas, y la propuesta de mejoras utilizando la metodología *lean service*. Todos los cambios propuestos deben generar un aumento de la rentabilidad de la empresa.

En el primer capítulo, se presenta el marco teórico necesario para el desarrollo de la tesis; él cual incluye definiciones y ejemplos de herramientas para análisis de procesos y metodologías de mejora de procesos.

En el segundo capítulo, se describe la empresa que analiza la presente tesis a través del sector y actividad económica, la concepción del cliente y del producto, el perfil organizacional y principios empresariales, las unidades de negocio, el organigrama empresarial, el modelo de negocio, el modelo de procesos, y el proceso principal.

El tercer capítulo contiene el análisis y diagnóstico de la situación actual de la empresa. Para ello, el análisis consiste en la identificación del proceso crítico, la descripción del lugar de trabajo, la organización de la empresa, la recolección de información sobre el proceso crítico, la identificación de problemas y el análisis de causas. Posteriormente, se presenta el diagnóstico del proceso en estudio.

En el cuarto capítulo, se desarrollan propuestas de mejoras basadas en la metodología presentada en el primer capítulo. Además, se proponen métodos de control que aseguran la supervisión y continuidad de las mejoras planteadas.

El quinto capítulo analiza la viabilidad económica de las propuestas de mejora desarrolladas en el capítulo anterior. Para ello, se estima la inversión requerida y la rentabilidad.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones con respecto al trabajo desarrollado en la tesis.



CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo, se detallarán los conceptos necesarios para el correcto entendimiento de la tesis; además, de las definiciones, herramientas y metodologías utilizadas en la elaboración de las propuestas de mejora de la empresa en estudio.

1.1. Herramientas para análisis de procesos

Para la realización del análisis y diagnóstico de la empresa estudiada en esta tesis, se han utilizado diversas herramientas de análisis de procesos; de las cuales se explicará su finalidad y alcance en el presente subtítulo.

1.1.1. Diagrama de Pareto.

Según Humberto Gutiérrez, este diagrama es un gráfico de barras cuyo fin es ayudar a identificar los problemas más importantes; debido a que resulta imposible o muy complicado enfrentar todos los problemas a la vez (2010: 179).

El diagrama sigue el principio de Pareto; el cual dice que existen pocos problemas vitales y muchos triviales. Aproximadamente, solo el 20% de los problemas resultan importantes.

Para una correcta aplicación del diagrama de Pareto, se debe registrar la frecuencia de los problemas o defectos que se evalúan y el porcentaje acumulativo con respecto al total de problemas. En la Figura 1, se puede apreciar un ejemplo del diagrama de Pareto.

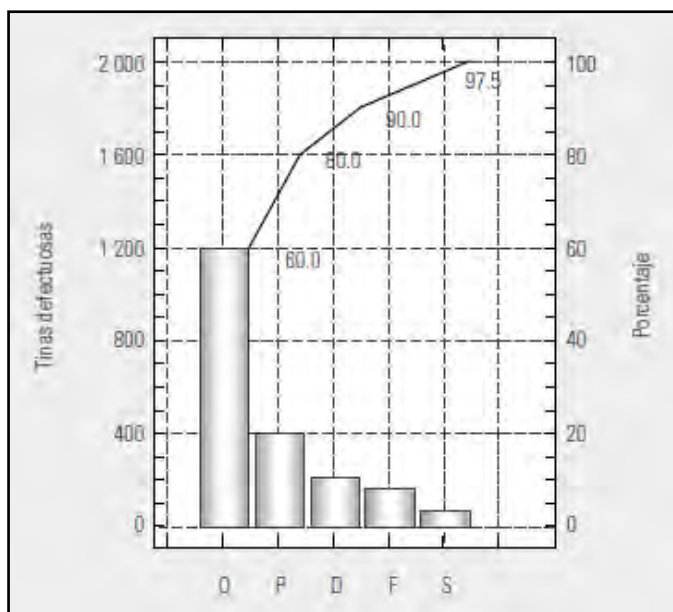


Figura 1 Ejemplo de Diagrama de Pareto de primer nivel

Fuente: Humberto Gutiérrez Pulido (2010)

1.1.2. Diagrama de Ishikawa.

También llamado “Diagrama de causa-efecto”, es una herramienta que permite visualizar, de manera gráfica, la relación entre un problema y sus posibles causas.

Además, el autor menciona que, según cómo se buscan y organizan las causas, existen tres estilos de diagramas de Ishikawa (Humberto Gutiérrez 2010: 192); los cuales se explicarán a continuación.

Método de las 6M.

Este método consiste en agrupar las posibles causas en seis clasificaciones: métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente (Humberto Gutiérrez 2010: 192). En la Figura 2, se muestra un ejemplo del método aplicado para identificar las causas del problema de la boca de una tina ovalada.

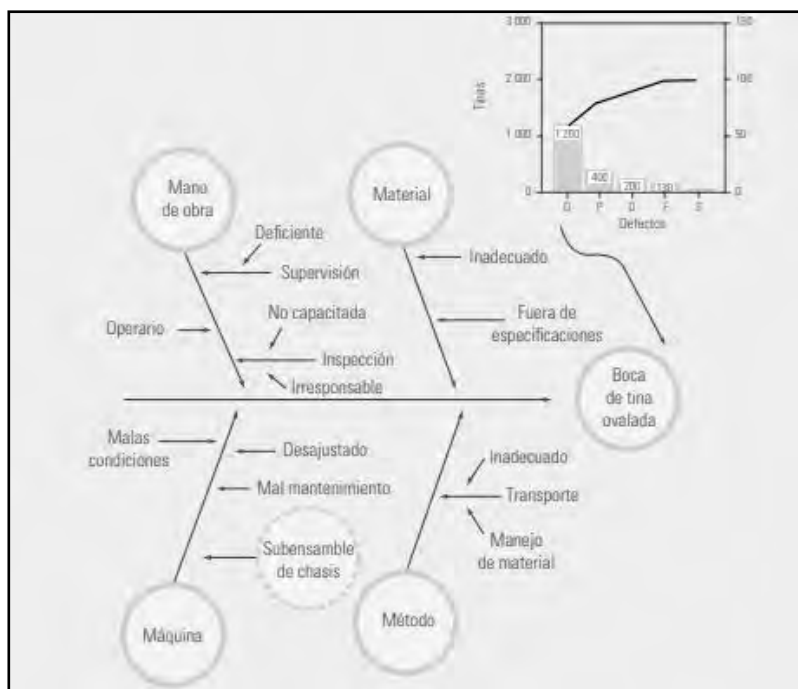


Figura 2 Ejemplo de Diagrama de causa-efecto

Fuente: Humberto Gutiérrez Pulido (2010)

Método de flujo del proceso.

En este diseño del diagrama de causa-efecto que se muestra en la Figura 3, la línea principal es reemplazada por el flujo del proceso involucrado en el efecto analizado. Es decir, se asume que todo el proceso es una causa potencial del problema. Por ello, para la identificación de las causas raíz, se van agregando las causas potenciales mientras se revisan las etapas del proceso (Humberto Gutiérrez 2010: 196).

Método de estratificación o enumeración de causas.

Este método identifica las principales causas potenciales de manera directa, sin necesidad de una agrupación como las 6M o las etapas del proceso como se muestra en la Figura 4. La práctica común para el relevamientos de las causas es la realización de una sesión de lluvia de ideas. Además, para profundizar en la búsqueda de las causas raíz se recomienda cuestionarse varias veces el porqué de cada causa identificada en la sesión.

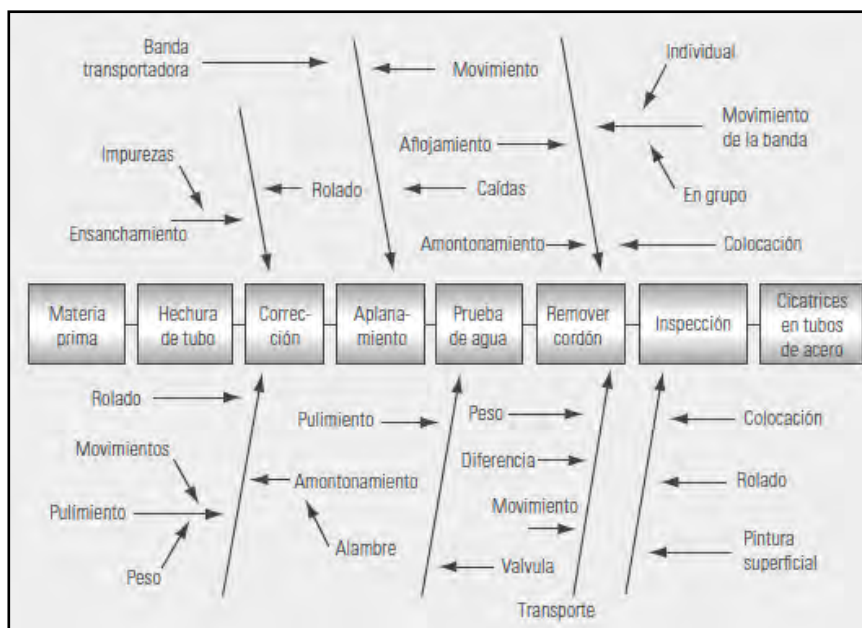


Figura 3 Ejemplo de Diagrama de Ishikawa del tipo flujo del proceso

Fuente: Humberto Gutiérrez Pulido (2010)

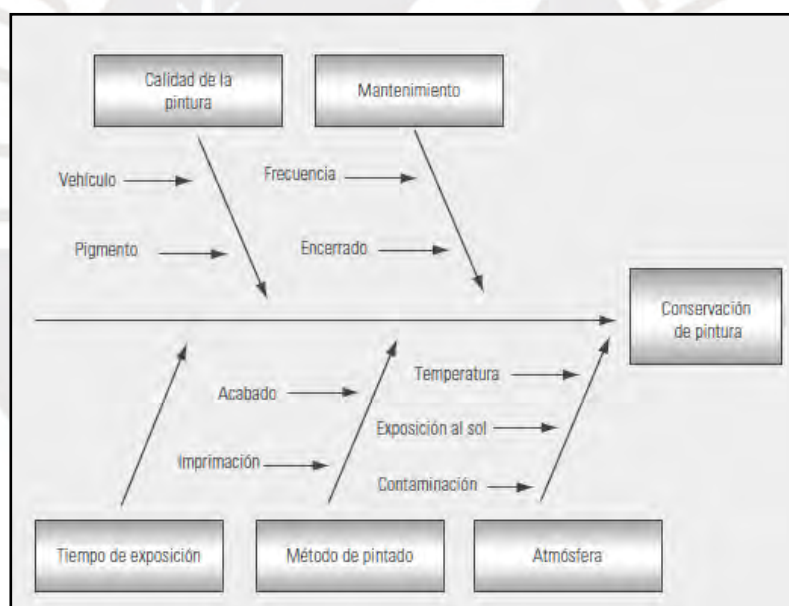


Figura 4 Ejemplo de Diagrama de Ishikawa de estratificación

Fuente: Humberto Gutiérrez Pulido (2010)

1.1.3. Diagrama espagueti

Según Rajadell y Sánchez, es un diagrama que permite observar los movimientos que realizan los trabajadores involucrados, en un proceso o varios, dentro de una zona de trabajo. En él, se pueden evidenciar movimientos innecesarios, cruces entre

desplazamientos y obtener una idea de las distancias recorridas (2010: 217). En la Figura 5 se presenta un ejemplo común del diagrama mencionado.

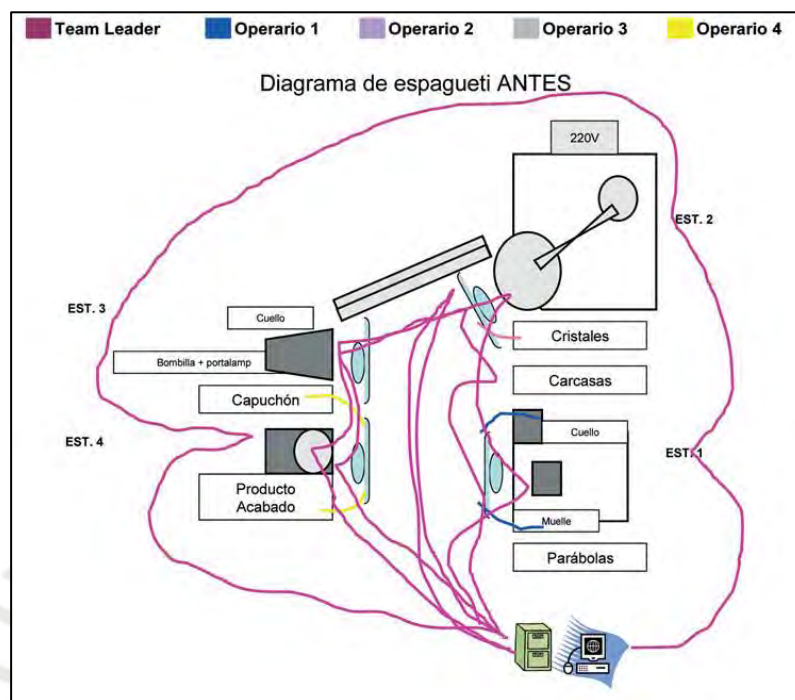


Figura 5 Ejemplo de diagrama espagueti

1.2. Metodologías de mejora de procesos

A continuación, se detallarán la metodología y herramientas que se utilizarán al momento de evaluar y proponer mejoras. Las cuales han sido seleccionadas según los problemas identificados y el diagnóstico realizado.

1.2.1. *Lean Service*

Según Tapping, Lean es una metodología que puede incrementar la competitividad de cualquier negocio. Su aceptación en empresas de producción ha aumentado no solo en Japón sino también en América.

A través de una participación activa de todos los colaboradores involucrados, busca cumplir con uno de sus principales objetivos: eliminar los tipos de desperdicios que

pueden existir en un proceso (2003: 15). Los cuales se detallarán más adelante en la presente tesis.

La metodología Lean se puede adaptar a diferentes giros de negocio como producción, servicios, oficinas, logística, ente otros. A continuación, se describirá la adaptación de Lean Service por ser de interés para el tema de la tesis.

Debido a la naturaleza de los procesos que agrupa un servicio, la alta variabilidad de trabajos, las actividades múltiples que puede realizar un colaborador, la dificultad de predecir la demanda y el carácter creativo involucrado en el desarrollo del servicio, nace la necesidad de crear el Lean Service; el cual se enfoca en los procesos clave del negocio que transmiten valor al cliente (Locher 2011: xii-xvii).

Además, Locher menciona que, para reducir la variabilidad a través de las herramientas Lean, se deben seguir los siguientes cuatro pasos:

- Estabilizar
- Estandarizar
- Visualizar
- Mejora Continua

1.2.2. Metodología de las 5S

La aplicación de las 5S, en cualquier entorno, sigue cinco pasos; los cuales, en el idioma japonés, son *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* y *shitsuke*. Estos pasos requieren que se adapten a la cultura de la empresa, se asignen recursos y se considere el aspecto humano. Además, se recomienda aplicar las 5S antes de cualquier otra herramienta Lean por los siguientes motivos:

- Simplicidad de conceptos
- Gran impacto visual en pequeños periodos de tiempo
- Facilidad de comunicación entre trabajadores
- Reduce reclamos de calidad por parte de los clientes
- Mejora la calidad de vida y seguridad en el área de trabajo

A continuación, se detalla cada una de las 5S mencionadas anteriormente.

SEIRI

Seiri o eliminar lo innecesario, en español, busca identificar lo que se necesita y lo que no con la finalidad de eliminar estorbos y despilfarros en los flujos de trabajo del área. Para ello, sigue las siguientes estrategias para elementos tangibles e intangibles:

- Separa lo que es necesario y lo que no.
- Elimina lo que no se necesita.
- Clasifica los elementos necesarios según su uso y frecuencia de utilización.

Los beneficios que se obtienen al aplicar la primera “S” son los siguientes:

- Espacio libre y útil en el área de trabajo
- Menor tiempo de traslados y acondicionamientos
- Rapidez y facilidad para realizar un control visual
- Mayor seguridad en la zona de trabajo

SEITON

También llamado “Ordenar”, en español, busca ordenar los elementos identificados anteriormente como necesarios. Para ello, utiliza las siguientes estrategias:

- Limita las áreas de trabajo, almacén y pasillos.
- Dispone de localizaciones adecuadas.
- Evita duplicidades en la ubicación de los elementos.

Los beneficios que se obtienen al aplicar la segunda “S” son los siguientes:

- Acceso rápido a los elementos requeridos
- Mayor productividad en el área
- Mayor seguridad en el trabajo
- Mejor accesibilidad y localización de la información

SEISO

Este paso traducido al español significa “Limpiar e inspeccionar” con el fin de identificar, prever y eliminar defectos. Para ello, se basa en las siguientes estrategias:

- Fomentar una cultura de limpieza en el desarrollo de las actividades diarias
- Incluir la limpieza como parte de las inspecciones rutinarias
- Priorizar la mitigación de las causas de suciedad.

Los beneficios que busca obtener la tercera “S” son los siguientes:

- Reducción del riesgo de accidentes
- Incremento de la vida útil de los equipos
- Reducción de averías en la maquinaria
- La limpieza tiende a fomentar más limpieza en la organización.

SEIKETSU

Esta metodología significa “Estandarización” y busca que los logros alcanzados hasta el momento perduren en el tiempo e involucren a todo el equipo de trabajo. Para ello, define las siguientes estrategias:

- Mantener los logros obtenidos en las tres primeras “S”
- Elaborar y cumplir estándares de limpieza
- Comunicar a los colaboradores la importancia de cumplir los estándares

Los beneficios que busca obtener la cuarta “S” son los siguientes:

- Conocimiento más detallado de la zona de trabajo
- Definición de hábitos de limpieza
- Reduce la posibilidad de cometer errores en la limpieza
- Mejora el tiempo de reacción ante averías

SHITSUKE

Este paso se traduce como “Disciplina o normalización” y busca convertir en hábitos todos los procedimientos estandarizados anteriormente. Para ello, recomienda las siguientes estrategias:

- Respetar las normas y estándares referidos al funcionamiento de la empresa
- Reflexionar sobre el grado de cumplimiento de las normas
- Fomentar y mantener la disciplina y autodisciplina
- Realizar auditorías bajo el conocimiento del equipo de trabajo

Los beneficios que busca obtener la quinta, y última, “S” son los siguientes:

- Fomenta una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos
- Mejora el ambiente de trabajo

Una vez aplicados todos los pasos de las 5S se puede proceder a aplicar las diversas herramientas de la metodología Lean Office.

1.2.3. Los siete desperdicios mortales

Según Tapping, los desperdicios o despilfarros de un proceso de producción o servicio se encuentran ocultos entre las actividades. Por ello, define “Los siete desperdicios mortales” para ayudar a las empresas a identificar estos despilfarros.

Sobreproducción

Según Tapping, la sobreproducción es el desperdicio más peligroso porque puede originar la aparición de otros despilfarros. Consiste en elaborar un producto o servicio en una cantidad considerable durante un periodo de tiempo, pero antes de que sea solicitado por el cliente o la demanda. Debido a esto, se consumen más recursos de los necesarios, aumentan los costos de inventario y el cliente no percibe ningún valor adicional.

Esperas

También llamado tiempo ocioso, es el desperdicio asociado al tiempo que una actividad o proceso debe esperar para comenzar por culpa de personas, documentos, retrasos o información.

Reprocesos

Desperdicio relacionado al exceso de controles o revisiones. También se relaciona con los procedimientos burocráticos que requieren de varias autorizaciones.

Inventarios

Los inventarios, ya sean de materia prima, insumos o producto terminado, deben mantenerse en los niveles más bajos posibles. Debido a que no agrega valor al producto o servicio y genera costos extras.

Exceso de movimientos

Este despilfarro hace referencia a la cantidad de traslados realizados por el personal. Al no agregar ningún valor al cliente sino aumentar los tiempos de producción, se buscan reducir los movimientos del operario al mínimo nivel.

Defectos

Es el desperdicio más conocido y fácil de identificar; por ello, existen muchas herramientas de calidad que ayudan a controlarlo. Este despilfarro, malgasta esfuerzos y perjudica la productividad de la empresa.

Exceso de transporte

Desperdicio relacionado al exceso de traslados de materiales, insumos y productos sin terminar durante todo el flujo del proceso de producción o del servicio. Este despilfarro origina la pérdida de tiempo y energía de la mano de obra; además que expone a accidentes al operario y a la carga.

1.2.4. Value Stream Mapping

Mayormente conocido como *Value Stream Mapping* (VSM), es una herramienta que permite visualizar el conjunto de variables que afectan al sistema y el flujo de materiales e información a través de los proveedores, la empresa y los clientes como se muestra en la Figura 6.

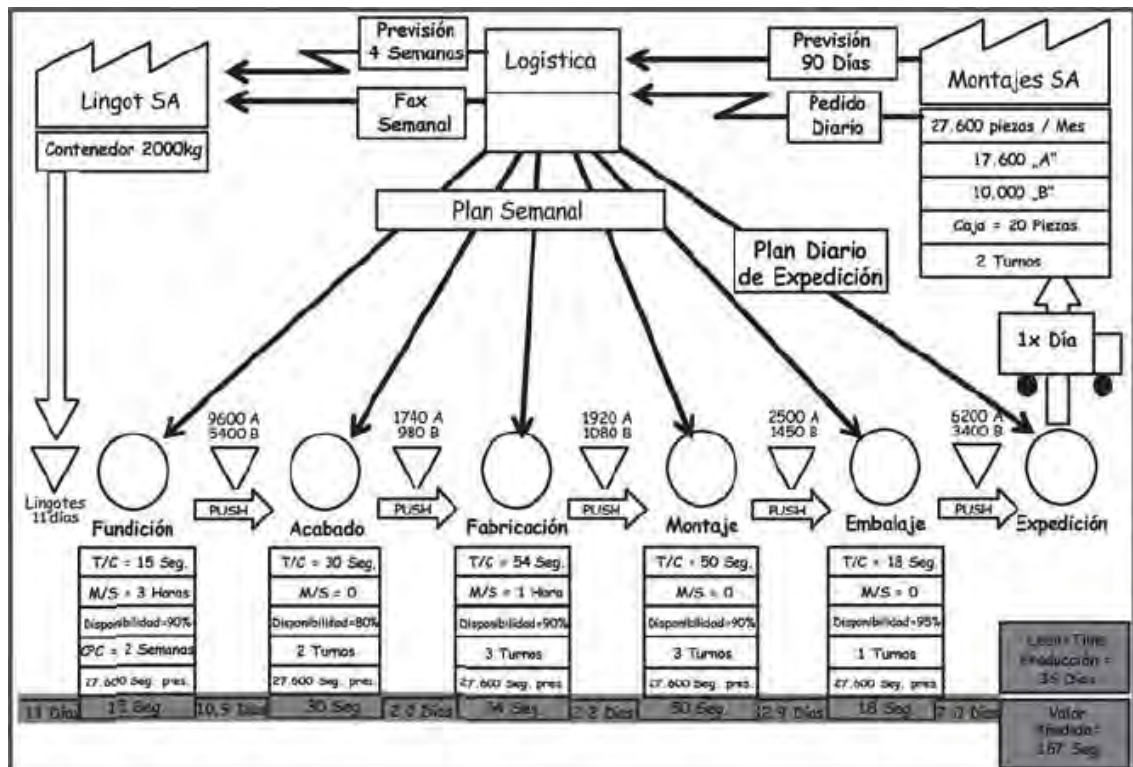


Figura 6 Ejemplo de un Value Stream Mapping
Fuente: Manuel Rajadell y José Luis Sánchez (2010)

Según Manuel Rajadell y José Luis Sánchez, la finalidad de realizar un VSM es representar esquemáticamente cualquier proceso productivo, logístico o administrativo. Lo cual permite identificar aquellas operaciones que aportan valor para su posterior priorización al momento de implementar las acciones de mejora (2010: 34).

En el caso de servicios u oficinas, el flujo de materiales suele ser de información virtual o en papel (Keyte y Locher 2004: 5-8). Además, ellos proponen una metodología que va acorde a la implementación de mejoras Lean. Aquella se menciona a continuación:

Identificar la familia de servicios

Para comenzar correctamente la elaboración de un VSM, se debe especificar el proceso en particular del cual se va a relevar la información o, en todo caso, identificar el grupo de procesos similares entre sí para la elaboración de un producto o servicio.

Mapear el flujo del valor actual

En este paso, se busca relevar cómo funciona la empresa con sus procesos actuales. La elaboración del VSM permite detectar problemas a través de una representación gráfica estándar.

Mapear el flujo de valor futuro

Con ayuda de las herramientas que ofrece la metodología Lean, este paso busca diseñar el nuevo VSM del proceso evaluado. Este proceso debe reducir los desperdicios identificados en el paso previo.

Plan de trabajo

Establece que se debe tener un plan de trabajo para comenzar con la implementación de las herramientas que se utilizarán para llegar al VSM futuro.

1.2.5. Jidoka

Es una herramienta que involucra a todos los operarios a participar activamente en la solución de problemas, ya que tiene como finalidad asegurar que cada proceso entregue unidades aceptables al siguiente proceso del flujo de trabajo.

Una vez aplicada esta herramienta, los operarios son libres de accionar o pulsar un botón o encender una alarma cuando encuentran un error.

1.2.6. Poka Yoke

Manuel Rajadell y José Luis Sánchez mencionan que esta herramienta cuenta con 3 etapas: paro, control y aviso. Además, colabora al sistema de auto-inspección. Por ello, la definen de la siguiente manera:

“Es una técnica que ayuda a conseguir los cero defectos, mejorando la calidad del producto y del proceso. Generalmente, son mecanismos o dispositivos que una vez instalados, evitan los defectos al 100% aunque se cometan errores” (2010: 247).

1.2.7. Kanban

Al traducir el nombre de esta herramienta al español significa: señal o cartel de tienda. Su objetivo es garantizar la calidad y producción necesaria en cortos periodos de tiempo. Para ello, basa su funcionamiento en el sistema *pull*, ya que cada proceso toma los recursos que necesita del proceso anterior ocasionando que estos últimos solo produzcan la cantidad que se ha retirado (Rajadell y Sánchez 2010: 94-95). En la Figura 7 se observa el esquema general de cómo funciona la herramienta Kanban.

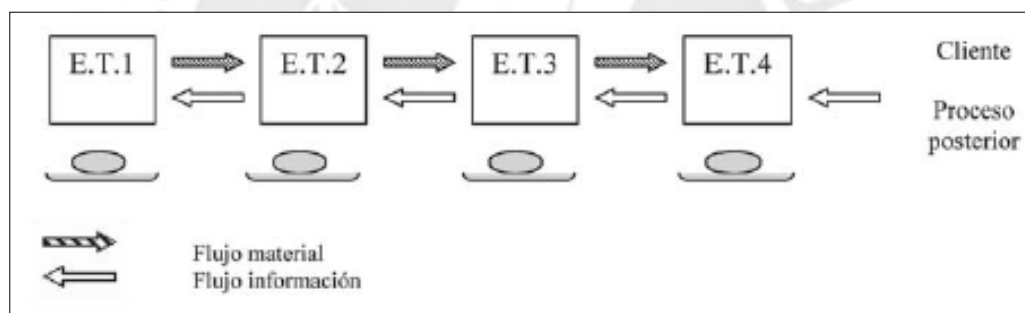


Figura 7 Esquema de un sistema Kanban

Fuente: Rajadell y Sánchez (2010)

Además, Rajadell y Sánchez proporcionan las fórmulas para calcular la cantidad de piezas por kanban y la cantidad de contenedores con los que se deben contar (2010: 106-108). A continuación, se presentan dichas fórmulas.

$$\text{piezas por kanban} = \frac{\text{demanda de piezas} \times \text{piezas por producto} \times \text{tiempo de reposición}}{\text{horas de trabajo por turno} \times \text{piezas por paquete}}$$

$$\text{número de kanbans} \geq \frac{\text{demanda de piezas} \times \text{tiempo de reposición} \times (1 + \text{coeficiente de seguridad})}{\text{capacidad del contenedor}}$$

1.2.8. Takt Time

Tapping define el *Takt Time* como el ritmo de trabajo necesario para cumplir con la demanda. Su objetivo principal es el de sincronizar los tiempos de producción con los intervalos que demora el cliente en demandar un producto o servicio (2003: 93). A continuación, se presenta la fórmula para el cálculo del *takt time*.

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ disponible\ para\ trabajar}{Número\ de\ unidades\ vendidas}$$

1.2.9. Trabajo estandarizado

Es un conjunto de procedimientos que establecen el mejor método de trabajo con la finalidad de que los colaboradores realicen actividades con el mismo nivel de calidad, productividad y seguridad. Para poder definirlo de manera correcta, se establecen tres pasos o requisitos (Rajadell y Sánchez 2010: 86):

- Determinar con los operarios las prácticas de trabajo que otorguen mayores beneficios.
- Tomar en cuenta las ideas más resaltantes de los operarios.
- El trabajo estandarizado debe cumplir con el *Takt Time* definido.

1.2.10. Kaizen

Según Masaki Imai, creador del método Kaizen, significa “cambio para mejorar” en español. Sin embargo, esta herramienta busca implementar de manera gradual y continua a través de pequeñas mejoras.

Para un mejor entendimiento de esta herramienta se han definido los siguientes componentes esenciales: Percepción de los problemas, desarrollo de ideas, tomar decisiones, implantarlas y comprobar su efecto.



CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa en estudio forma parte del portafolio de empresas de un corporativo. Dentro del grupo, es la empresa encargada de brindar los servicios de venta y alquiler de equipos ligeros nuevos y usados; además de ofrecer servicios de postventa a nivel nacional.

2.1. Sector y actividad económica

La empresa en estudio se ubica dentro del sector especializado en venta, alquiler y servicios de bienes de capital. Debido a esto, su código de Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) es 4659. Como se muestra en la Figura 8, su descripción de clase es “Venta al por mayor de otro tipos de maquinaria y equipo” según la revisión 4 realizada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Sección	División	Grupo	Clase	Descripción de la clase	Valor agregado (%)
C	25	251	2512	Fabricación de tanques, depósitos y recipientes de metal	7
		281	2816	Fabricación de equipo de elevación y manipulación	8
	28	282	2821	Fabricación de maquinaria agropecuaria y forestal	3
			2822	Fabricación de maquinaria para la conformación de metales y de máquinas herramienta	21
			2824	Fabricación de maquinaria para la explotación de minas y canteras y para obras de construcción	8
	29	293	2930	Fabricación de partes y accesorios para vehículos automotores	5
G	46	461	4610	Venta al por mayor a cambio de una retribución o por contrata	7
		465	4659	Venta al por mayor de otros tipos de maquinaria y equipo	28
M	71	711	7110	Actividades de arquitectura e ingeniería y actividades conexas de consultoría técnica	13

Figura 8 Clasificación CIIU

Fuente: INEI (2010)

2.2. Concepción del cliente y del producto

La empresa de interés identifica como clientes a todas aquellas empresas con necesidad de adquirir equipos ligeros de los sectores productivos del país: agrícola, construcción, energía,

industria, logística, minería, puertos marítimos y saneamiento. A continuación, se describe, brevemente, la interacción entre los principales sectores.

- **Construcción:** Gran parte de la demanda que atiende la empresa en estudio pertenece a este sector. El cual requiere maquinarias ligeras y equipos para sus proyectos de construcción, edificación y ejecución de obras. Es importante mencionar que, en los últimos años, este sector muestra una preferencia por alquilar maquinaria en vez de comprarla. Lo cual, propició el desarrollo de ese giro de negocio.
- **Minería e hidrocarburo:** Es el segundo sector que genera más ingresos a la empresa. La mayoría de los productos que ofrecen son equipos para la manipulación de metales y agregados.
- **Agricultura:** La empresa atiende a pequeñas, medianas y grandes empresas del sector a través de la oferta de equipos especializados en los procesos de producción, cosecha y agricultura en general.
- **Energía:** Con relación a este sector, la empresa ofrece equipos y componentes especializados en ofrecer potencia eléctrica según las exigencias laborales y normas ambientales.

Dado que atiende varios sectores productivos, su cartera de productos es muy variada la cual se muestra en la Tabla 1. Sin embargo, para facilitar la elección del cliente, segmenta sus productos por sector, tipo de equipo, marca y estado de uso.

Con respecto a los productos nuevos, cuenta con los productos mostrados en la Tabla 1. A continuación, en la Tabla 2 y Tabla 3 se muestran las clasificaciones por tipos de equipo y marcas.

Tabla 1 Tabla de productos ofrecidos por la empresa en estudio

LISTA DE PRODUCTOS			
Alimentadores de alambre para arco sumergido	Distribuidores	Mesa de corte	Rastras
Alisadoras	Dumpers	Minicargadores	Reglas vibratorias
Apiladores	Elevadores de material portátiles	Mixers	Retroexcavadoras
Arados	Elevadores de personas	Mixers pluma con bomba de concreto	Robots de demolición
Atomizadores	Equipos de corte	Modular lube	Rodillo para zanjas
Autohormigoneras	Equipos de izaje	Montacargas de alta capacidad	Rodillos compactadores
Bombas centrifugas	Excavadoras cat	Montacargas eléctricos	Rodillos tándem
Bombas hidráulicas	Excavadoras sobre ruedas	Montacargas motor diesel	Sembradoras
Bombas industriales	Generadores portátiles	Montacargas motor gas lp	Sistemas centro-matic
Bombas montadas sobre camión	Globos de iluminación	Motosoldadoras	Soldadoras de procesos avanzados
Bombas portátiles	Grupos electrógenos	Pala frontal	Soldadoras mig/mag
Bombas sumergibles	Henificación	Pasillo estrecho	Soldadoras multiprocesos
Calefactores de aire indirectos	Herramientas de ajuste industrial	Pavimentadoras de asfalto	Soldadoras para electrodo revestido (smaw)
Cargadores frontales	Herramientas de atornillado	Perforación	Soldadoras tig (gtaw)
Cilindros hidráulicos	Herramientas especiales	Planchas compactadoras	Torres de iluminación
Componentes del sistema	Herramientas lubricación y accesorios	Plantas móviles de concreto	Tractores topadores
Compresoras libre de aceite	Línea frutera	Plataformas articuladas	Transpaletas eléctricas
Compresoras portátiles	Línea liviana	Plataformas articuladas remolcables	Transpaletas manuales
Compresoras rotativas - velocidad variable	Línea mediana	Plataformas de tijera	Tuberías de fibra de vidrio
Compresoras rotativas - velocidad fija	Línea pesada	Plataformas telescópicas	Tuberías de hierro dúctil
Consumibles de soldadura	Manipuladores de contenedores llenos	Pluma distribuidora de concreto	Válvulas de control
Cortadoras early entry	Manipuladores de contenedores vacíos	Prensas hidráulicas	Vibradores externos
Cortadoras manuales	Manipuladores telescópicos	Preparación de superficies industriales	Vibradores internos
Corte por plasma	Mantenimiento de vehículos	Preparacion del terreno	Vibroapisonadores
Cortes de suelo	Martillos de demolición	Pulidoras	Winches y grúas de alta capacidad
Cultivadores	Martillos demoledores	Quickclub	

Fuente: UNIMAQ (2019)

Por otro lado, con respecto a los productos usados, las marcas ofrecidas son Cat y Genie. Los tipos de equipos son: Construcción general Cat, Pavimentación y Plataformas elevadoras. A continuación, en la Tabla 5 se muestra la lista de productos usados que se ofrecen.

Con respecto a los productos de alquiler, se clasifican en accesorios, equipos ligeros y maquinaria. En la Tabla 4 se aprecian los productos ofrecidos por cada clasificación.

Finalmente, la empresa en cuestión también ofrece repuestos para los productos que vende y servicios de soporte técnico como: inspección de máquinas y mangueras hidráulicas, reparaciones, servicio de campo, y servicio de talleres.

Tabla 2 Clasificación de productos nuevos por tipo de máquina de la empresa en estudio

CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS NUEVOS POR TIPO DE MÁQUINA		
Compactación	Equipos de soldadura	Pavimentación
Compresoras de aire	Herramientas hidráulicas	Plataformas elevadoras
Compresoras estacionarias	Herramientas neumáticas	Sistemas de lubricación
Concreto	Implementos agrícolas	Tractores agrícolas
Construcción general Cat	Montacargas	Tuberías y válvulas
Energía e iluminación	Montacargas de alto tonelaje	
Equipos de corte concreto y asfalto	Motobombas	

Fuente: UNIMAQ (2019)

Tabla 3 Clasificación de productos nuevos por marca de la empresa en estudio

CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS NUEVOS POR MARCA		
Blend	Genie	Raphael
Bx Steel	Grupos Electrógenos Cat	Rival
Carmix	Husqvarna	Sullair
Cat	Ingersoll Rand	Tatu Marchesan
Cat Lift Trucks	Konecranes	Terex
Cifa	Lincoln Electric	Towmotor
Enerpac	Lincoln Industrial	Valtra
Gardner Denver	Maschio Gaspardo	Wacker Neuson

Fuente: UNIMAQ (2019)

Tabla 4 Lista de productos de alquiler de la empresa en estudio

LISTA DE PRODUCTOS DE ALQUILER		
Accesorios	Equipos ligeros	Maquinaria
Barredoras	Autohormigoneras Carmix	Grupos electrógenos
Martillos	Compresores de aire Sullair	Manipuladores telescópicos
	Motobombas Wacker Neuson	Minicargadores
	Motosoldadoras Lincoln Electric	Retroexcavadoras
	Planchas compactadoras Wacker Neuson	Rodillos compactadores
	Plataformas de trabajo Genie	
	Rodillos Wacker Neuson	
	Torres de iluminación Terex	
	Vibroapisonadores Wacker Neuson	

Fuente: UNIMAQ (2019)

Tabla 5 Lista de productos usados de la empresa en estudio

LISTA DE PRODUCTOS USADOS	
Manipuladores telescópicos	Plataformas telescópicas
Minicargadores	Retroexcavadoras
Plataformas articuladas	Rodillos compactadores
Plataformas de tijera	

Fuente: UNIMAQ (2019)

2.3. Perfil organizacional y principios empresariales

La empresa en estudio cuenta con misión, visión y valores bien definidos conocidos por todos sus trabajadores.

Misión

“Satisfacer las necesidades de nuestros clientes mediante soluciones integrales en equipos ligeros a través de un amplio portafolio de marcas, productos e infraestructura a nivel nacional; así como un servicio eficiente, ágil y de calidad con personal altamente motivado y calificado.”

Visión

“Ser la mejor opción en soluciones integrales de equipos ligeros en un solo lugar y líderes en cada línea que representamos.”

Valores

- Integridad: Honestidad para hacer la diferencia
- Vocación de servicio: Nuestros clientes, nuestra razón de ser
- Dinamismo: Caminamos hacia el futuro
- Innovación: Mejora continua siempre en desarrollo
- Compromiso: Cada día un nuevo reto

2.4. Unidades de negocio

Como se mencionó anteriormente, la empresa ofrece tres tipos de productos: nuevos, usados y de alquiler. Por ello, sus unidades de negocio son tres; cada una especializada en un tipo de producto para una mejor atención al cliente y organización interna. Los nombres de las unidades de negocio son las siguientes:

- Equipos Nuevos
- Equipos Usados
- Alquiler de Equipos Ligeros y Maquinaria

2.5. Organigrama empresarial

La organización de la empresa en estudio está conformada por nueve entidades según se puede apreciar en la Figura 9. Se cuenta con una Gerencia General, un equipo de Asistencia de

Gerencia General, un equipo de Cumplimiento Normativo, cinco grande Divisiones o Gerencias y un departamento de Marketing y Comunicación Externa.

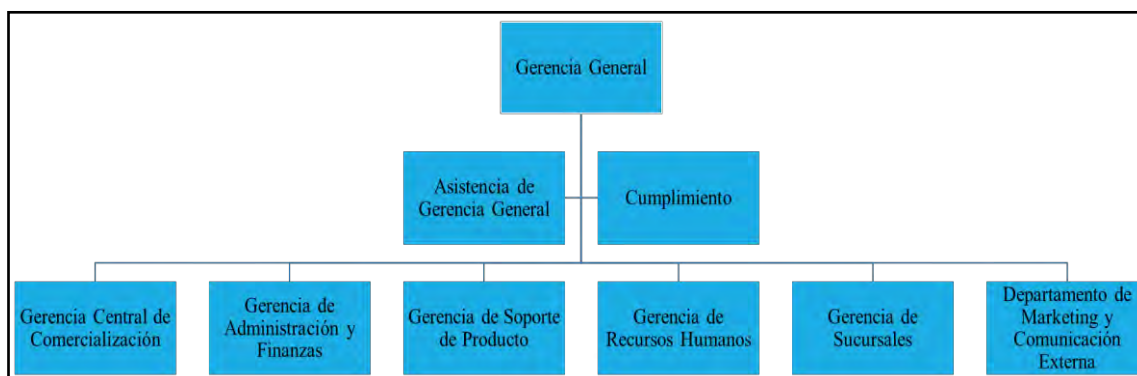


Figura 9 Organigrama general de la empresa en estudio

Fuente: UNIMAQ (2019)

2.6. Entidades participantes en el modelo de negocio

A continuación, se mencionan y describen cada uno de los actores relacionados al negocio de la empresa en estudio a través de sus procesos internos y externos. En la Figura 10 se observa un mapa relacional del negocio dónde se muestra los principales grupos de interés.

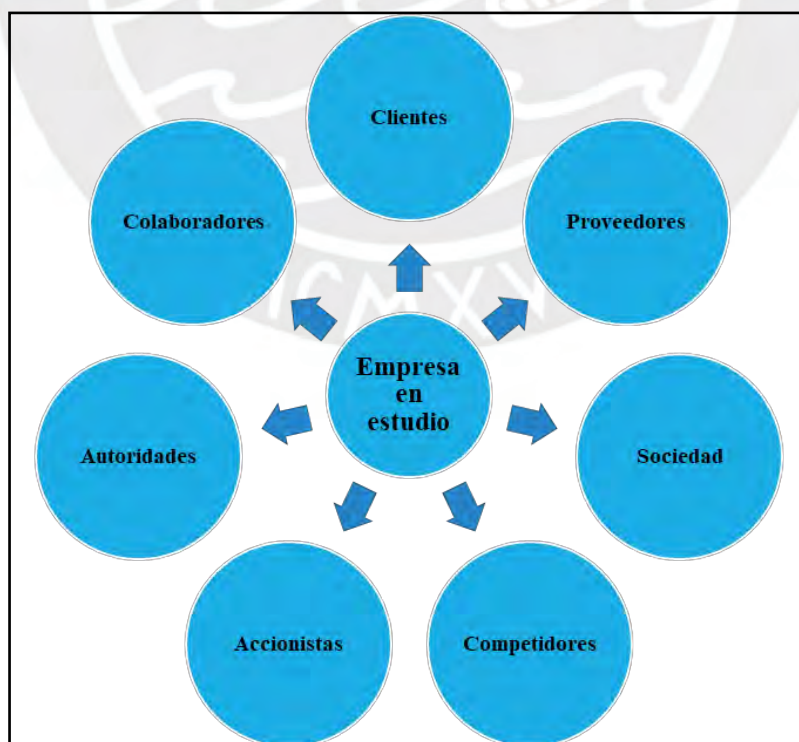


Figura 10 Mapa relacional de la empresa en estudio

Clientes

Empresas del sector agrícola, construcción, energía, industria, logística, minería, puertos marítimos y saneamiento.

Proveedores

Proveedores de reconocidas marcas a nivel mundial como: Blend, Genie, Raphael, Bx Steel, Grupos Electrógenos Cat, Rival, Carmix, Husqvarna, Sullair, Cat, Ingersoll Rand, Tatu Marchesan, Cat Lift Trucks, Konecranes, Terex, Cifa, Lincoln Electric, Towmotor, Enerpac, Lincoln Industrial, Valtra, Gardner Denver, Maschio Gaspardo y Wacker Neuson.

Autoridades

Se cuenta con un Gerente General; sin embargo, la máxima autoridad del corporativo es un directorio conformado por un presidente ejecutivo, un vicepresidente y siete directores. Quienes deciden el rumbo de todas las empresas del grupo.

Accionistas

Son tres los accionistas de la empresa en cuestión: Ferreycorp S.A.A. con 99,997% de participación, Fargoline S.A. y Ferreyros S.A. con 0.001% cada uno.

Colaboradores

Cuenta con 200 trabajadores

Competidores

Son competidores todas aquellas empresas que se dedican a la venta, alquiler y servicios de maquinaria ligera. Algunas de estas empresas son: Komatsu, Volvo, JCB y Jhon Deere.

Sociedad

La responsabilidad social es un elemento importante del modelo de negocio. Por ello, desarrolla proyectos que buscan impactar a todos sus grupos de interés. Algunos de estos proyectos son los siguientes:

- Programa Unimaq Pro: Programa de desarrollo para el personal técnico a través de carreras estándar
- Programa sembrando mi futuro: Formación técnica profesional de jóvenes emprendedores con limitados recursos económicos y que se encuentran concluyendo la secundaria.
- Programa de formación de competencias laborales: Formación laboral de jóvenes y adultos, con trastorno en el desarrollo cognitivo, mediante una alianza estratégica con la Asociación educativa Kallpa.

2.7. Modelo de procesos

Los procesos de la empresa en estudio son organizados a través del modelo de clasificación y articulación de procesos de “Mapa de procesos”. Cuenta con dos procesos estratégicos, siete procesos *core* y cinco procesos de soporte como se puede apreciar en la Figura 11.

- Procesos estratégicos: se refiere a los procesos que guían y establecen directrices para los procesos operativos y de apoyo.
- Procesos *core*: agrupa a todos los procesos que crean valor e interactúan con los clientes.

- Procesos de soporte: son los procesos que generan valor de manera indirecta mediante la interacción con clientes internos. Su fin es el de dar apoyo a los procesos *core*.

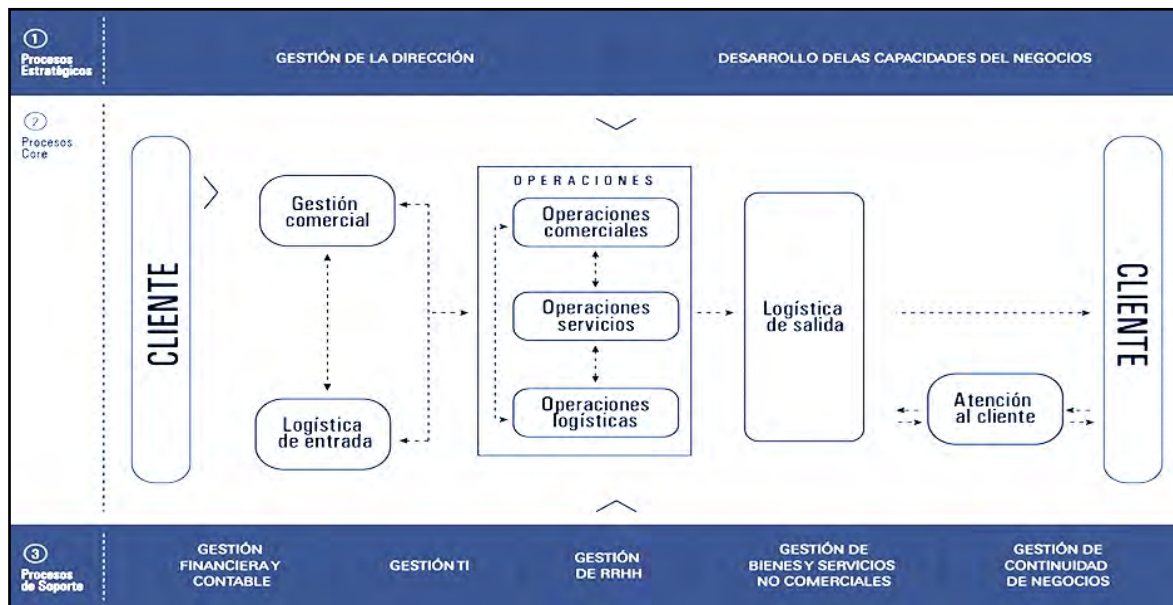


Figura 11 Mapa de procesos de la empresa en estudio

Fuente: UNIMAQ (2019)

2.8. Proceso principal

Debido a que la empresa en estudio cuenta con el mayor porcentaje de participación del mercado, concentra sus esfuerzos en mantener a sus actuales clientes a través de un servicio diferenciado en la postventa de la maquinaria, y equipos que vende y alquila. Es por ello, que el proceso de operaciones de servicios es considerado el principal por ser clave en la estrategia de la organización.

A continuación, en la Figura 12, se muestra el flujo de proceso general de los procesos incluidos en el macroproceso Operaciones de Servicios.

El proceso principal alberga los siguientes procesos en particular:

- Atención de garantías: Actividades relacionadas a la atención de máquinas por garantías que comercializa la empresa en estudio.

- Capacitación a clientes: Actividades para capacitar al cliente según los requerimientos que solicite.
- Reparación de componentes: Actividades relacionadas al servicio de reparación parcial/total de componentes.
- Gestión de facturación de servicios: Actividades necesarias para la facturación de clientes en servicios a nivel nacional.
- Mantenimiento preventivo en campo: Actividades relacionadas a la atención de máquinas por mantenimiento preventivo en campo.
- Preentrega y preparación de unidades alquileres: Actividades relacionadas a la preparación de las máquinas de la flota de alquiler de acuerdo al requerimiento del cliente.
- Mantenimiento correctivo en taller y campo: Actividades relacionadas a la atención de máquinas por mantenimiento correctivo en taller.
- Preentrega: Actividades relacionadas a la preparación de las máquinas de acuerdo al requerimiento del cliente.
- Entrega técnica: Actividades relacionadas a la explicación básica del funcionamiento del equipo de acuerdo a los plazos establecidos entre el cliente y la empresa en estudio.

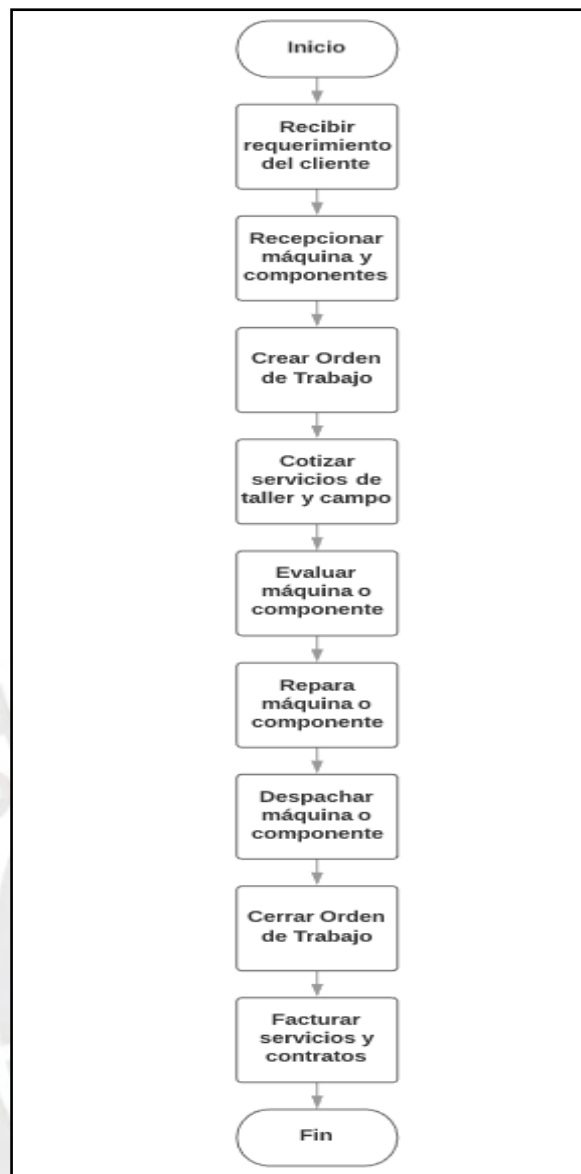


Figura 12 Flujo de procesos del macroproceso Operaciones de Servicios

CAPÍTULO 3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo, se buscará identificar el proceso a mejorar a través de las herramientas descritas en el Capítulo 1. Para ello, se limitará el marco de acción; mediante la elección del macroproceso más relevante, el proceso con mayor urgencia de mejora y el producto más crítico según una característica a escoger. Además, se describirá el proceso escogido, el área de trabajo a cargo y se identificarán los problemas más importantes. Finalmente, se presentará un diagnóstico de la situación actual del proceso en estudio.

3.1. Identificación del proceso crítico

Como se mencionó anteriormente, se identificará el proceso crítico partiendo del análisis de los macroprocesos, microprocesos y tipo de productos de la empresa en estudio.

ELECCIÓN DEL MACROPROCESO

De los procesos mostrados en el mapa de procesos de la Figura 11, se ha elegido analizar los procesos *core*, de los cuales se ha priorizado los procesos de operaciones comerciales y de servicios. Esto debido a que son los procesos encargados de generar ingresos de manera directa.

Para identificar aquel macroproceso con mayor relevancia o impacto, se analizó el número de facturaciones realizadas por cada familia de operaciones. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 13.



Figura 13 Análisis de facturaciones del año 2018

Según la información proporcionada por el área de Sistemas, el 85% de las facturaciones realizadas durante el año 2018 pertenecen a Operaciones de Servicios y el resto a Operaciones Comerciales. Lo cual, evidencia que aquel macroproceso con mayor interacción con los clientes y volumen de transacciones es el de servicios. Por ello, se puede afirmar que es la operación más relevante del negocio y, por lo tanto, la propuesta de mejora enfocada en ella tendrá mayor impacto en la organización.

ELECCIÓN DEL PROCESO DE OPERACIONES DE SERVICIOS

Una vez escogido el macroproceso de Operaciones de Servicios, se busca identificar el microproceso con mayor urgencia de implementar un plan de mejoras. Para ello, se analizaron los procesos que se llevan a cabo dentro de los talleres de servicios por ser los de mayor margen de mejora según el Gerente de Soporte de Producto.

Para poder identificar el proceso idóneo, se solicitó el acceso a las órdenes de trabajo (OTS) al área de Soporte al Producto. Estas OTS son registradas, modificadas y cerradas en un sistema de información desarrollado por Caterpillar llamado Dealer Business System (DBS).

En el Anexo 1, se muestra un extracto de la base de datos analizada. Los resultados del análisis realizado se resumen en la Figura 14.

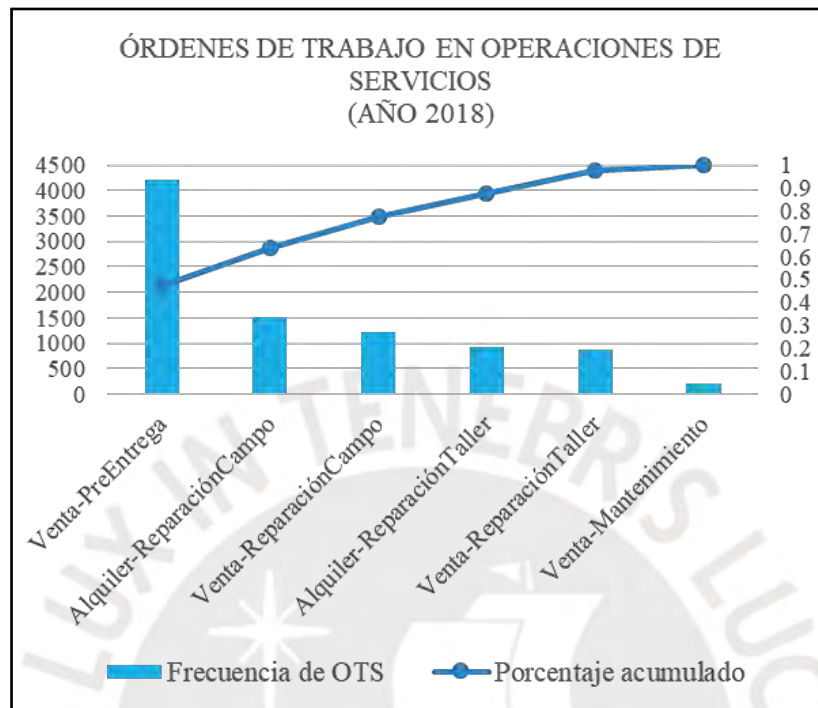


Figura 14 Análisis de órdenes de trabajo del año 2018

Según la información mostrada, el microproceso que generó mayor cantidad de OTS durante el año 2018 es el de Preentregas dentro de la unidad de negocio de venta de maquinaria nueva. Con un total de 4556 OTS, concentra el 51% de las OTS totales.

ELECCIÓN DEL PRODUCTO CRÍTICO DEL PROCESO DE PREENTREGAS

Una vez escogido el microproceso, se conversó con el jefe del taller de Preentregas para identificar el mayor problema o dificultad que atraviesa el proceso escogido. Según el encargado, las preentregas realizadas fuera del tiempo previsto son una cantidad considerable y con frecuencia constante durante los últimos meses.

El jefe encargado nos proporcionó una base de datos en Microsoft Excel que implementó el taller desde el mes de setiembre del año 2018 para realizar el seguimiento y control de las

preentregas; en la Figura 19 se puede apreciar un extracto de aquel archivo. Los resultados obtenidos al analizar dicha base de datos se muestra en la Figura 15.

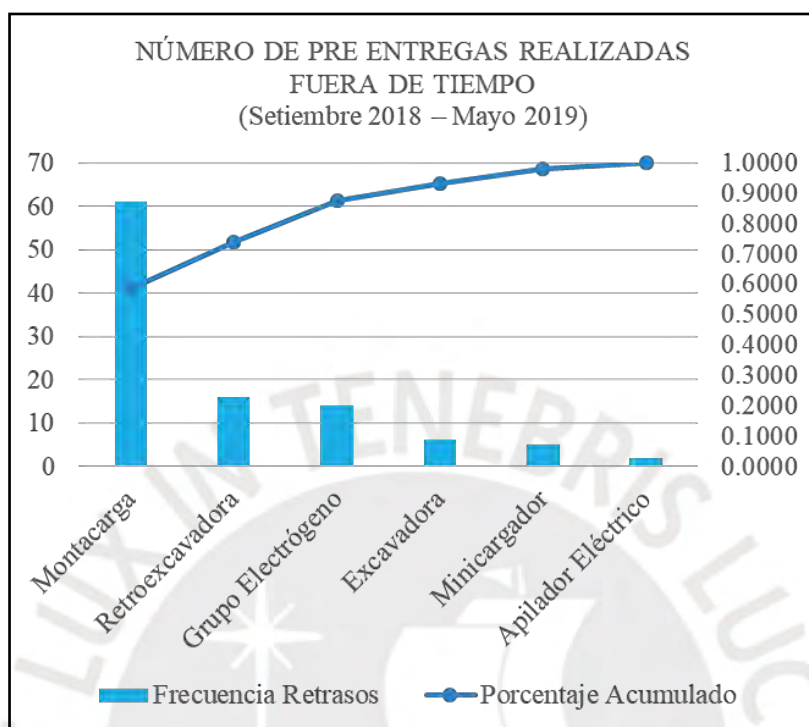


Figura 15 Análisis de base de datos del Taller de Preentregas

Según la información rescatada de la base de datos, se identificó que el producto que pasa por el Taller de Preentregas que tienen mayor cantidad de OTS finalizadas fuera de tiempo es el montacargas. Esto debido a que en el periodo setiembre 2018 – mayo 2019 se registró 61 montacargas retrasados, los cuales representan el 60% de OTS con retrasos. En la Figura 16, se puede observar el modelo de montacargas GP30NM.



Figura 16 Montacargas modelo GP30NM marca CAT

3.2. Descripción del lugar de trabajo

El Taller de Preentregas se ubica en el distrito de Ate Vitarte y comparte el local con otros talleres y almacenes de la empresa en estudio. Consta de seis zonas de trabajo: taller de reparaciones, zona de lavado, zona de pintado, zona de espera, almacén de insumos y oficina administrativa de preentregas. Sin embargo, no todas las zonas se encuentran continuas, ya que una parte del almacén de equipos terminados se ubica entre las zonas de lavado y pintura, y las demás zonas. En la Figura 17, se muestra una distribución de planta actual del taller.

Las funciones principales del taller son preparar y personalizar la máquina nueva que ha sido vendida a un cliente o que se desea tener en stock. Sin embargo, es común que las máquinas que ingresan al taller hayan permanecido en almacén durante muchos meses e incluso años; en estos casos, los técnicos de taller suelen realizar labores de reparación simples. En el caso de reparaciones complejas, son derivados al taller de mantenimiento ubicado en otra sede de la empresa. Este último caso es muy poco frecuente.

Los trabajos de preparación y personalización consisten en lavar la maquinaria, realizar una prueba de operatividad, pintar el chasis, cambiar o agregar componentes según requerimientos del cliente, y cambio de fluidos como lubricantes, aceites y refrigerantes.

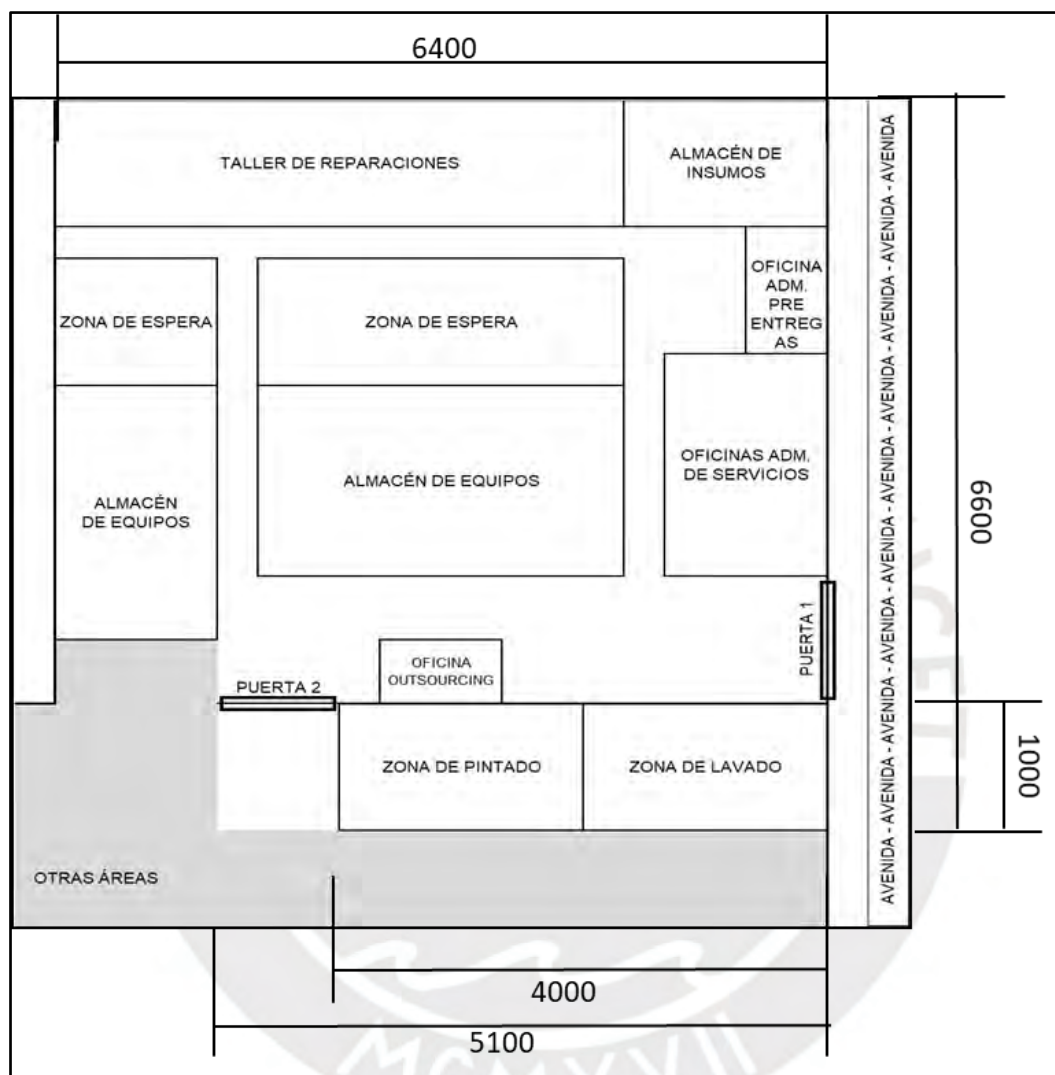


Figura 17 Distribución de planta actual del Taller de Preentregas

3.3. Organización

Organizacionalmente, el Taller de Preentregas se ubica en la Gerencia de Soporte al Producto, en el área de Servicios de Productos. En su estructura organizacional, se han definido siete puestos de trabajo, los cuales se muestran en la Figura 18.

Actualmente, el taller cuenta con 20 personas asignadas para los trabajos operativos y administrativos de cada puesto de trabajo. A continuación, se describen las tareas y responsabilidad de cada puesto del organigrama relacionado directamente y exclusivamente al taller de preentregas.

- Supervisor de Preentregas: Persona encargada de supervisar todas las órdenes de trabajo que ingresan al taller. Además se encarga de autorizar todos los requerimientos de equipos, herramientas y presupuestos que requieren los técnicos para cada equipo que ingresa al taller.
- Asistente Administrativo de Servicios: Puesto encargado de registrar las órdenes de trabajo y requerimientos en el sistema de la empresa. Además, elabora las solicitudes de presupuesto y resumen de gastos mensuales del taller. Actualmente, se cuenta con dos personas para desarrollar las tareas del puesto.
- Asistente Técnico de Servicios: Es el puesto encargado de supervisar al personal tercerizado, Sus tareas principales son organizar los equipos de trabajo en el taller y supervisar que se cumplan los estándares de la empresa en cada producto que pasa por Preentregas. Actualmente, son dos personas de la planilla de la empresa las que ocupan este puesto.
- Supervisor de Patio de Taller: El puesto tiene como principal tarea realizar seguimiento a las maquinarias y equipos que permanecen en la zona de espera del taller, y coordinar el traslado de los productos terminados al almacén de equipos para poder ser despachados al cliente o guardados en el almacén. En Preentregas, una persona es la que desempeña esta función y es personal del *outsourcing* que presta servicios al taller.

- Asistente Administrativo de Taller: El personal asignado a este puesto es el encargado de realizar la solicitud de herramientas, insumos, repuestos y componentes necesarios para garantizar la disponibilidad de recursos a los técnicos del taller. Actualmente, una persona desempeña este puesto y es personal del *outsourcing* que presta servicios al taller.
- Técnico de Taller: Puesto encargado de la reparación, pintado, lavado y acondicionamiento de todas las maquinarias o equipos vendidos. El equipo es conformado por trece técnicos, todos pertenecientes a una empresa *outsourcing*. Los técnicos son organizados en equipos según el tipo de maquinaria o componente que pueden atender. Sin embargo, cuatro de ellos están asignados al proceso de pintado y tres al lavado de equipos. En caso, se requiera más personal en cualquiera de los equipos, estos pueden recibir apoyo de los demás técnicos con menos carga laboral.

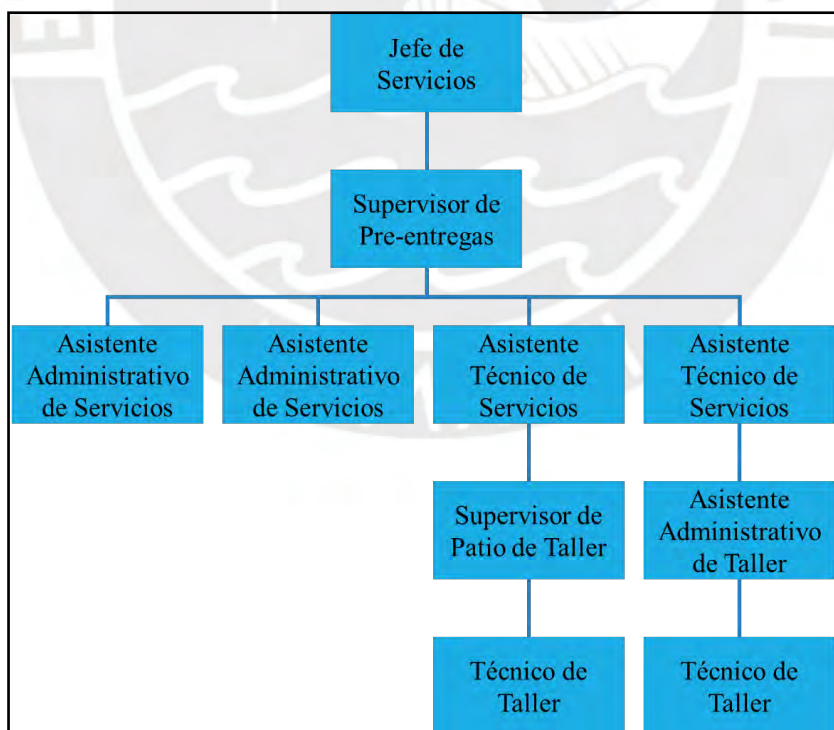


Figura 18 Organigrama de puestos del Taller de Preentregas

Fuente: Proporcionado por la empresa

3.4. Información sobre el proceso a analizar

Para el correcto entendimiento del proceso crítico identificado, se utilizarán herramientas de diagramado de procesos, distribución de planta e indicadores utilizados actualmente por el equipo de Preentregas.

FLUJO GENERAL DE PROCESO

La diagramación del proceso de Preentregas que se muestra en las Figuras 20 y 21 se realizó según la norma ANSI para flujos de procesos. De los puestos descritos anteriormente, solo participan tres de ellos: Supervisor de Preentregas, Técnico de Taller y Asistente Administrativo de Servicios.

INDICADORES

Actualmente, el Taller de Preentregas maneja solo un indicador, el cual tiene poco tiempo de seguimiento (desde setiembre del 2018). El indicador consiste en identificar que maquinaria o componente ha sido entregado fuera del tiempo previsto al almacén de equipos. Sin embargo, no se cuenta con un reporte periódico del indicador; solo se consulta la base de datos de Preentregas para conocer el indicador de cada orden de trabajo por individual. También, se observó que la base de datos mencionada no se completa de manera correcta por lo que no todas las OTS cuentan con el indicador. En la Figura 19, se puede observar un extracto de la base de datos donde se visualiza el indicador en cuestión.

CLIENTE	STATUS	DIAS EN PE	EQUIPO	FECHA INICIO PE	TIEMPO META PE	FECHA APROX PE	FECHA FIN PE	INDICADOR	DIAS ESTIMADO PINTURA	DIAS ESTIMADO PRE ENTREGA
BRENTAG	Fin	6	MONTACARGA	18/09/05	6	12/09/18	18/09/11	SI	3	3
ANTAMINA	Fin	24	MONTACARGA	18/09/07	6	14/09/18	18/10/01	NO	3	3
SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE SAA	Fin	14	MONTACARGA	18/09/17	6	24/09/18	18/10/01	NO	3	3
ANDALUCITA S.A.	Fin	5	MONTACARGA	18/09/19	6	26/09/18	18/09/24	SI	3	3
ANDALUCITA S.A.	Fin	5	MONTACARGA	18/09/19	6	26/09/18	18/09/24	SI	3	3
INVERSIONES CROOKE S.A.C.	Fin	8	MONTACARGA	18/09/19	6	26/09/18	18/09/27	NO	3	3

Figura 19 Extracto de la base de datos del Taller de Preentregas

Fuente: Proporcionado por la empresa en estudio

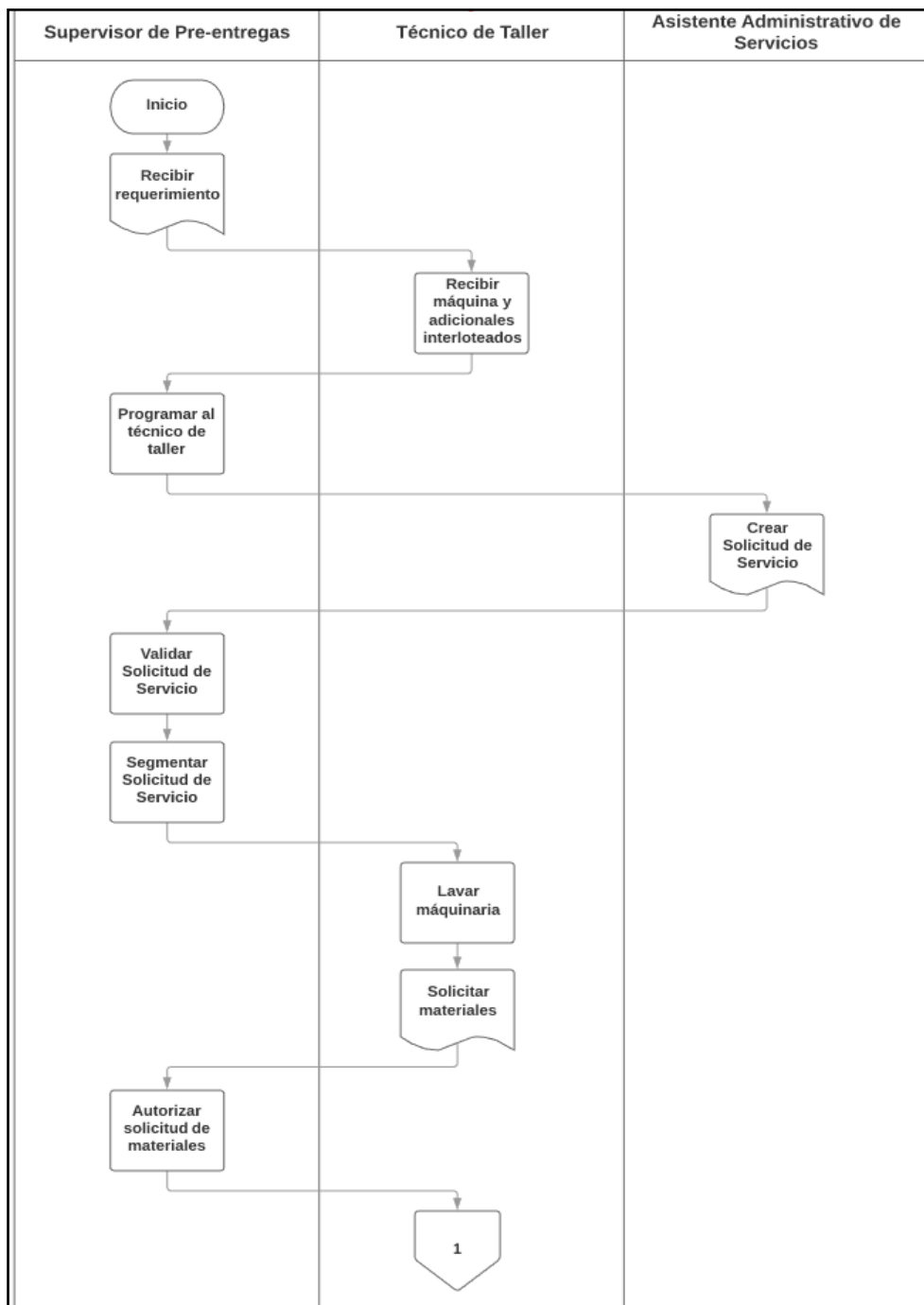


Figura 20 Diagrama de flujo del proceso de Preentregas. Parte 1

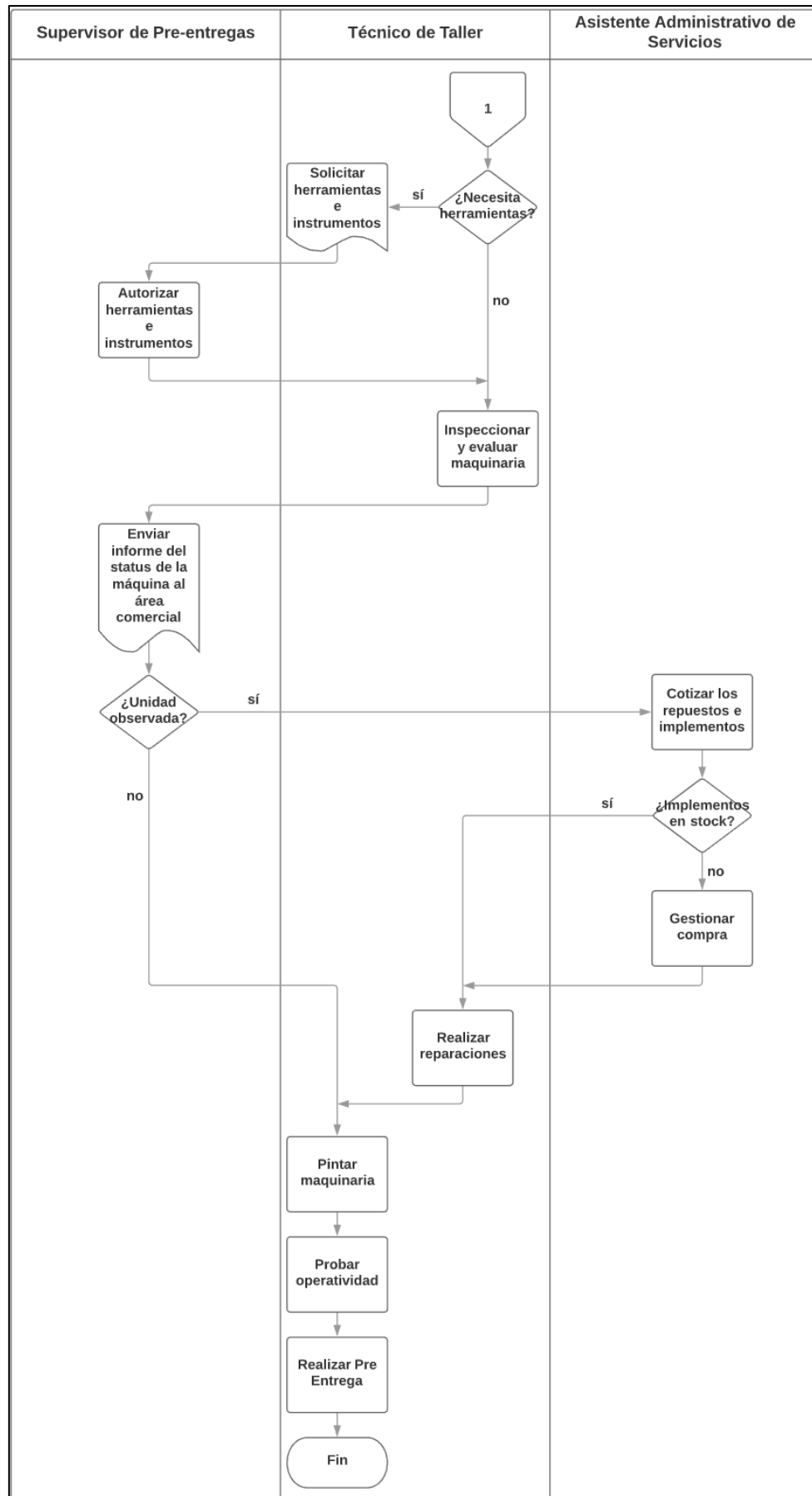


Figura 21 Diagrama de flujo del proceso de Preentregas. Parte 2

Al analizar la información disponible en la base de datos, se obtuvo que el 66% de las órdenes de trabajo relacionadas a montacargas han sido entregadas con retraso. Los resultados obtenidos se resumen en la Figura 22.

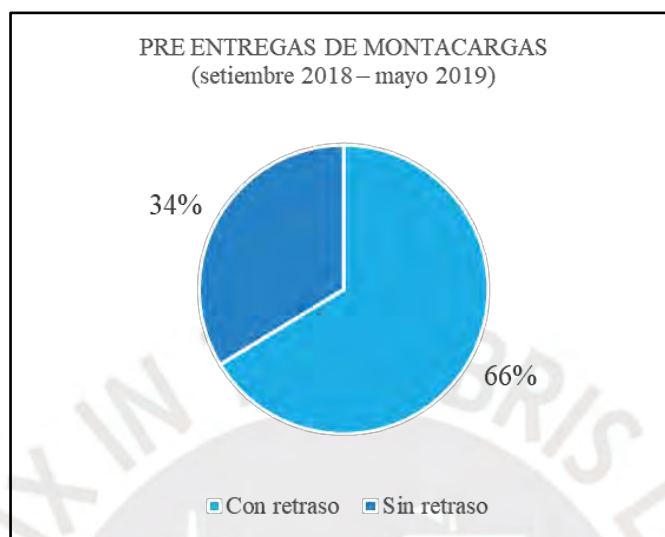


Figura 22 Análisis de las OTS de montacargas del periodo set. 2018 – may. 2019

Fuente: Proporcionado por la empresa en estudio

3.5. Identificación de problemas

Con la finalidad de identificar y priorizar correctamente los problemas del Taller de Preentregas, se realizará un *value stream mapping* (VSM) de la situación actual. Además, se realizará una lluvia de ideas con los trabajadores de todos los puestos involucrados en el proceso. Luego, se desarrollará un diagrama de causa efecto para clasificar los problemas identificados. Después, se priorizará cada problema según la opinión de los participantes del proceso y se identificarán los problemas más urgentes. Finalmente, se propondrá un *value stream mapping* futuro donde se evidenciará las herramientas a utilizar.

VALUE STREAM MAPPING DE LA SITUACIÓN ACTUAL

A continuación, en la Figura 23, se desarrolló un VSM de la situación actual a través del estudio de tiempos mostrado en el Anexo 2; el cual abarca la toma de tiempos de diez montacargas atendidos en el transcurso de 3 semanas. En el VSM, se puede observar los

desperdicios identificados en cada etapa del proceso, los tiempos de ciclo, los tiempos de cambio de modelo y los tiempos de ocupación.

Para ejemplificar como se completó cada caja de datos de las cinco operaciones identificadas, se muestra la Tabla 6 donde podemos observar los tiempos de ciclo y los tiempos de cambio para la operación de lavado en cada una de las diez muestras estudiadas. Además, podemos observar los tiempos promedios utilizados en el VSM. El tiempo de ocupación fue otorgado por el Supervisor de Preentregas. En la empresa, solo se trabaja un turno diario y, en el taller, se atiende un montacargas a la vez.

Tabla 6 Cálculo de los tiempos de ciclo y de cambio de la operación de lavado

Datos VSM	Tiempos (minutos)										Promedio (minutos)	Promedio (horas)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
T/C	113	127	102	115	119	98	145	130	124	126	119,9	2,00
T/M	33	25	22	38	32	27	31	33	27	29	29,7	0,50

LLUVIA DE IDEAS

Para la identificación de las causas del problema de retraso en los tiempos de preentrega de los montacargas, se entrevistó a cada uno de los técnicos involucrados en el proceso, a un asistente técnico de servicio y al supervisor de patio del taller. Las entrevistas se realizaron en el Taller de Preentregas para facilitar la observación del problema principal y las causas. Como resultado, en las Tablas 7 y 8 se resume la información relevada en el ejercicio.

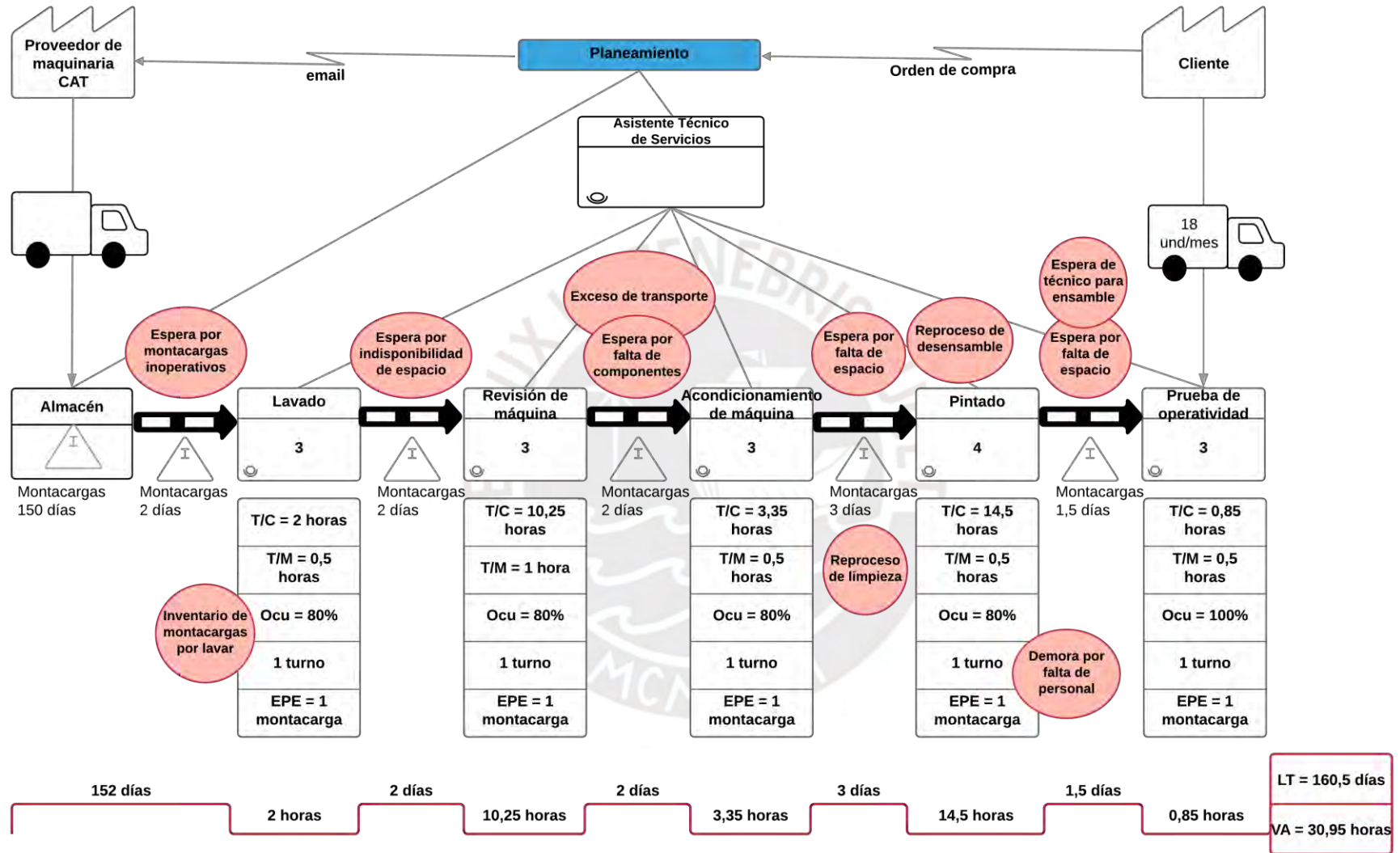


Figura 23 Value Stream Map de la situación actual del proceso de Preentregas

Tabla 7 Lluvia de ideas relevadas en el taller de preentregas – parte 1

Puesto	Problemas relevados	Contramedidas
Supervisor de Preentregas	No se entregan los equipos en el tiempo previsto	Heijunka
	El equipo de pintado y lavado demoran mucho en realizar sus actividades	5S
	El personal del almacén de insumos cuentan con poca carga laboral	Almacén de repuestos en el taller
Supervisor de Patio del Taller	El tamaño de la zona de espera resulta insuficiente	Redistribución del taller
	Existe un alto nivel de tránsito en el cruce de caminos de la puerta 1 y 2	Redistribución del taller
	Si el almacén de equipos se encuentra lleno, la maquinaria permanece en el taller de preentregas	Heijunka, Kanban
	Las líneas de seguridad pintadas en el piso del taller se encuentran despintadas y no se respetan	Mantenimiento de líneas de seguridad

Tabla 8 Lluvia de ideas relevadas en el taller de preentregas – parte 2

Puesto	Problemas relevados	Contramedidas
Técnicos de Taller especializado en montacargas	Recepción de máquinas muy deterioradas por el óxido	Cambiar método de almacenamiento
	Se debe ensamblar la máquina para trasladarla a la zona de pintado	Redistribución por posición fija
	Se espera mucho tiempo para recibir repuestos y componentes	Colocar un almacén en el taller
	Las reparaciones son muy complejas en máquinas antiguas	Jidoka
Asistente Técnico de Servicios	Se reciben máquinas muy deterioradas cuando provienen del almacén cerca al mar	Evaluar reubicación del almacén
	Una sección del almacén de equipos interrumpe el flujo de trabajo en el taller de preentregas	Redistribución del taller
	La carga laboral es mucha para el personal contratado. Antes existían hasta tres empresas que brindaban servicios al taller	Realizar un balance de línea
	El equipo de la zona de pintado demora mucho en atender una máquina que sale del taller	Trabajo estandarizado
	Los equipos se desarmen y arman solo para trasladarlos a otra zona de trabajo	Redistribución del taller
	El almacén central de repuestos y componentes demora mucho en despachar una solicitud. Hay que acercarse a recoger el pedido	Colocar un almacén en el taller
	Existen muchos requerimientos y solicitudes para recibir herramientas, insumos y componentes	Eliminar papeleos burocráticos

DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO

Luego de recolectar ideas y opiniones de las personas que laboran en el Taller de Preentregas, se sintetizó las causas identificadas en un diagrama de Ishikawa o diagrama de causa-efecto. En la Figura 24, se puede observar que las posibles causas identificadas se agrupan en seis ejes: mano de obra, métodos, maquinaria, materiales, medio ambiente e infraestructura, y medición.

PRIORIZACIÓN POR PONDERACIÓN

A continuación, para seleccionar las causas que se planean eliminar con ayuda de la metodología *lean service* y otras herramientas, se debe priorizar los problemas identificados bajo cierto criterio. En esta ocasión, se escogió priorizar las causas según la opinión de las personas relacionadas al proceso de preentregas. Para ello, en primer lugar, se realizó una matriz de confrontación de factores para calcular el peso que tiene la opinión de cada uno, ya que es evidente que la percepción del problema es distinto para cada puesto de trabajo. El desarrollo de la matriz mencionada se encuentra en la Tabla 9.

Tabla 9 Matriz de confrontación de factores (personas referentes del taller)

	SPE	ATS	SPT	TT1	TT2	TT3	Suma	Peso
SPE		0	1	1	1	1	4	0,27
ATS	1		1	0	1	1	4	0,27
SPT	0	0		0	1	1	2	0,13
TT1	0	1	1		0	0	2	0,13
TT2	0	0	0	1		0	1	0,07
TT3	0	0	0	1	1		2	0,13
Total							15	1,00
Leyenda: SPE: Supervisor de preentregas ATS: Asistente técnico de servicios SPT: Supervisor de patio del taller TTi: Técnico de taller especializado en montacargas (i=1, 2, 3)								

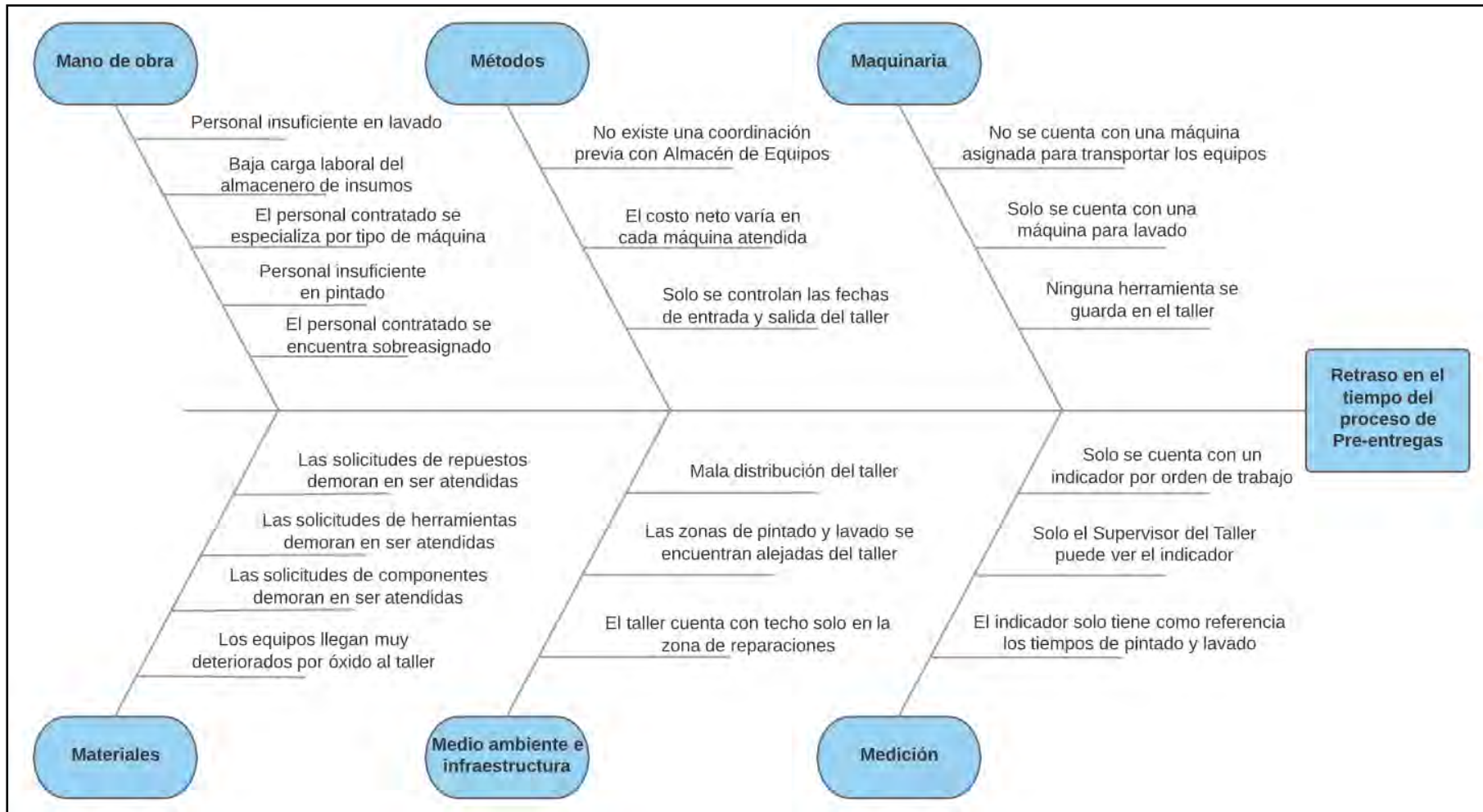


Figura 24 Diagrama Causa-Efecto del problema analizado

Una vez se halló el peso de la opinión de cada involucrado, se procedió a realizar una encuesta a cada uno. En ella, se mencionaban todos los problemas identificados segmentados por las 6M del diagrama causa-efecto y se pidió que cada entrevistado asigne un puntaje de 1 a 4, según su criterio personal, a cada causa.

La escala mencionada tiene el siguiente significado:

- Influye mucho: 4
- Influye regular: 3
- Influye poco: 2
- No influye: 1

Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 10. Además, se identifica de color rojo el top 5 de problemas más críticos.

De la encuesta realizada, se obtuvo que los siguientes problemas son los causantes principales del retraso en el tiempo del proceso de Preentregas:

1. Las zonas de pintado y lavado se encuentran alejadas del taller
2. Mala distribución del taller de Preentregas
3. Los equipos llegan muy deteriorados por óxido al taller
4. El personal contratado se encuentra sobre asignado
5. Las solicitudes de repuestos demoran en ser atendidas

VALUE STREAM MAPPING FUTURO

Una vez identificados todos los posibles problemas del caso en estudio y haber priorizado las causas más importantes, se puede plantear un *value stream mapping* futuro tentativo. En la Figura 25, se muestran las herramientas *lean service* y otras a utilizar para solucionar los

problemas hallados. Además, se utilizan los tiempos relevados en el estudio de tiempos del Anexo 3; el cual se realizó a una implementación piloto de las mejoras propuestas.

Tabla 10 Matriz resumen de la evaluación de causas por cada referente del taller

Retraso en el tiempo del proceso de Preentregas	27%	27%	13%	13%	7%	13%	Puntaje
	SPE	ATS	SPT	TT1	TT2	TT3	
Métodos							
No existe una coordinación previa con Almacén de Equipos	1	3	4	3	2	3	2,53
El costo neto varía en cada máquina atendida	1	2	1	1	1	1	1,27
Solo se controlan las fechas de entrada y salida del taller	1	2	3	3	1	2	1,93
Materiales							
Las solicitudes de repuestos demoran en ser atendidas	3	4	3	4	4	3	3,47
Las solicitudes de herramientas demoran en ser atendidas	2	3	3	2	3	2	2,47
Las solicitudes de componentes demoran en ser atendidas	2	4	3	4	4	3	3,20
Los equipos llegan muy deteriorados por óxido al taller	4	4	3	4	4	4	3,87
Medio ambiente e infraestructura							
Mala distribución del taller de Preentregas	4	4	4	4	4	3	3,87
Las zonas de pintado y lavado se encuentran alejadas del taller	4	4	4	4	4	4	4,00
El taller cuenta con techo solo en la zona de reparaciones	1	3	4	2	3	2	2,33
Maquinaria							
No se cuenta con una máquina asignada para transportar los equipos	3	4	3	3	3	3	3,27
Solo se cuenta con una máquina para lavado	1	3	2	3	3	2	2,20
Ninguna herramienta se guarda en el taller	1	2	1	2	2	3	1,73
Mano de obra							
Personal insuficiente en lavado	3	4	2	3	3	3	3,13
Baja carga laboral del almacenero de insumos	1	1	1	2	1	2	1,27
El personal contratado se especializa por tipo de máquina	1	2	2	3	2	2	1,87
Personal insuficiente en pintado	3	4	2	3	3	4	3,27
El personal contratado se encuentra sobre asignado	3	4	4	3	4	4	3,60
Medición							
Solo se cuenta con un indicador por orden de trabajo	1	1	1	1	1	1	1,00
Solo el Supervisor del Taller puede ver el indicador	1	1	1	1	1	2	1,13
El indicador solo tiene como referencia los tiempos de pintado y lavado	1	3	2	3	3	2	2,20

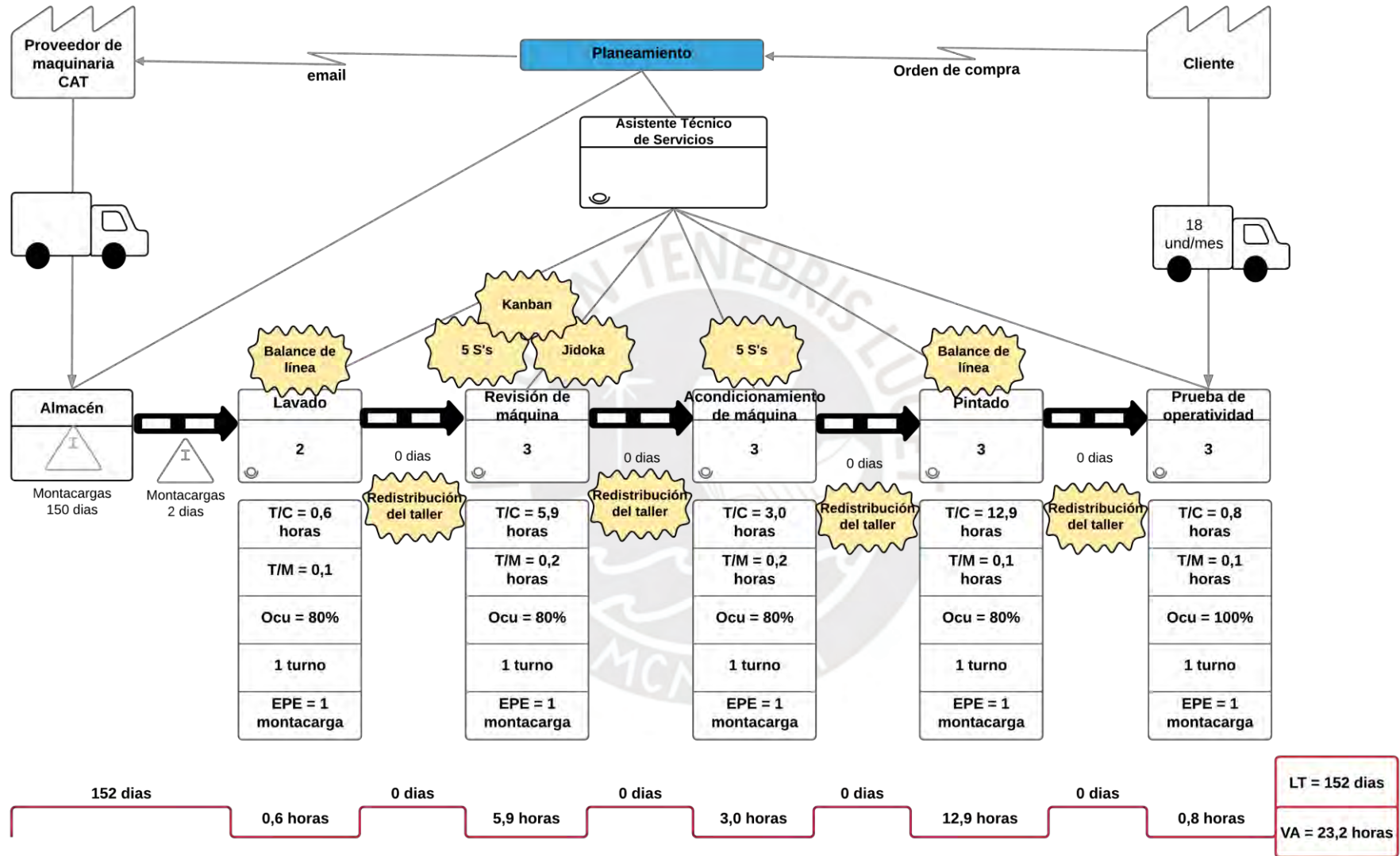


Figura 25 Value Stream Map futuro del proceso de Preentregas

3.6. Análisis de causas

A continuación, se detalla cada una de las cinco causas principales identificadas anteriormente para poder entender el motivo de ocurrencia de estas.

1. Las zonas de pintado y lavado se encuentran alejadas del taller

Efectivamente, como se muestra en la Figura 17, las zonas de pintado y lavado se encuentran alejadas del taller de reparaciones. Lo cual ocasiona muchas molestias a los técnicos. En primer lugar, se tiene que ensamblar la máquina para ser llevada a pintar, una vez en el área de pintado se desarma parcialmente para alcanzar algunas superficies que deben ser pintadas. Para ello, se llama a los técnicos del taller de reparaciones y, también, para volverlo a armar y llevarlo al taller para realizar la prueba de operatividad.

En segundo lugar, los técnicos deben esperar a que haya un espacio disponible en pintura y lavado para transportar la maquinaria; en caso no se cuente con espacio, la máquina se deja en la zona de espera o en el mismo taller según disponibilidad de ambas zonas.

2. Mala distribución del taller de Preentregas

Tiene relación con la causa anterior; sin embargo, es preciso mencionar que durante el desarrollo de todo el proceso de preentregas existen muchos traslados entre zonas de trabajo. Además, al no contar con espacio suficiente, las máquinas trasladadas se disponen en cualquier zona; lo cual retrasa la atención de otra orden de trabajo y desordena el taller.

A continuación, para evidenciar la causa expuesta, en la Figura 26, se presenta un diagrama espagueti donde se puede observar los grandes traslados recurrentes entre el taller de reparaciones, y las zonas de pintado y lavado. Además, se puede apreciar que los montacargas pasan repetidas veces por la zona de espera durante el proceso de preentregas.

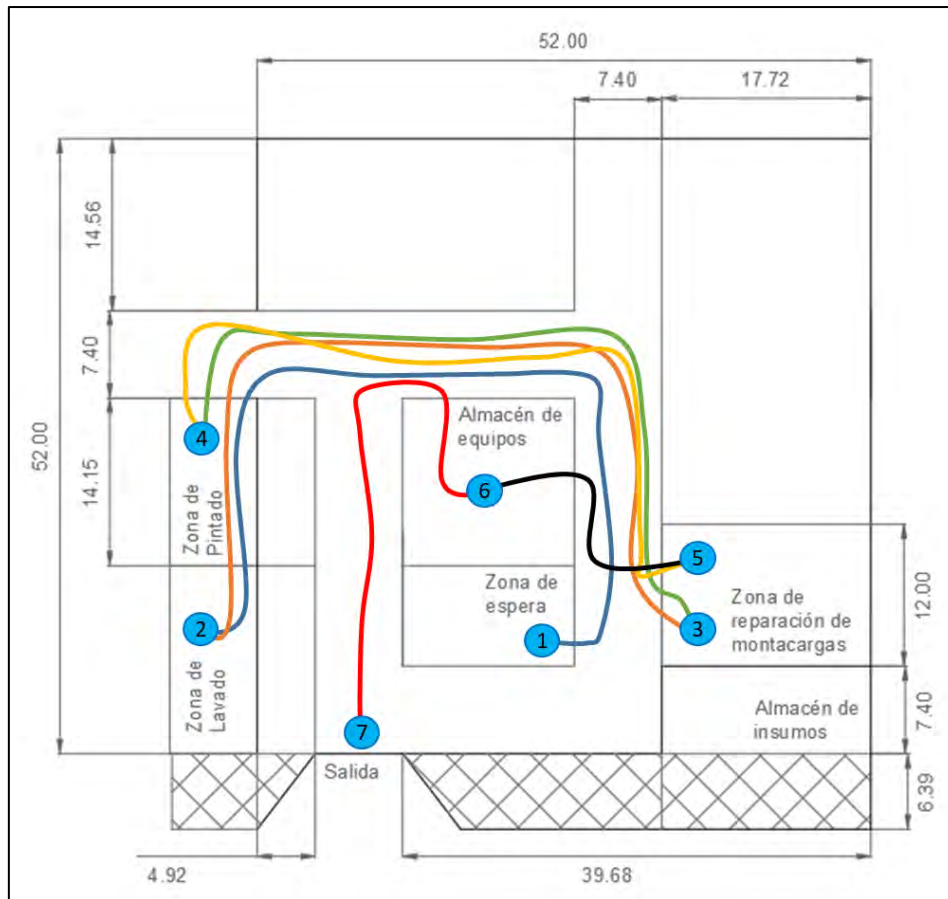


Figura 26 Diagrama Espaguete del proceso de Preentregas para montacargas

3. Los equipos llegan muy deteriorados por óxido

Según el Asistente Técnico de Servicios, esta es la principal causa de la demora en la atención de los montacargas. Debido a que el taller de preentregas no debería realizar labores complejas de reparación a los equipos. Para ello, la empresa cuenta con un taller especializado; sin embargo este taller prioriza reparaciones de clientes y de grandes equipos.

Con respecto al porqué de la presencia de óxido en los montacargas, el personal del taller menciona que es debido a que cuando se importan se almacenan en un local cerca al mar, el cual no cuenta con techo y no brinda ningún tipo de atención preventiva o de cuidado a las máquinas. Los montacargas suelen estar meses almacenados hasta que son vendidos a algún cliente. En la Figura 27 se puede apreciar una imagen con las partes que frecuentemente presentan óxido al ser retiradas del almacén.



Figura 27 Partes oxidadas de montacargas

4. El personal contratado se encuentra sobre asignado

El personal tercero y el Asistente Técnico de Servicios concuerdan en que los trece técnicos contratados para la atención del taller son insuficientes para la demanda que atienden. Años atrás, eran tres las empresas que brindaban servicios al taller y el número de técnicos era aproximadamente el doble. Actualmente, cuatro técnicos están asignados a la operación de pintado, tres a la operación de lavado y seis a las operaciones de preentregas como reparaciones y acondicionamientos. Sin embargo, de estos últimos solo tres se encargan de atender montacargas; los demás, atienden cualquier otra maquinaria que es derivada al taller.

5. Las solicitudes de repuestos demoran en ser atendidas

Sin contar el hecho de que se deben realizar requerimientos de herramientas, insumos, componentes y repuestos por cada equipo que ingresa al taller. Una vez que se consigue la

autorización del presupuesto, el Asistente Técnico del Taller debe acercarse al almacén central de repuestos y esperar su turno de atención sin ninguna diferenciación entre clientes, proveedores y otros talleres. Esta situación se repite diariamente y le demanda un par de horas o más llevar el pedido al taller para que los técnicos dispongan de él. Todo lo contrario ocurre con la solicitud de insumos, ya que su almacén se encuentra al lado del taller de reparaciones y su almacenero no cuenta con una carga laboral considerable por atender exclusivamente a preentregas.

3.7. Diagnóstico del proceso en estudio

Luego de identificar el proceso crítico de la empresa en estudio y de analizar sus posibles causas a través de distintas herramientas como lluvia de ideas, diagrama de causa-efecto, matriz de priorización y VSM, se procede a realizar un diagnóstico de la situación actual sobre el cual se realizará una propuesta de mejora en el Capítulo 4 de esta tesis.

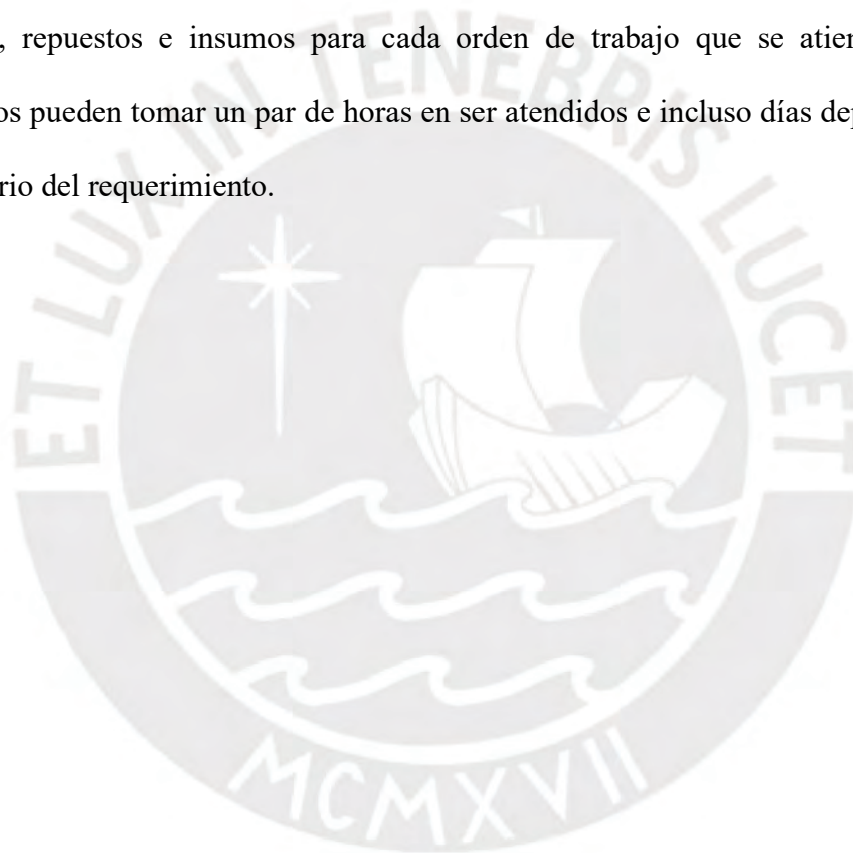
En primer lugar, se identificó que el proceso de Preentregas para venta de montacargas es un proceso crítico porque, anualmente, genera la mayor cantidad de facturas. Además, se identificó que el principal problema del proceso es el retraso en los tiempos previstos para la realización de las actividades.

En segundo lugar, se identificó que el Taller de Preentregas realiza tareas de reparaciones; las cuales no le corresponden. Esto debido a que los montacargas entregados por el almacén cuentan con mucho tiempo guardados bajo condiciones no óptimas, ya que cuando la máquina es importada se almacena en un local cerca al mar; la brisa marina y la humedad aceleran el deterioro del equipo a través del óxido.

En tercer lugar, la distribución de planta del taller no es la adecuada para el proceso de preentregas. Debido a que, propicia una gran cantidad de traslados innecesarios que aumentan

el tiempo de trabajo; principalmente porque la mayor cantidad de actividades del proceso requieren que se desensamble la máquina y para realizar los traslados el equipo debe estar ensamblado correctamente. Como se pudo observar, el montacargas es ensamblado y desarmado continuamente durante su estadía en el taller.

Finalmente, existen muchos requerimientos que los técnicos del taller deben generar para obtener todos los recursos necesarios para cumplir con sus responsabilidades. Esto se debe principalmente a que el personal es de una empresa tercera y se deben solicitar herramientas, componentes, repuestos e insumos para cada orden de trabajo que se atiende. Aquellos requerimientos pueden tomar un par de horas en ser atendidos e incluso días dependiendo del valor monetario del requerimiento.



CAPÍTULO 4. PROPUESTA DE MEJORA

En este capítulo, se presentará una propuesta de mejora para solucionar las principales causas identificadas del problema en estudio: retraso en los tiempos de preentrega de los montacargas. Para ello, se harán uso de las herramientas identificadas en el VSM Futuro desarrollado en el capítulo anterior.

A modo de resumen, se elaboró la Figura 28 donde se propone el plan de mejora e identifican las causas del problema que son impactadas por cada una de las mejoras. El esquema se lee de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha para conocer el orden de implementación. Además, el área de Mejora Continua estará encargado de la supervisión del proyecto de implementación a través de uno de sus analistas.

Mejoras	Comprometerse con el pensamiento Kaizen				
	Implementación de las 5 S's				
	Implementación del balance de línea	Implementación de la redistribución del taller		Implementación del sistema Kanban	Implementación de Jidoka
Causas	El personal contratado se encuentra sobre asignado	Las zonas de pintado y lavado se encuentran alejadas del taller	Mala distribución del taller de Pre-entregas	Las solicitudes de repuestos demoran en ser atendidas	Los equipos llegan muy deteriorados por óxido al taller

Figura 28 Esquema resumen del plan de la propuesta de mejora

A continuación, se explicará en qué consiste cada mejora y cómo es que se llevará a cabo su implementación. Finalmente, se propondrán una serie de nuevos indicadores para el nuevo proceso de preentrega de montacargas.

Es importante mencionar que se implementó un piloto de las mejoras propuestas para la estimación de los nuevos tiempos de ciclo y validar que el plan propuesta tenga un impacto real y significativo.

4.1. Comprometerse con el pensamiento Kaizen

Antes de comenzar con la aplicación de cualquier herramienta lean, es importante asegurarse que todo el equipo de trabajo se involucre en el proyecto de mejora continua a través del pensamiento Kaizen. Para ello, se programará una reunión con todos los colaboradores que participan en el proceso de preentregas de montacargas; en la cual, se explicará el plan de mejora propuesto anteriormente y se evidenciará la necesidad de seguir realizando pequeñas mejoras constantes después de implementado el proyecto.

Para conseguir aquellas pequeñas mejoras y, por consiguiente, la correcta interiorización del pensamiento Kaizen, se formalizará el grupo de trabajo; el cual estará conformado por distintos niveles del organigrama: Supervisor de Patio de Taller y Técnicos de taller. Este equipo será el encargado de generar, desarrollar y buscar la forma de implementar sus propias ideas de mejora dentro de la zona de atención de montacargas.

Algunas de las obligaciones del equipo kaizen serán reunirse periódicamente durante el turno de trabajo (2 horas por mes) y elegir un líder lean que se encargará de dirigir las reuniones y distribuir las actividades a realizar. Inicialmente, este rol será asignado al Supervisor de Patio de Taller y contará con la ayuda del Analista de Mejora Continua; sin embargo, más adelante el rol podrá desempeñarlo cualquier miembro.

La agenda de las reuniones kaizen será basada en los principios del Ciclo de Deming o PDCA; el cual busca relevar los problemas de una situación actual para luego realizar un análisis que permita proponer mejoras que serán probadas y, finalmente, implementadas.

Es importante establecer y comunicar las normas de conducta dentro de las reuniones. Por ello, se comunicará al equipo que la asistencia será obligatoria y se deberán respetar las ideas de todos; además, se deberán evitar conversaciones de temas personales o ajenos al taller.

4.2. Implementación de las 5 S

Como se mencionó en el marco teórico, la implementación de las 5 S como primer paso de cualquier proyecto de mejora es fundamental al momento de aplicar las herramientas lean propuestas en la Figura 28. A continuación, se detallarán las acciones a realizar en cada una de sus cinco etapas.

Seiri: eliminar lo innecesario

El objetivo de la primera “S” es clasificar los diferentes materiales, insumos, herramientas, máquinas y documentación que se encuentran dentro del taller, y eliminar los elementos que no son necesarios para las operaciones como equipos o materiales antiguos, herramientas obsoletas y muebles sin uso. Para ello, se trabajará en dos fases: clasificación y eliminación.

La primera fase empezará comunicando al equipo que iniciará un proyecto de 5 S a través de una breve reunión en donde se explicarán las etapas y beneficios de aplicar la metodología. Todo ello, con el objetivo de contar con el apoyo y disposición de todos los involucrados.

Luego de haber comunicado al personal, se procederá a coordinar un día y hora para realizar la clasificación. Por las dimensiones de la zona de trabajo, se propondrá 1 hora de una jornada laboral para llevar a cabo esta fase.

Durante la clasificación, se le entregará a cada colaborador una tarjeta roja que se colocará en aquello que no sea necesario. El formato y diseño de aquella tarjeta se muestra en la Figura 29. Cada participante debe completar la tarjeta correctamente y dejarla en un lugar visible. No se deben etiquetar los elementos de uso diario y de soporte de los procesos principales del taller. Además, se debe revisar al interior de los kits de herramientas de mantenimiento y los gabinetes.

Seiton: ordenar

La segunda “S” tiene como objetivo principal el de designar un lugar para cada elemento de la zona de trabajo y asegurar que cada uno termine, finalmente, en el lugar que corresponde. Para ello, se debe tener en cuenta el uso de cada elemento y su frecuencia de uso. En este caso, se trabajará en tres fases: Designar el lugar para cada elemento no desechado, ubicar cada elemento donde debería, y demarcar de manera visual los pasillos, la ubicación de máquinas, estantes y materiales.

En la primera fase, se procederá a realizar una lista de todos elementos que no fueron desechados durante la aplicación de la primera “S”; para ello, se utilizará el formato de la Tabla 12. Una vez se cuente con la lista, se designaran los lugares donde deben colocarse. Actualmente, estos lugares solo pueden ser tres: carro de herramientas de cada técnico, estantes o racks, y armarios.

Tabla 12 Propuesta de tabla resumen de elementos no desechados

Nro.	Elemento	Categoría	Ubicación

A continuación, durante la segunda fase, se colocará cada elemento en el lugar designado de manera ordenada y teniendo en cuenta su frecuencia de uso (diaria, semanal, etc). Para ello, los colaboradores le dedicarán 2 horas de una jornada laboral a la reorganización.

Finalmente, en la tercera fase, se adquirirá cinta para pisos de color amarillo y etiquetas de *sticker* en blanco. Por un lado, con ayuda de la cinta, se procederá a demarcar el perímetro de seguridad de cada estante y armario como se muestra en la Figura 30. Además, se demarcará la ubicación de las máquinas que se utiliza, las celdas de trabajo y los pasillos de todo el taller.



Figura 30 Ejemplo de cómo se demarcará el piso del taller

Por otro lado, se etiquetarán los espacios donde deben colocarse cada herramienta, máquina, insumo y documentación dentro de los estantes, armarios y carros de herramientas. El etiquetado será como el que el ejemplo que se muestra en la Figura 31.



Figura 31 Ejemplo de etiquetado de armarios

Seiso: limpiar e inspeccionar

Una vez ordenados todos los elementos, la siguiente “S” a implementar es seiso; la cual tiene como objetivo limpiar el área de trabajo e identificar las actividades causantes de suciedad

para que todos los materiales y herramientas estén ordenados y libres de suciedad. Además, busca incluir un plan para fomentar la cultura de limpieza en el equipo. Por ello, esta parte contará con tres fases: limpieza de la zona de trabajo, identificación de focos de suciedad y difusión de una cultura de limpieza.

En la primera fase, se definirá un día en el que los colaboradores se dedicarán 2 horas a limpiar sus herramientas, estantes, armarios y carros de herramientas de polvo, grasa y cualquier otra suciedad que encuentren. Además, se coordinará con el área de limpieza de la empresa para ayudar con limpieza de los pisos y casos más complejos.

Durante la segunda fase, se eliminarán o reducirán las actividades que generen mayor suciedad. En este caso, según lo observado aquellas actividades focos de suciedad son las reparaciones y el lavado. En el primer caso, el origen de suciedad se debe al raspado del óxido de los montacargas; en el segundo caso, se debe principalmente al agua sucia esparcida por el piso después de lavar las maquinarias. En ambos casos, para reducir la suciedad respectivamente, se implementarán los elementos de la Figura 32. Las bandejas de aluminio que se colocarán por debajo de las partes con óxido que se rasparán y se construirán sumideros longitudinales que drenen toda el agua sucia de la operación de lavado.

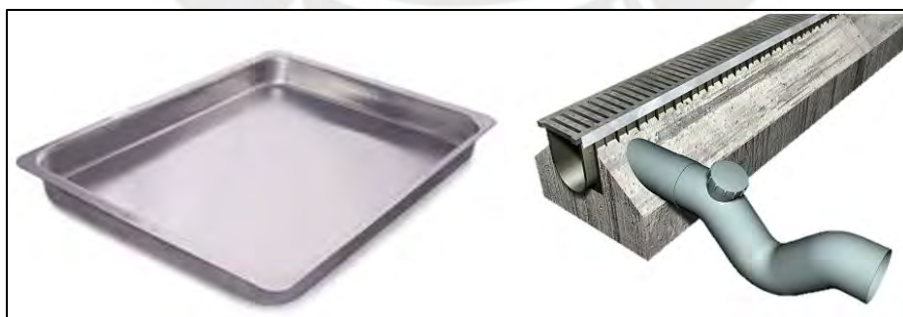


Figura 32 Bandeja de aluminio y sumidero longitudinal

Finalmente, se desarrollará una cultura de limpieza a través de mensajes impresos en los murales del taller como el que se muestra en la Figura 33 y revisiones rutinarias de limpieza

con una frecuencia semanal. Además, se ofrecerán reconocimientos a los técnicos que mantengan su zona de trabajo más limpia y ordenada.

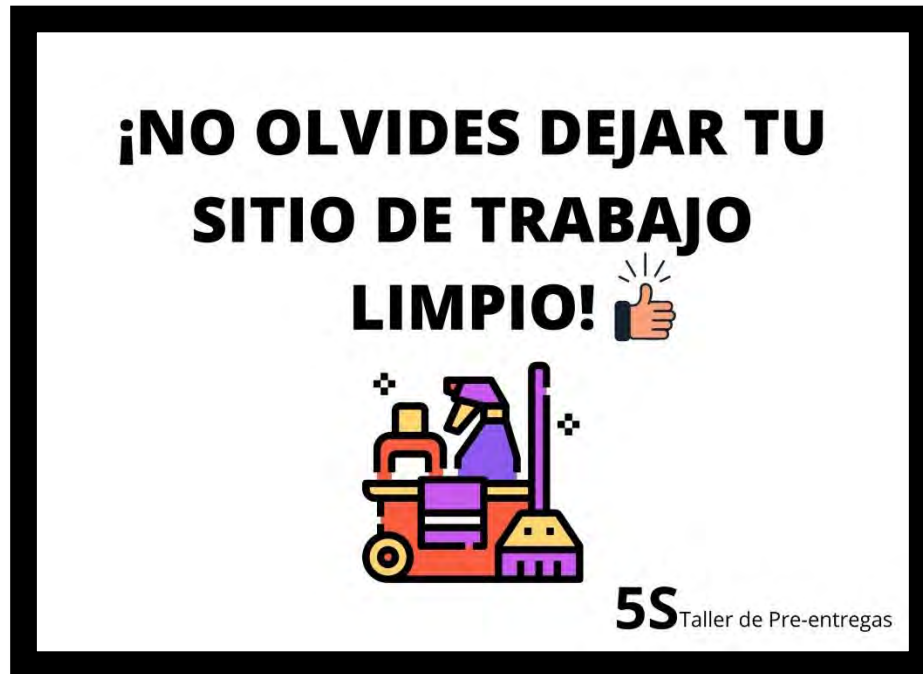


Figura 33 Ejemplo de mensaje para el impulso de la cultura de limpieza

Seiketsu: estandarización

Con el objetivo de mantener todos los cambios planteados hasta el momento, en la cuarta “S” se definirán algunos estándares o reglas para organizar y mantener todos los cambios de la zona de trabajo; además se establecerán fechas periódicas para revisar y ajustar estos estándares.

- Se elaborará el *checklist* propuesto en la Figura 34 que servirá para la revisión semanal de cada celda de trabajo. La cual contará con cada elemento a inspeccionar y mencionará las distintas formas de suciedad que se puedan encontrar. Además, se evaluarán los focos de suciedad identificados en la tercera “S”.
- A la agenda de la reunión mensual de 2 horas propuesta en “Comprometerse con el pensamiento Kaizen” se adicionarán los siguientes temas: comunicar noticias

relevantes para el equipo, recordar la importancia de la limpieza y orden, y reconocer a los colaboradores que cumplan con la limpieza del taller.

- Se publicará, en el mural del taller, la última tabla resumen de las tarjetas rojas seiri y la tabla con la ubicación de todos los elementos del taller.

Shitsuke: disciplina o normalización

La última “S” tiene como objetivos que se mantengan los cambios y se respeten los estándares propuestos. Para ello, se realizarán auditorías mensuales de 5 S para verificar su cumplimiento y la mejora continua.

Las auditorías serán dadas por el líder lean designado anteriormente. Este colaborador será el encargado de completar el *checklist* propuesto en seiketsu y de hacer el seguimiento del indicador visual de las 5 S sugerido en la Figura 35; el cual, se obtendrá al cuantificar el estado de las cuatro primeras “S” en una escala de 1 al 4 según los *checklists* completados cada semana. Cada número de la escala significa lo siguiente:

1. Nunca se cumplió
2. Se cumplió una vez
3. Se cumplió más de dos veces
4. Nunca se dejó de cumplir

Finalmente, a modo de resumen se elaboró la Tabla 13 donde se mencionan los objetivos de cada una de las 5 S, las acciones a tomar en cada etapa y su respectivo responsable. Además, en la Tabla 14, se resume el impacto de la propuesta de las 5 S.

Figura 34 Checklist propuesto para la revisión de limpieza semanal de la celda de trabajo

CHECKLIST DE LIMPIEZA - ZONA DE MONTACARGAS					
Nombre del inspector:					
Número de celda					
Fecha:					
Escala:	1: No cumple 2: No cumple del todo 3: Si cumple				
CARRO DE HERRAMIENTAS					
CHECK ITEM:	1	2	3	OBSERVACIONES:	
Se encuentran limpios de aceite y grasa					
Las herramientas y piezas que guarda se encuentran limpias y ordenadas					
Las ruedas se encuentran en buen estado y limpias					
Cuenta con todas sus etiquetas de señalización					
HERRAMIENTAS					
CHECK ITEM:	1	2	3	OBSERVACIONES:	
Se encuentran en su ubicación correspondiente					
Se guardan limpias de aceite y grasa					
Las herramientas eléctricas tienen sus cables en buen estado					
No falta ninguna herramienta en la celda de trabajo					
SUELO					
CHECK ITEM:	1	2	3	OBSERVACIONES:	
El piso de la celda se encuentra limpio y seco					
No hay materiales ajenos a la celda de trabajo					
Los perímetros de seguridad se encuentran en buen estado					
Los elementos móviles se ubican se encuentran dentro de la celda y sin obstaculizar el paso					
ESTANTES					
CHECK ITEM:	1	2	3	OBSERVACIONES:	
Cuentan con sus etiquetas de señalización					
Cuentan con las etiquetas de lo que almacenan (insumos, materiales, herramientas, etc)					
Se ubican dentro de su perímetro de seguridad					
Los ítems almacenados se encuentran ordenados y limpios					
INDICADOR 5 S's					
Escala:	1: Nunca se cumplió 2: Se cumplió una vez 3: Se cumplió más de dos veces 4: Nunca se dejó de cumplir				
5 S	1	2	3	4	OBSERVACIONES:
Eliminar					
Ordenar					
Limpiar					
Estandarización					

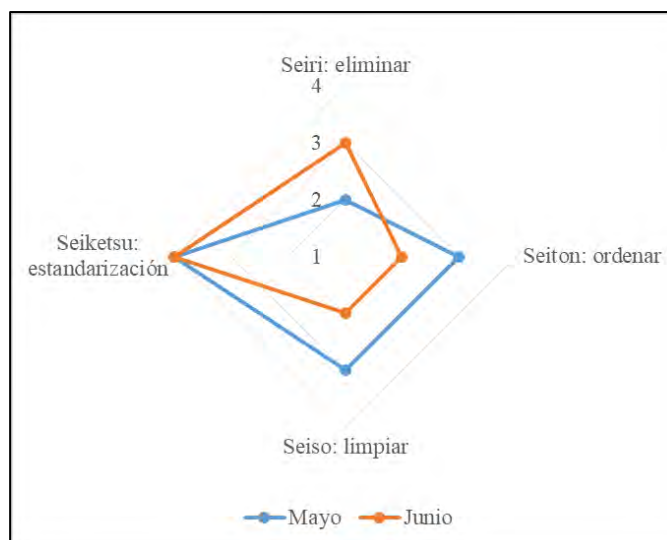


Figura 35 Ejemplo de seguimiento del indicador de las 5 S de un área de trabajo

Tabla 13 Resumen de la propuesta de implementación de las 5 S

Etapa	Objetivos	Acciones	Responsable
Seiri: eliminar	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificar los diferentes elementos • Eliminar los elementos que no son necesarios para las operaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicar el inicio del proyecto 5 S • Identificación de desperdicios 	Analista de Mejora Continua
Seiton: ordenar	<ul style="list-style-type: none"> • Designar un lugar para cada elemento • Ubicar cada elemento donde corresponde 	<ul style="list-style-type: none"> • Designar el lugar para cada elemento no desechado • Ubicar cada elemento donde debería • Demarcar de manera visual los pasillos, la ubicación de máquinas, estantes y materiales 	Supervisor de Patio de Taller
Seiso: limpiar	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar el área de trabajo • Identificar las actividades causantes de suciedad • Incluir un plan para fomentar la cultura de limpieza en el equipo 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar herramientas, estantes, armarios y carros de herramientas • Adquirir bandejas de aluminio e implementar sumideros longitudinales • Colocar mensajes impresos en los murales del taller • Revisiones semanales de limpieza • Reconocimientos a los técnicos por limpieza 	Supervisor de Patio de Taller
Seiketsu: estandarización	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener todos los cambios planteados 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un checklist de revisión semanal • Se establecerá una reunión mensual de 2 horas con el equipo • Se publicarán en el mural del taller las tablas resumen de desperdicios y ubicación de elementos 	Analista de Mejora Continua
Shitsuke: disciplina	<ul style="list-style-type: none"> • Respetar los estándares propuestos 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizarán auditorías mensuales de 5 S • Realizar seguimiento del indicador de las 5 S 	Supervisor de Patio de Taller

Tabla 14 Resumen de impacto de la implementación de las 5 S

Situación actual	Situación futura
Presencia de elementos innecesarios en la zona de trabajo	Solo se contarán con los insumos, piezas y herramientas necesarias en la zona de trabajo
Herramientas sin clasificar	Las herramientas se clasificarán según su tipo y frecuencia de uso en los muebles de almacenaje de la zona de trabajo como armarios, estantes y carros de herramientas.
Herramientas sin una ubicación asignada	Todas las herramientas contarán con un lugar de almacenaje designado; el cual se encontrará etiquetado.
Presencia de suciedad y residuos en la zona de trabajo	Se reducirán los focos de suciedad identificados y se utilizará un <i>checklist</i> para evaluar periódicamente el estado de la zona de trabajo
No se cuenta con pasillos de tránsito claramente diferenciados	Los pasillos se señalarán en el suelo con ayuda de cintas de seguridad. Además, se colocará un perímetro de seguridad a los muebles del taller.

4.3. Implementación del balance de línea

Con la finalidad de solucionar la sobreasignación percibida, se realizará un balance de línea del proceso de preentregas de montacargas. A través de esta herramienta, se buscará calcular el número de puestos mínimos por estación de trabajo y nivelar las cargas de trabajo de cada estación.

En primer lugar, se realizó el cálculo del *takt time* teniendo en cuenta la jornada laboral de ocho horas por día, cinco días de trabajo a la semana y una demanda mensual de dieciocho montacargas.

$$Takt\ Time = \frac{\frac{8h}{día} \times \frac{5día}{sem} \times \frac{60min}{h}}{\frac{18und}{mes} \times \frac{1mes}{4sem}} = 533.33 \frac{min}{und}$$

Una vez calculado el *takt time*, se establece como objetivo que cada montacargas debe ser atendido en 533.33 minutos equivalente a 8 horas con 54 minutos. Teniendo esto en cuenta, se realizó el balance de línea que se muestra en la Tabla 15. Para su elaboración, se utilizaron los tiempos estándar del Anexo 2. El tiempo ajustado se calculó teniendo en cuenta una eficiencia de 0.85 y una utilización de 0.8, ambos son datos entregados por el jefe del taller.

Tabla 15 Balance de línea del proceso de preentregas de un montacargas – 5 puestos

Puesto	Tiempo estándar (min)	Tiempo ajustado (min)	Cadencia necesaria (min/und)	Núm. Estaciones teóricas	Núm. Estaciones propuestas	Cadencia por puesto (min/und)	Carga de trabajo (%)
Lavado	119,9	176,32	533,33	0,33	1	176,32	38,99%
Revisión de máquina	615	904,41	533,33	1,70	2	452,21	100,00%
Acondicionamiento de máquina	201,2	295,88	533,33	0,55	1	295,88	65,43%
Pintado	869,9	1279,26	533,33	2,40	3	426,42	94,30%
Prueba de operatividad	50,7	74,56	533,33	0,14	1	74,56	16,49%
Total	1856,70	2730,44			8		

En este primer balance, se puede apreciar que el cuello de botella es el puesto de revisión de máquina, porque posee la mayor cadencia por puesto. Sin embargo, por la naturaleza del proceso, las actividades de revisión, acondicionamiento y prueba de operatividad son realizadas por una misma persona; por ello, lo correcto sería agruparlas en un solo puesto y sumar los números de estaciones propuestas. Aquel cambio se puede apreciar en la Tabla 16.

En este último balance de línea, se puede observar que la carga de trabajo está mejor distribuida y que el cuello de botella cambió, ya que ahora el puesto de pintado es el de mayor cadencia. También, se observa que el número total de estaciones propuestas disminuyó en 1 estación.

Según el balance, el número de técnicos del taller se mantendrán, es decir, que serán 3 los encargados de atender solo montacargas. Con respecto al personal de lavado y pintado, como la dinámica actual de asignación de trabajo no es por tipo de máquina que ingresan a los puestos y solo se sabe que hay 4 operarios en pintado y 3 en lavado, no se puede determinar cuántos operarios hay que aumentar o reducir para cumplir el balance de línea del proceso de preentregas de montacargas. Por esa razón, se estimará la cantidad óptima de cada puesto según la proporción de OTS que recibe el taller mostrada en la Figura 36.

Tabla 16 Balance de línea del proceso de preentregas de un montacargas – 3 puestos

Puesto	Tiempo ajustado (min)	Cadencia necesaria (min/und)	Núm. Estaciones teóricas	Núm. Estaciones propuestas	Cadencia por puesto (min/und)	Carga de trabajo (%)
Lavado	176,32	533,33	0,33	1,00	176,32	41,35%
Revisión de máquina	904,41	533,33	1,70	3,00	424,95	99,66%
Acondicionamiento de máquina	295,88	533,33	0,55			
Prueba de operatividad	74,56	533,33	0,14			
Pintado	1279,26	533,33	2,40	3,00	426,42	100,00%
Total	2730,44			7		

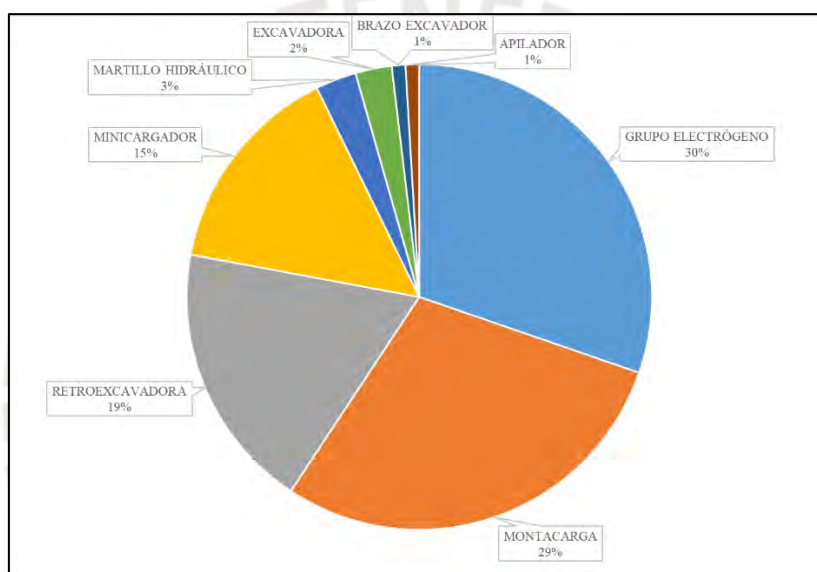


Figura 36 Gráfico de proporciones de las OTS del taller de preentregas

Sabiendo que el 29% de las OTS son de montacargas y que para atenderlas se necesita de 2,4 operarios en el puesto de pintado se puede estimar que para atender el 100% de OTS se requieren de 9 operarios. De igual forma, en el puesto de lavado, sabiendo que se necesitan 0,33 personas se estima que serán requeridas 2 operarios para satisfacer la demanda total. A continuación, se muestran los cálculos realizados.

$$OPERARIOS_{pintado} = \frac{2.40}{29\%} \times 100\% = 8.27 \approx 9 \text{ operarios}$$

$$OPERARIOS_{lavado} = \frac{0.33}{29\%} \times 100\% = 1.14 \approx 2 \text{ operarios}$$

En conclusión, para solucionar el problema de sobreasignación, el taller seguirá contando con 6 técnicos encargados de las reparaciones, reducirá a 2 el número de operarios en el puesto de lavado y aumentará a 9 trabajadores en el puesto de pintado. De los cuales pertenecerán al proceso de preentregas de montacargas 3, 1 y 3 operarios respectivamente. A continuación, en la Tabla 17, se muestra un cuadro resumen del impacto que generará la propuesta.

Tabla 17 Resumen de impacto de la implementación de un balance de línea

Situación actual	Situación futura
Sobreasignación de carga laboral en el puesto de pintado (4 técnicos asignados para la atención de todo el taller)	Se adicionarán 5 técnicos de pintado; de los cuales 3 estarán designados a la atención de montacargas
El área de lavado cuenta con 3 técnicos	Se reducirá a 2 los técnicos encargados de la limpieza de maquinarias

4.4. Implementación de la redistribución del taller

Se propone cambiar la distribución del taller que actualmente es por proceso a una distribución por posición fija. Sin embargo, la mejora se planteará solo para el proceso de preentregas de los montacargas es decir que solo tendrá efecto en su zona de trabajo y no en todo el taller. Más adelante, según los resultados se podrá replicar en todo el lugar para los demás procesos que ocurren en el taller.

La distribución por posición fija consiste en dejar de movilizar el montacargas entre las zonas de reparaciones, lavado y pintado para lo cual era necesario ensamblar la máquina repetidas veces antes de trasladarla y significaba un aumento en el tiempo de atención de preentregas. Se propone que ahora sean los técnicos de pintado y de lavado los que se acerquen a la zona de trabajo designada y realicen sus actividades correspondientes en ese mismo lugar. Para ello, los técnicos requerirán de herramientas móviles que se puedan trasladar entre las celdas de trabajo. En las Figura 37 se muestra la herramienta a adquirir para las actividades de

lavado. En el caso de la actividad de pintado no es necesario adquirir ninguna herramienta porque las que se cuentan actualmente son de fácil traslado.



Figura 37 Hidrolavadora HD 6/15 M marca Karcher

Es importante resaltar que el proceso del servicio de preentregas de montacargas no cambiará y solo se adecuará a la nueva distribución física. A continuación, en la Figura 38 se muestra la nueva distribución de la zona de trabajo; la cual estará demarcada con cintas de seguridad. Anteriormente, se atendía donde era posible y no se tenía definida ninguna celda de trabajo.

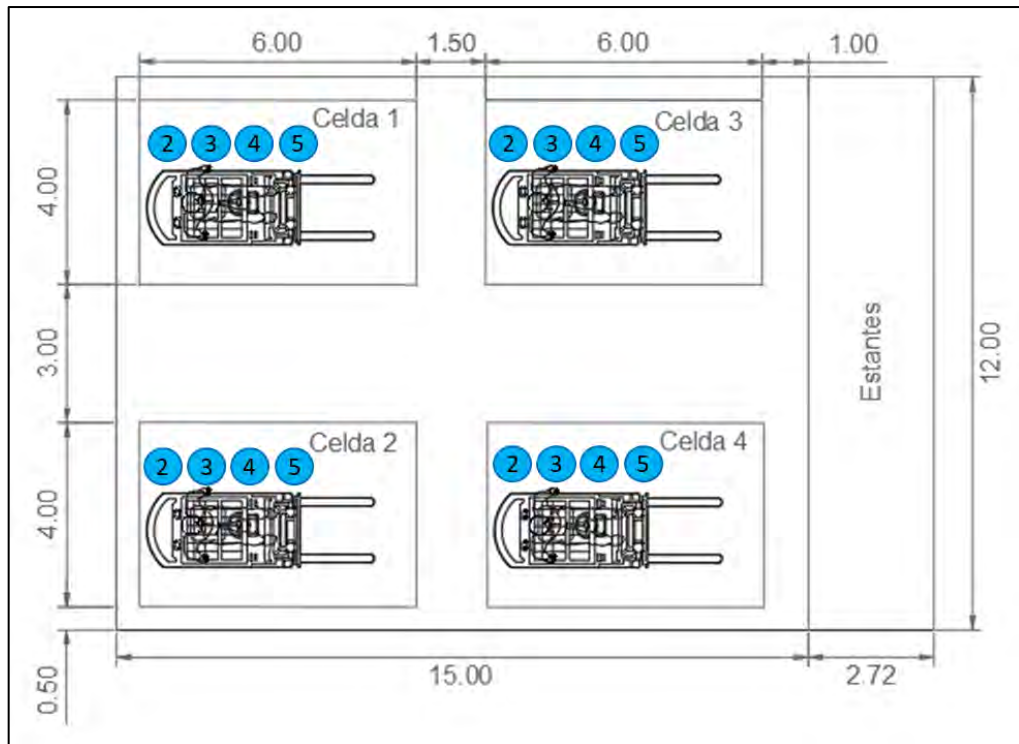


Figura 38 Nueva distribución por posición fija de la zona de trabajo de montacargas

Gracias a esta nueva distribución por posición fija se reducen a cero los cruces identificados en el diagrama de espagueti y los traslados del montacargas durante el proceso. En la Figura 39, podemos observar una comparación entre el recorrido el actual y propuesto del montacargas en la atención de preentregas.

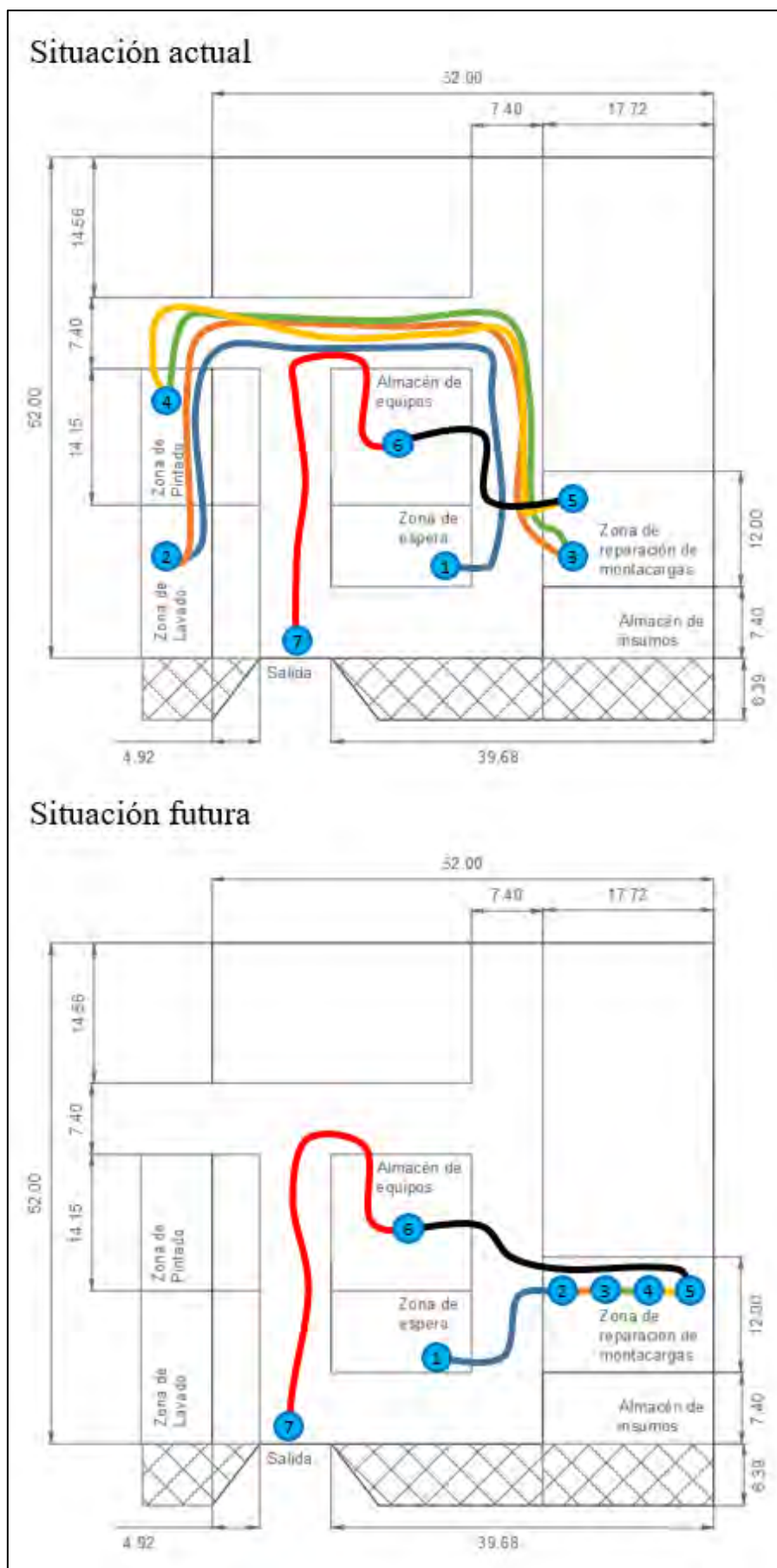


Figura 39 Comparación de diagramas de espagueti actual y propuesto

4.5. Implementación del sistema Kanban

Esta parte del plan de mejora continua busca reducir el tiempo de atención de las OTS de preentrega de manera directa, ya que está relacionado de manera directa con una de las principales causas identificadas: las solicitudes de insumos, repuestos y componentes demoran en ser atendidas.

Según lo mencionado anteriormente, se propone la implementación del sistema Kanban en el proceso de solicitud de insumos, repuestos y piezas. Como se sabe, el taller solo cuenta con un almacén de insumos; sin embargo, la utilización del personal asignado a este es demasiado baja según lo conversado con el jefe del taller. Por ello, se propone que el almacén también cuente con los repuestos y piezas más demandados por los técnicos para que tengan acceso a ellos de manera inmediata y no tengan que hacer la solicitud al almacén central el cual atiende a varios talleres de la sede.

La estructura del sistema se muestra en la Figura 41. En ella, se puede observar que cada vez que un técnico necesite de un insumo, repuesto o pieza se debe dirigir al almacén de preentregas y tomar lo que necesite. El encargado del almacén deberá monitorear el estado de los contenedores para hacer el pedido al almacén central cuando se agoten las unidades designadas a cada tarjeta Kanban. Cuando ello ocurra, el almacenero tendrá que dirigirse al almacén central con la tarjeta Kanban correspondiente y solicitar la cantidad establecida para abastecer el almacén del taller. En la Figura 42, se pueden apreciar los puntos en el plano del taller involucrados en el sistema Kanban propuesto; donde el punto “A” se refiere a la zona de trabajo del técnico de reparaciones, el punto “B” hace referencia al almacén de insumos que se convertirá en el almacén de preentregas y, finalmente, el punto “C” es el almacén central que provee al almacén de preentregas. Para todos los transportes mencionados se utilizarán

carretillas de mano con plataforma como las de la Figura 40. El taller de preentregas ya cuenta con este medio de transporte.



Figura 40 Carretilla de mano con plataforma

La cantidad de tarjetas Kanban que existirán en el almacén dependerán de la cantidad total de repuestos más demandados de todas maquinarias y equipos atendidos en el taller. Para ello, se deberá solicitar al Asistente Técnico de Servicios una lista de los pedidos solicitados al almacén central. Además, para calcular la cantidad de contenedores Kanban y su respectivo tamaño, se utilizarán las fórmulas detalladas en el marco teórico. A continuación, se realizan los cálculos para el repuesto con mayor demanda en la atención de montacargas; el cual es la batería eléctrica.

$$\frac{0,9 \frac{\text{montacargas}}{\text{día}} \times 1 \frac{\text{batería}}{\text{montacargas}} \times 4 \frac{\text{horas}}{\text{batería}}}{8 \frac{\text{horas}}{\text{día}}} = 0,45 \cong 1 \frac{\text{batería}}{\text{contenedor}}$$

$$\frac{0,9 \frac{\text{montacargas}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas}} \times 1 \frac{\text{batería}}{\text{montacargas}} \times 4 \frac{\text{horas}}{\text{contenedor}} \times (1 + 0,25)}{1 \frac{\text{batería}}{\text{contenedor}}} = 0,56 \cong 1 \text{ contenedor}$$

Según los resultados obtenidos, será necesario que el almacén cuente con solo un contenedor Kanban para las baterías eléctricas; el cual albergará una batería de montacargas. Esto debido, principalmente, a que la demanda es de aproximadamente un montacargas por día.

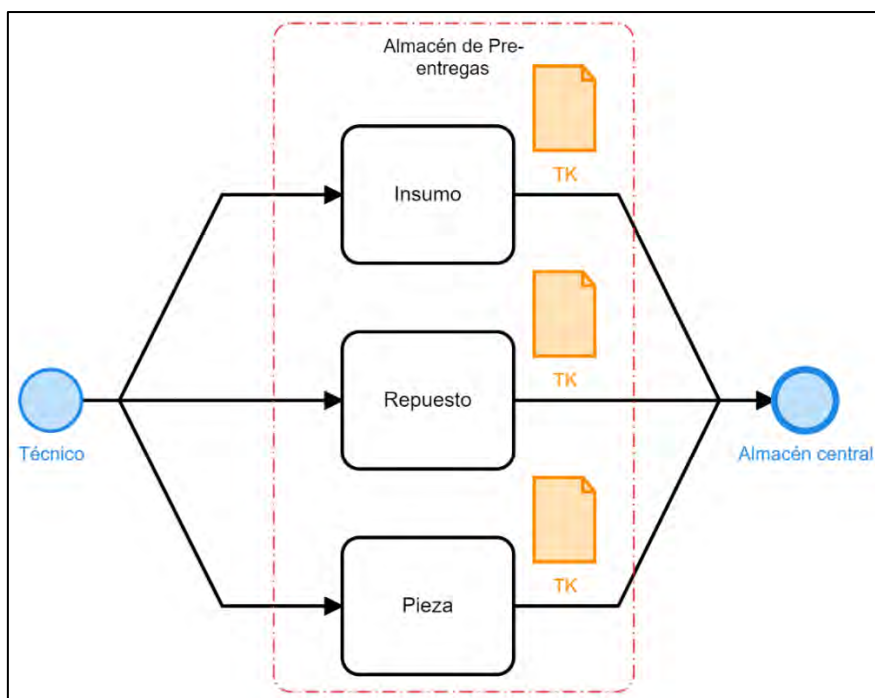


Figura 41 Sistema Kanban propuesto

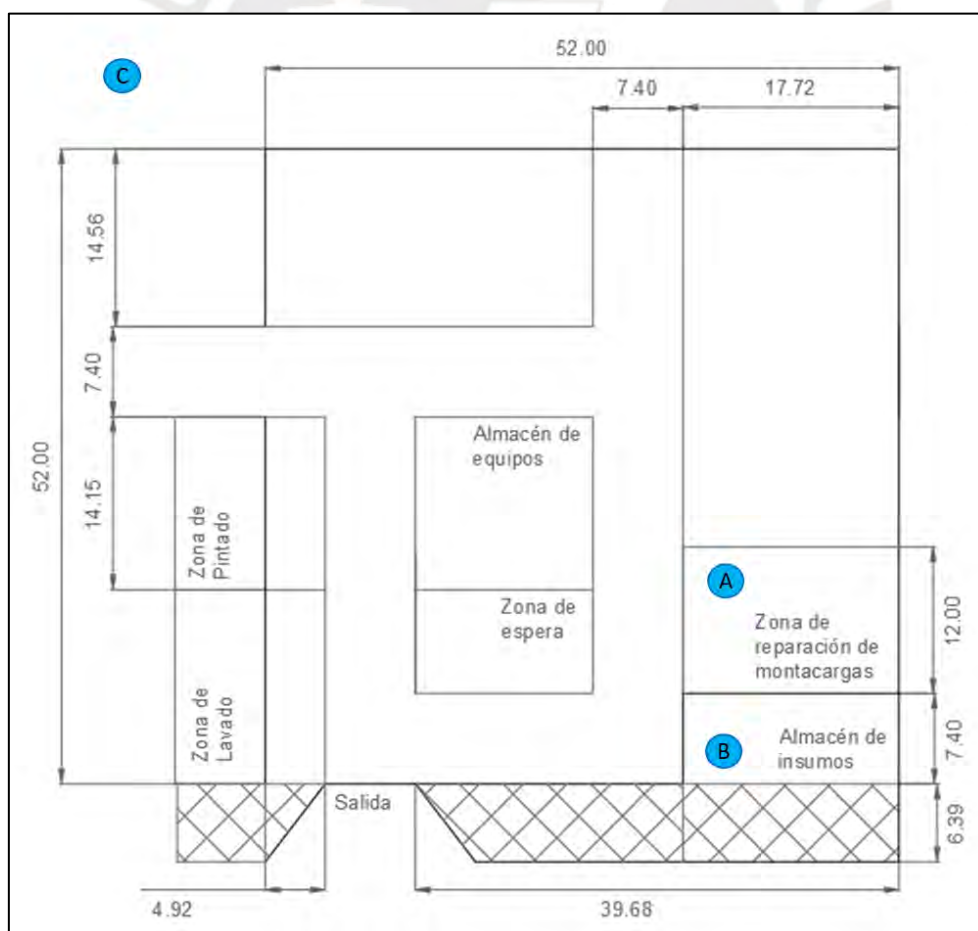


Figura 42 Plano de puntos del sistema Kanban propuesto

El formato de las tarjetas a utilizar se muestra en la Figura 43, en ella se pueden apreciar los siguientes campos: número de tarjeta, código del repuesto, insumo o pieza, descripción del producto, cantidad del pedido, origen y destino. Finalmente, en la Tabla 18, se detalla el impacto de la propuesta.

TARJETA KANBAN

Nro: ___

Código: _____

Descripción: _____

Transporte: _____

Cantidad: _____

Origen

Almacén de
Pre-entregas

Destino

Almacén
Central

Figura 43 Formato de tarjeta Kanban

Tabla 18 Resumen de impacto de la implementación del sistema Kanban

Situación actual	Situación futura
Traslados hasta el almacén central para la solicitud de repuestos y herramientas	Los traslados al almacén central solo se realizarán a través de una tarjeta kanban cuando un repuesto se agote en el almacén del taller
Demora de horas o días para la entrega de repuestos solicitados según disponibilidad	Los repuestos con mayor frecuencia de uso se encontrarán en el almacén del taller para entrega inmediata al técnico que lo necesite
Almacén de insumos del taller con baja utilización	El almacén también contará con repuestos, piezas y herramientas. La carga laboral del almacenero aumentará para aprovechar mejor su disponibilidad

4.6. Implementación de Jidoka

La última propuesta del plan de mejora consiste en la implementación de la herramienta Jidoka; la cual es usada para asegurar la calidad total de un proceso. A pesar que en el proceso de preentregas no existe, actualmente, ningún montacargas que abandone el taller con algún defecto o problema de calidad. Lo que realmente se busca lograr con la aplicación de esta

herramienta es la reducción del tiempo de reparación de aquellos montacargas que llegan al taller en un estado muy deteriorado por el óxido. No se busca reducir la cantidad de montacargas deteriorados que llegan al taller, ya que la gestión y condiciones del almacén de equipos importados escapan del alcance del proyecto al encontrarse en otra sede y no contar con los accesos necesarios para su evaluación.

Teniendo en cuenta el objetivo descrito anteriormente se instalará en cada celda de trabajo del área de montacargas una torre andon de 2 colores, como en la Figura 44, que podrá ser encendida por un accionador ubicado, de igual forma, en cada celda. Se accionará la lámpara de color verde cada vez que una celda de trabajo se encuentre ocupada y solo deberá encenderse la lámpara de color rojo cuando el montacargas atendido tenga un estado muy deteriorado y sea evidente que su reparación tomará más tiempo que el previsto. Cuando la alarma de color rojo sea activada, todos los técnicos asignados al área de montacargas deberán dejar de hacer lo que están trabajando y acercarse a la celda con dificultades para ayudar al técnico asignado al montacargas. Una vez culminadas las reparaciones cada técnico podrá regresar a sus labores y la lámpara de color rojo apagarse.

Para aplicar todo lo descrito, se elaborará un procedimiento de trabajo y se capacitará a los técnicos del taller en una sesión entrenamiento que deberá ser programada antes de implementar los cambios. Finalmente, en la Tabla 19, se muestra un resumen del impacto de esta propuesta.

Tabla 19 Resumen de impacto de la implementación de Jidoka

Situación actual	Situación futura
Algunos montacargas demoran mucho tiempo en ser atendidos por requerir reparaciones complejas	Los montacargas con reparaciones complejas serán atendidos por todos los técnicos asignados a la atención de montacargas previo accionamiento de la torre andon



Figura 44 Torre andon de colores rojo y verde

4.7. Cronograma de implementación

A continuación, en la Figura 45 se muestra el calendario de implementación para todo el plan de mejoras propuesto. Teniendo como fecha referencial de inicio el 01 de enero del 2021. Como se puede observar el proyecto tendrá una duración de 32 días laborables y culminará el 15 de febrero del 2021. Además, la ruta crítica está conformada por las siguientes actividades: 2 – 6 – 7 – 8 – 9 – 11 – 14 – 16 – 19 – 21 – 24 - 25.

4.8. Propuesta de nuevos indicadores Lean

Como se explicó anteriormente, en el capítulo 3, actualmente el proceso de preentregas cuenta con un indicador relacionado al tiempo de atención del montacargas; el cual permite visualizar si el montacargas fue atendido a tiempo o no. Sin embargo, el tiempo de atención propuesto está basado en la experiencia de los técnicos previa a la implementación de las mejoras. Por ello, se propone la definición de los siguientes indicadores lean: takt time, lead time y valor agregado.

En la Tabla 20 se muestran los valores metas de los indicadores propuestos. El valor meta del takt time, se calculó en la propuesta del balance de línea y los valores meta de los demás

indicadores son el resultado de un estudio de tiempos de un plan piloto donde se implementaron las propuestas de mejora; el resultado de aquel estudio de tiempos se puede ver en la Figura 25, *Value Stream Map* futuro del proceso de Preentregas, presentado anteriormente. Además, en la Tabla 21, se realizó un comparativo entre la situación actual y la situación futura.

Tabla 20 Resumen de indicadores lean y sus valores meta

Indicador Propuesto	Valor Meta
Takt Time (minutos/unidad)	533,3
Lead Time – LT (días)	152
Lead Time – LT (%)	98,13
Valor Agregado – VA (horas)	23,2
Valor Agregado – VA (%)	1,87

Tabla 21 Resumen de impacto de la implementación de Jidoka

Situación actual	Situación futura
Se cuenta con un indicador cualitativo relacionado al tiempo total de atención de un montacargas; el cual solo permite conocer 2 estados: atendido a tiempo, atendido con retraso.	Se cuenta con indicadores lean bien definidos como son: takt time, lead time y valor agregado. Los cuales permiten conocer y controlar los tiempos de atención de montacargas.

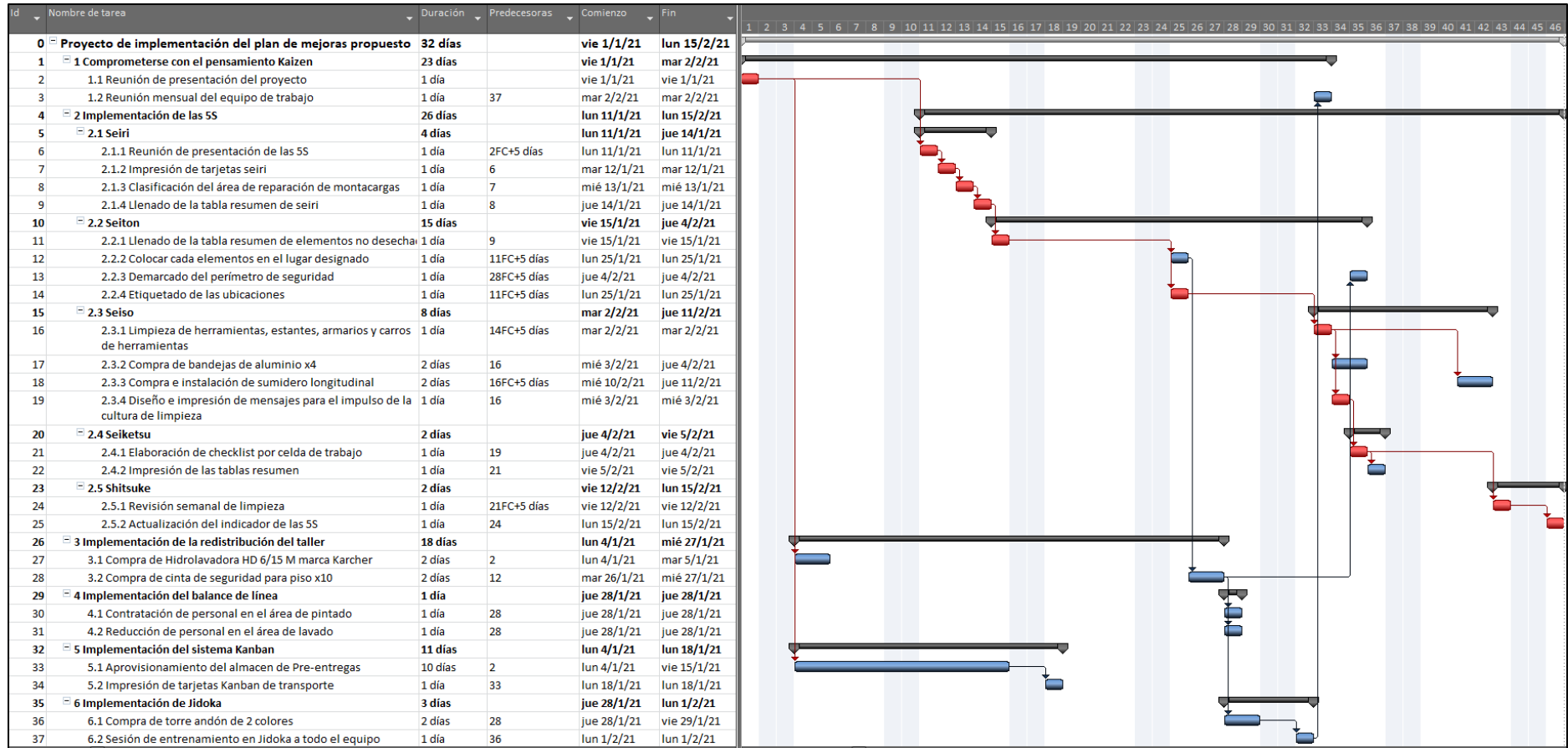


Figura 45 Cronograma de implementación del plan de mejoras propuesto

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO

En este capítulo, se realizará la evaluación económica del plan de mejoras propuesto anteriormente. Para ello, en primer lugar, se detallará el monto de la inversión necesaria para cada una de las mejoras propuestas y se presentará un resumen de la inversión total requerida; además, se identificarán los costos mensuales durante el tiempo de vida del proyecto. En segundo lugar, se realizará el análisis financiero del proyecto para un periodo de 12 meses. Finalmente, se presentará un estudio de sensibilidad de los indicadores económicos.

5.1. Cálculo de la inversión requerida por cada propuesta

Para el correcto cálculo de la inversión requerida, es necesario establecer algunos criterios a tener en cuenta:

- El plan de implementación será liderado por el área de mejora continua de la empresa en estudio por medio de uno de sus analistas. Durante toda la elaboración de la tesis se contó con su colaboración para verificar que toda información relevada sea correcta y cada mejora propuesta sea factible para que finalmente sean ellos los que implementen el plan.
- El cálculo de los costos de cada hora invertida en capacitaciones e implementación de mejoras por parte de los puestos involucrados será en base a las horas-persona proporcionadas por la empresa.
- Se tendrán en cuenta los costos de hora-persona descritos en la Tabla 22 de los puestos responsables de las actividades de implementación, los costos de herramientas, dispositivos, inmuebles y accesorios necesarios para cada mejora.
- No se incluirán los costos de los útiles de oficina necesarios para cada propuesta; esto debido a que siempre se encuentran disponibles en la empresa para su uso.

Tabla 22 Cuadro resumen de los costos por hora de los puestos involucrados

Puesto	Costo/hora
Supervisor de Preentregas	31,5
Asistente Técnico de Servicios	12,5
Supervisor de Patio de Taller	12,5
Técnico de Taller	7,5
Personal tercero de pintado y lavado	7,5
Analista de Mejora Continua	23,75

5.1.1. Costos de comprometerse con el pensamiento Kaizen

Los costos de esta propuesta se detallan en las Tablas 23 y 24; en ellas se pueden observar que aquellas actividades que requerirán de una inversión son la reunión de presentación del proyecto y la reunión mensual del equipo de trabajo. Además, solo se tomarán en cuenta los costos basados en hora-persona de cada puesto involucrado. En el caso del costo de la reunión mensual del equipo de trabajo, se debe multiplicar por 12 el costo de cada reunión para hallar el costo anual.

Tabla 23 Cuadro resumen de los costos únicos de Comprometerse con el pensamiento Kaizen

Comprometerse con el pensamiento Kaizen	Recurso asignado	Nro. Colaboradores (persona)	Horas Requeridas (hora)	Costo (soles/hora -persona)	Costo total (soles)
Reunión de presentación del proyecto	Supervisor de Preentregas	1,0	2,0	31,3	62,5
	Asistente Técnico de Servicios	1,0	2,0	12,5	25,0
	Supervisor de Patio de Taller	1,0	2,0	12,5	25,0
	Técnico de Taller	3,0	2,0	7,5	45,0
	Personal tercero de pintado y lavado	4,0	2,0	7,5	60,0
	Analista de Mejora Continua	1,0	2,0	23,8	47,5
				Total	265,0

Tabla 24 Cuadro resumen de costos mensuales de Comprometerse con el pensamiento Kaizen

Comprometerse con el pensamiento Kaizen	Recurso asignado	Nro. Colaboradores (persona)	Horas Requeridas (hora)	Costo (soles/hora-persona)	Costo total (soles)
Reunión mensual del equipo de trabajo	Supervisor de Patio de Taller	1,0	2,0	12,5	25,0
	Técnico de Taller	3,0	2,0	7,5	45,0
	Personal tercero de pintado y lavado	4,0	2,0	7,5	60,0
	Analista de Mejora Continua	1,0	2,0	23,8	47,5
				Total	177,5

5.1.2. Costos de implementación de las 5 S

La propuesta clasifica sus costos por cada una de sus etapas. En las Tabla 25 y 26, se pueden apreciar que los costos son calculados según la hora-persona de cada integrante del equipo y los precios de compra de los elementos a adquirir que son las bandejas de aluminio y los sumideros longitudinales. A este último, también se le incluye el costo de instalación.

Tabla 25 Cuadro resumen de costos únicos de implementación de las 5 S

Implementación de las 5S	Recurso asignado	Cantidad (persona)	Hr. Req. (hora)	Costo (soles/hora-persona)	Costo total (soles)
Seiri					
Reunión de presentación de las 5S	Analista de Mejora Continua	1,0	1,0	23,8	23,8
	Supervisor de Patio de Taller	1,0	1,0	12,5	12,5
	Técnico de Taller	3,0	1,0	7,5	22,5
Clasificación del área de reparación de montacargas	Analista de Mejora Continua	1,0	1,0	23,8	23,8
	Supervisor de Patio de Taller	1,0	1,0	12,5	12,5
	Técnico de Taller	3,0	1,0	7,5	22,5
Impresión de tarjetas seiri	Analista de Mejora Continua	1,0	0,5	23,8	11,9
Llenado de tabla resumen seiri	Analista de Mejora Continua	1,0	2,0	23,8	47,5
Seiton					
Llenado de la tabla resumen de elementos no desechados	Supervisor de Patio de Taller	1,0	1,0	12,5	12,5
Colocar cada elemento en el lugar designado	Técnico de Taller	3,0	2,0	7,5	45,0
Demarcado del perímetro de seguridad	Supervisor de Patio de Taller	1,0	1,0	12,5	12,5
	Técnico de Taller	3,0	1,0	7,5	22,5
	Analista de Mejora Continua	1,0	1,0	23,8	23,8
Etiquetado de las ubicaciones	Supervisor de Patio de Taller	1,0	1,0	12,5	12,5
	Técnico de Taller	3,0	1,0	7,5	22,5
	Analista de Mejora Continua	1,0	1,0	23,8	23,8

Seiso					
Limpieza de herramientas, estantes, armarios y carros de herramientas	Supervisor de Patio de Taller	1,0	2,0	12,5	25,0
	Técnico de Taller	3,0	2,0	7,5	45,0
Compra de bandejas de aluminio x4	Analista de Mejora Continua				144,0
Compra e instalación de sumidero longitudinal	Analista de Mejora Continua				2040,0
Diseño e impresión de mensajes para el impulso de la cultura de limpieza	Analista de Mejora Continua	1,0	2,0	23,8	47,5
Seiketsu					
Elaboración de checklist por celda de trabajo	Analista de Mejora Continua	1,0	4,0	23,8	95,0
Impresión de tablas resumen	Analista de Mejora Continua	1,0	0,5	23,8	11,9
				Total	2760,3

Tabla 26 Cuadro resumen de costos mensuales de implementación de las 5 S

Implementación de las 5S	Recurso asignado	Cantidad (persona)	Hr. Req. (hora)	Costo (soles/hora-persona)	Costo total (soles)
Shitsuke					
Revisión semanal de limpieza	Supervisor de Patio de Taller	1,0	0,5	12,5	25,0
	Técnico de Taller	3,0	0,5	7,5	45,0
Actualización del indicador de las 5S	Supervisor de Patio de Taller	1,0	0,5	12,5	25,0
				Total	95,0

5.1.3. Costos de implementación del balance de línea

Los costos del balance propuesto se limitan a la contratación de 5 operarios para la actividad de pintado; lo cual generará un costo mensual de 6000 soles. Lo contrario ocurre con la actividad de lavado donde se reducirá un puesto de trabajo generando un ahorro mensual de 1200 soles. En total, esta mejora tendrá un costo mensual de 4800 soles.

5.1.4. Costos de implementación de redistribución del taller

Como se mencionó en el capítulo anterior, los costos asociados a la redistribución son los de adquisición de una hidrolavadora HD 6/15 M marca Karcher y de 10 cintas de seguridad

para piso color amarillo marca 3M cuyos costos son de 5999 soles y 299 soles respectivamente. En total, el costo de esta propuesta asciende a 6298 soles.

5.1.5. Costos de implementación del sistema Kanban

El sistema Kanban propuesto, al ser una mejora de procedimientos de trabajo, no tiene grandes costos asociados. Sin embargo, se le puede atribuir el costo del tiempo que le requerirá al Analista de Mejora Continua imprimir las tarjetas Kanban necesarias. Se sugiere un tiempo máximo de 30 minutos para realizar esta actividad. Teniendo en cuenta ello y que el costo de hora-persona del Analista de Mejora Continua es de 23,75 soles se calcula un costo total de 11,90 soles.

5.1.6. Costos de implementación de Jidoka

Para implementar correctamente esta propuesta, los costos detallados en la Tabla 27 son necesarios. En primer lugar, la compra e instalación de 4 torres andón que se pueden adquirir a un precio de 201,32 soles cada una. En segundo lugar, el costo del tiempo requerido para la realización de una sesión de entrenamiento en la herramienta Jidoka dirigido a todo el equipo.

Tabla 27 Cuadro resumen de costos de implementación de Jidoka

Implementación de Jidoka	Recurso asignado	Cantidad (persona)	Horas Requeridas (hora)	Costo (soles/hora-persona)	Costo total (soles)
Compra de torre andón de 2 colores	Analista de Mejora Continua				805,3
Sesión de entrenamiento en Jidoka a todo el equipo	Supervisor de Patio de Taller	1,0	1,0	12,5	12,5
	Técnico de Taller	3,0	1,0	7,5	22,5
	Personal tercero de pintado y lavado	4,0	1,0	7,5	30,0
	Analista de Mejora Continua	1,0	1,0	23,8	23,8
				Total	894,0

5.2. Análisis económico de la implementación de las mejoras propuestas

Para la realización del análisis se tendrá en consideración la inversión total requerida según el cuadro resumen de los costos de implementación de las mejoras que se muestra en la Tabla 28. Por un lado, los ingresos serán tomados en cuenta a partir del siguiente mes de la fecha fin de implementación mostrada en el calendario y tendrán un valor mensual de 196 000 soles equivalente a la venta de 7 montacargas (28 000 soles/montacargas). Por otro lado, los costos mensuales del proyecto se muestran en la Tabla 29 y están compuestos por las diversas reuniones y supervisiones periódicas sugeridas.

Tabla 28 Cuadro resumen de los costos de inversión del plan propuesto

Propuesta de mejor	Costo total (soles)
Comprometerse con el pensamiento Kaizen	265,0
Implementación de las 5 S	2760,3
Implementación del balance de línea	-
Implementación de la redistribución del taller	6298,0
Implementación del sistema Kanban	11,9
Implementación de Jidoka	894,0
Total	10229,2

Tabla 29 Cuadro resumen de los costos mensuales de la propuesta

Propuesta de mejor	Costo total (soles)
Comprometerse con el pensamiento Kaizen	177,5
Implementación de las 5 S	95,0
Implementación del balance de línea	4800,0
Implementación de la redistribución del taller	-
Implementación del sistema Kanban	-
Implementación de Jidoka	-
Total	5072,5

Para la elaboración del flujo de caja de la Tabla 30 se tomó en cuenta un periodo de 12 meses. Tiempo en el cual la tasa interna de retorno (TIR) debe ser mayor al costo de oportunidad del capital (COK) exigido por el área de Mejora Continua para la realización del proyecto; además, se considerarán, a partir del siguiente mes de la fecha fin del proyecto de

implementación, como ingresos los montos obtenidos por las ventas de los montacargas que gracias al proyecto de mejoras son atendidos a tiempo en el taller. La cantidad promedio mensual de montacargas atendidos fuera de tiempo es de 7 unidades.

Tabla 30 Flujo de caja del proyecto para un periodo de 12 meses (montos en miles de soles)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos	0,0	0,0	0,0	196,0	196,0	196,0	196,0	196,0	196,0	196,0	196,0	196,0	196,0
Salidas	-10,2	0,0	0,0	-5,1	-5,1	-5,1	-5,1	-5,1	-5,1	-5,1	-5,1	-5,1	-5,1
Flujo de Caja	-10,2	0,0	0,0	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9

Finalmente, se calculará el valor actual neto (VAN) del flujo para evaluar la viabilidad del proyecto, y se mostrará la relación entre los beneficios y costos del proyecto. Según el flujo de caja mostrado se calculó una TIR de 203%, un VAN igual a 621 150,91, y una relación entre beneficio y costo de 32,16 para el proyecto.

5.3. Estudio de sensibilidad simple de la implementación

Para la elaboración del estudio de sensibilidad se debe tomar en cuenta una variable relevante que pueda afectar la rentabilidad del proyecto. En este caso, se identificó que la demanda mensual de montacargas puede afectar la rentabilidad del proyecto, ya que los ingresos del flujo dependen netamente de esta. Por ello, se plantean tres posibles escenarios: optimista, moderado y pesimista. En el primero, se consideró una demanda equivalente al 100% de la demanda relacionada al proyecto (7 montacargas atendidos dentro del plazo establecido); en los demás escenarios la demanda planteada es de 75% y 50% respectivamente. Los resultados de este análisis se muestran en la Tabla 31.

Tabla 31 Análisis de sensibilidad según la demanda de montacargas

Análisis de sensibilidad (demanda)	100%	75%	50%
COK	15%	15%	15%
TIR	203%	179%	148%
VAN	621 150,9	459 454,7	297 758,6
Beneficio	1 960 000,0	1 470 000,0	980 000,0
Costo	60 954,2	60 954,2	60 954,2
B/C	32,2	24,1	16,1

Del análisis realizado, se pueden observar los siguientes resultados:

- En el escenario moderado, el valor de la TIR (179%) es mayor al COK (15%); además, el VAN (459 454,7 soles), al ser mayor a cero, evidencia que el proyecto es rentable y la relación B/C (24,1), al ser mayor a 1, indica que los ingresos por percibir son mucho mayores a los costos requeridos.
- En el escenario pesimista, el valor de la TIR (148%) es mayor al COK (15%); además, el VAN (297 758,6 soles), al ser mayor a cero, evidencia que el proyecto es rentable y la relación B/C (16,1), al ser mayor a 1, indica que los ingresos por percibir son mucho mayores a los costos requeridos.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo, se presentarán las conclusiones obtenidas al finalizar la elaboración del presente documento y se propondrán algunas recomendaciones dirigidas a la empresa en estudio para mejorar su situación actual e implementar correctamente el plan de mejoras.

6.1. Conclusiones

A continuación, se enlistan las conclusiones obtenidas luego de realizadas las etapas de diagnóstico, propuesta y análisis económico.

- De lo presentado en este documento, se puede concluir que las herramientas lean son versátiles y se pueden ajustar a varios modelos de negocio, y tener éxito. Esto se puede evidenciar en el uso de la herramienta Jidoka; la cual mayormente es utilizada en mejoras bajo la metodología *lean manufacturing*, pero que, en este caso, se pudo ajustar para solucionar un problema en un proceso de servicio como es la preentrega de montacargas.
- De los indicadores propuestos, el valor meta del takt time debe ser calculado según la estimación de la demanda de cada mes para ajustar los tiempos de tolerancia en cada operación del proceso de preentregas. Además, se concluye que el valor objetivo del lead time es alto (152 días) debido al tiempo de estancia del montacargas en el almacén central del local; sin embargo, como el almacén no forma parte del alcance de este proyecto, es importante destacar que las acciones que no generan valor han sido reducidas a cero dentro del taller.
- Para que las mejoras basadas en herramientas lean service sean aplicadas correctamente y tengan éxito, estas deben contar con el apoyo de colaboradores líderes que fomenten y animen a todo el equipo a participar de las múltiples reuniones

y actividades que son necesarias desde el comienzo del proyecto. Por ello, se incluyó en el plan de mejora la implementación del pensamiento Kaizen; el cual busca que todos se comprometan con el objetivo e identifica líderes que guíen este proceso.

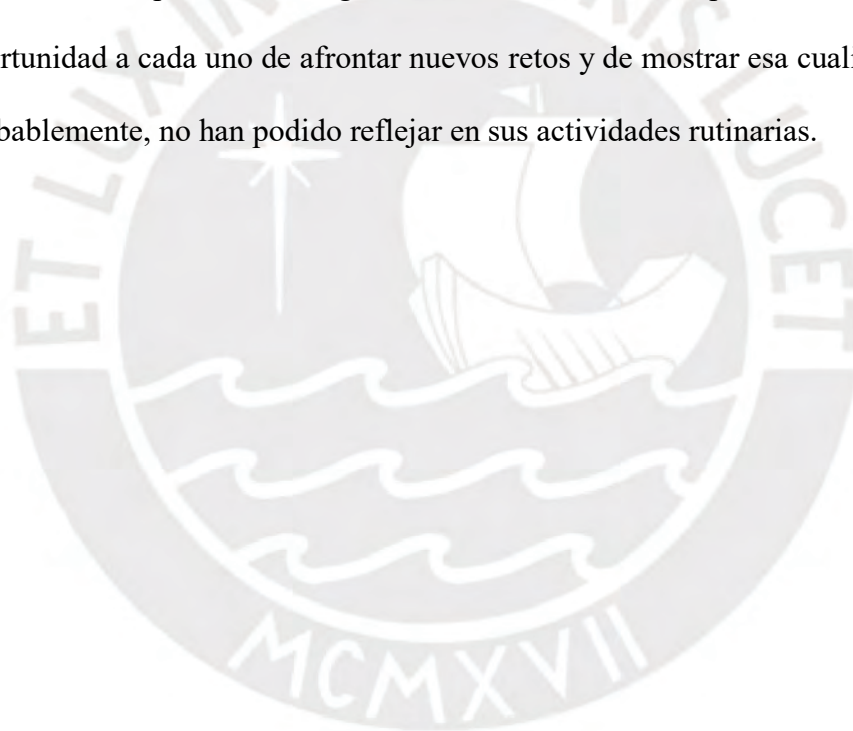
- Del análisis económico se concluye que el plan de mejoras basado en la aplicación de mejoras *lean service* es altamente rentable; debido a que el proyecto posee un TIR de 203% en un escenario optimista donde la demanda mensual de montacargas es igual a la estimada y posee un TIR de 148% en un escenario pesimista donde la demanda solo alcanza el 50% de lo que se estima.

6.2. Recomendaciones

A continuación, se presentarán algunas recomendaciones dirigidas a la empresa, específicamente al taller de preentregas.

- El taller debe concentrar sus esfuerzos en mantener los cambios realizados y continuar con la propuesta de mejoras de manera continua como lo sugiere el pensamiento Kaizen. Para ello, es fundamental que las reuniones mensuales planteadas se den con la participación total del equipo. Además, se sugiere realizar un seguimiento constante y correcto de los indicadores descritos para que el equipo de trabajo pueda ver su avance y contar con una motivación para seguir trabajando bajo este nuevo enfoque.
- Se debe evaluar la permanencia de una empresa tercera para las operaciones de lavado y pintado. Esto debido a que durante la elaboración del diagnóstico se pudo evidenciar que su compromiso con la empresa no es total; lo cual puede generar dificultades al momento de implementar el plan de mejoras y de seguir participando en las actividades de mejora continua del taller.

- Se recomienda elaborar un plan de capacitación continua en el uso de las herramientas utilizadas para garantizar que todos los nuevos miembros del equipo estén alineados con la forma de trabajar y puedan sumar esfuerzos al momento de proponer nuevas mejoras. Además, va a permitir reforzar los conocimientos del equipo de manera periódica para poder mantener la calidad del método de trabajo.
- Es importante que, durante la realización de actividades, los jefes puedan identificar a los líderes del equipo para que ellos sean el apoyo de estos cambios que se darán en el taller. Además, también se debería fomentar el desarrollo de líderes en todos los colaboradores; por ello se sugiere rotar los roles con responsabilidad para dar la oportunidad a cada uno de afrontar nuevos retos y de mostrar esa cualidad que, muy probablemente, no han podido reflejar en sus actividades rutinarias.



BIBLIOGRAFÍA

CLAUDIO LOAYZA, Pedro Joseph

2011 Diagnóstico y Propuesta de Mejora de los Procesos de un Taller Mecánico de una Empresa Comercializadora de Maquinaria. Tesis de título de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

CRUZ ÁLVAREZ, Juan Diego Alexander

2018 Análisis y propuesta de mejora del servicio de entrega de un operador logístico aplicando la metodología de Lean Office. Tesis de título de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

DIAZ DEL OLMO CAMPO, Luis Fernando

2018 Diagnóstico, diseño y estrategia de implementación de propuestas de mejora para el proceso de reparación de carrocería y pintura. Tesis de título de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

FERREYCORP S.A.A.

2018 Memoria Anual Integrada 2018. Lima. Consulta: 25 de marzo de 2019

<https://www.ferreycorp.com.pe/assets/uploads/archivos/af00b1d64ecfe39a61ca0669fdceafa7.pdf>

GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto

2010 Calidad Total Y Productividad. Tercera edición. Lima: Mc Graw Hill.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

2010 Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas.

Revisión 4. Lima. Consulta: 5 de marzo de 2019.

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0883/Libro.pdf

KEYTE, Beau y Drew LOCHER

2004 The Complete Lean Enterprise: Value Stream Mapping for Administrative and Office Processes. New York: Productivity Press.

LOCHER, Drew

2011 Lean Office and Service Simplified: The definitive How-to Guide. New York: CRC Press Taylor & Francis Group.

RAJADELL, Manuel y José Luis SÁNCHEZ

2010 Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad. Lima: Díaz de Santos.

TAPPING, Don

2003 Lean value stream management for the Lean Office: 8 steps to planning, mapping and sustaining lean improvements in administrative areas. New York: Productivity Press, division of Kraus Productivity Organization

UNIMAQ S.A.

UNIMAQ The Rental Store. Consulta: 15 marzo de 2019.

<http://www.unimaq.com.pe/>

UWE DOMBROWSKI, Constantin Malorny

2018 “Methodological approach for a process-orientated Lean Service implementation”. En ScienceDirect. Consulta: 30 de abril de 2019.

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S221282711830516X?token=58A17F91CEC5F9DF3CBB34CC26D80995B08AE8C5AFF667A690AC78F83D102B66138488BF73BE98CD904D96485072912>



Anexo 1: Extracto de la base de datos de las ventas de montacargas y prestaciones de servicios

RSOCIAL	FAPERTURA	FFACTURA	COS_TOTAL	DIAS	MODELO	SERIE	CUST_PONO	TIP_CAR_SS	PASO_SS	TIPOSERV
UNIMAQ.S.A.	03/01/2018	15/01/2018	1823,25	0013	3500 TC	N35140	ENTREGA TECNICA-AV	Gastos	10 Finalizado	Pre-Entrega
JRC INGENIERIA Y CONSTRUC	03/01/2018	04/01/2018	3341,24	0002	3-5TT	H25P13	COBRO DE DAÑOS-EZ	Ciente	10 Finalizado	Alquiler-Campo
RACIONALIZACION EMPRESARI	03/01/2018	24/01/2018	3377,73	0022	TL642C	0THL00188	CAMPO PM3 - VM	Inventario	10 Finalizado	Alquiler-Campo
UNIMAQ.S.A.	03/01/2018	09/01/2018	80	0007	GP25S	CT5450152	ALMACEN-HM	Gastos	10 Finalizado	Pre-Entrega
UNIMAQ.S.A.	03/01/2018	11/01/2018	360	0009	GP25S	CT5450157	ALMACEN-HM	Gastos	10 Finalizado	Pre-Entrega
G Y M S.A.	03/01/2018	23/01/2018	974,38	0021	LTN6L	20103324	CORRECTIVO-EV	Inventario	10 Finalizado	Alquiler-Campo
UNIMAQ.S.A.	03/01/2018	30/01/2018	4256	0028	NSR20N	76K00096	ALMACEN-HM	Gastos	10 Finalizado	Pre-Entrega
UNIMAQ.S.A.	03/01/2018	15/01/2018	160	0013	EP16PNT	ATB2500015	ALMACEN-HM	Gastos	10 Finalizado	Pre-Entrega
FCA NAC DE ACUMULADORES E	03/01/2018	31/01/2018	1348,85	0029	2C5000	AT9035026	S/N	Ciente	10 Finalizado	Flota
FCA NAC DE ACUMULADORES E	03/01/2018	31/01/2018	408,81	0029	GP25NM	AT17DT0413	LFM ENERO JQ	Ciente	10 Finalizado	Flota
FCA NAC DE ACUMULADORES E	03/01/2018	31/01/2018	0	0029	GP25NM	AT17DT0444	LFM ENERO JQ	Ciente	10 Finalizado	Flota
FCA NAC DE ACUMULADORES E	03/01/2018	31/01/2018	0	0029	GP30NM	AT13FP0325	LFM ENERO JQ	Ciente	10 Finalizado	Flota
FCA NAC DE ACUMULADORES E	03/01/2018	31/01/2018	0	0029	GP30NM	AT13FP0327	LFM ENERO JQ	Ciente	10 Finalizado	Flota
FCA NAC DE ACUMULADORES E	03/01/2018	31/01/2018	120,65	0029	GP30NM	AT13FP0702	LFM ENERO JQ	Ciente	10 Finalizado	Flota
RACIONALIZACION EMPRESARI	03/01/2018	24/01/2018	1419,28	0022	TL642C	0THL00188	CORRECTIVO-VM	Inventario	10 Finalizado	Alquiler-Campo
FCA NAC DE ACUMULADORES E	03/01/2018	31/01/2018	0	0029	GP30S	CT55-10063	LFM ENERO JQ	Ciente	10 Finalizado	Flota
FCA NAC DE ACUMULADORES E	03/01/2018	31/01/2018	180,8	0029	GP30S	CT55-10064	LFM ENERO JQ	Ciente	10 Finalizado	Flota
FCA NAC DE ACUMULADORES E	03/01/2018	31/01/2018	180,8	0029	GP30S	CT55-10060	LFM ENERO JQ	Ciente	10 Finalizado	Flota
FCA NAC DE ACUMULADORES E	03/01/2018	31/01/2018	180,8	0029	GP30S	CT55-10002	LFM ENERO JQ	Ciente	10 Finalizado	Flota
FCA NAC DE ACUMULADORES E	03/01/2018	31/01/2018	248,88	0029	GP30S	CT55-10068	LFM ENERO JQ	Ciente	10 Finalizado	Flota
CONSORCIO ALVAC - JOHESA	03/01/2018	23/04/2018	583,48	0111	RD-27	24222717	CAMPO-DA	Gastos	10 Finalizado	Campo
UNIMAQ.S.A.	03/01/2018	15/01/2018	221,33	0013	EP16PNT	ATB2500015	COSTOVENTA-H.MIO	Inventario	10 Finalizado	Pre-Entrega
JJC CONTRATISTAS GENERALE	03/01/2018	02/02/2018	14,45	0031	236D	0MPW00683	CAMPO PM3 - EV	Inventario	10 Finalizado	Alquiler-Campo
JJC CONTRATISTAS GENERALE	03/01/2018	02/02/2018	6,27	0031	246D	0HMR01879	CAMPO PM1 - EV	Inventario	10 Finalizado	Alquiler-Campo
JJC CONTRATISTAS GENERALE	03/01/2018	02/02/2018	883	0031	420F2 BE	0LYB00194	CAMPO PM2 - EV	Inventario	10 Finalizado	Alquiler-Campo
CONSORCIO LOS ANDES	03/01/2018	07/02/2018	488,53	0036	RL4000	RL413-7358	COBRO DE DAÑOS-EZ	Ciente	10 Finalizado	Alquiler-Campo
G Y M S.A.	03/01/2018	02/02/2018	257,17	0031	CB22B	046600204	CAMPO PM1 - EV	Inventario	10 Finalizado	Alquiler-Campo
G Y M S.A.	03/01/2018	02/02/2018	2668,21	0031	DE33EO	CF0EC301352	CAMPO PM1 - EV	Inventario	10 Finalizado	Alquiler-Campo
P&G INDUSTRIAL PERU S.R.L	03/01/2018	26/02/2018	818,66	0055	2C5000	AT9035022	LFM COBRO AL CLIENTE	Ciente	10 Finalizado	Flota

Anexo 2: Estudio de tiempos del proceso actual de preentregas de montacargas

Proceso de Pre-entregas	Tiempos (minutos)										Promedio (minutos)	Promedio (horas)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Tiempo de cambio de modelo (TM)												
Lavado	33,0	25,0	22,0	38,0	32,0	27,0	31,0	33,0	27,0	29,0	29,7	0,5
Revisión de máquina	70,0	63,0	47,0	58,0	51,0	53,0	76,0	82,0	52,0	47,0	59,9	1,0
Acondicionamiento de máquina	21,0	48,0	40,0	42,0	34,0	29,0	24,0	25,0	24,0	15,0	30,2	0,5
Pintado	18,0	29,0	27,0	26,0	26,0	38,0	35,0	27,0	30,0	41,0	29,7	0,5
Prueba de operatividad	19,0	23,0	36,0	30,0	31,0	28,0	28,0	34,0	32,0	36,0	29,7	0,5
										TM	179,2	3,0
Tiempo de valor agregado (VA)												
Lavado	113,0	127,0	102,0	115,0	119,0	98,0	145,0	130,0	124,0	126,0	119,9	2,0
Revisión de máquina	605,0	684,0	597,0	584,0	560,0	573,0	694,0	613,0	609,0	631,0	615,0	10,3
Acondicionamiento de máquina	203,0	226,0	184,0	195,0	170,0	182,0	223,0	216,0	205,0	208,0	201,2	3,4
Pintado	861,0	865,0	857,0	860,0	894,0	875,0	875,0	852,0	884,0	876,0	869,9	14,5
Prueba de operatividad	43,0	37,0	57,0	58,0	52,0	50,0	62,0	48,0	45,0	55,0	50,7	0,8
										VA	1856,7	30,9
Tiempo de espera (LT)												
Almacén	3598,0	3684,0	3602,0	3649,0	3577,0	3672,0	3612,0	3570,0	3582,0	3453,0	3599,9	150,0
Traslado almacén - lavado	13,0	11,0	19,0	12,0	16,0	18,0	21,0	14,0	19,0	17,0	16,0	2,0
Traslado lavado - revisión de máquina	7,0	14,0	17,0	19,0	14,0	12,0	16,0	22,0	19,0	20,0	16,0	2,0
Traslado revisión de máquina - acondicionamiento de máquina	18,0	15,0	17,0	18,0	19,0	13,0	11,0	14,0	19,0	16,0	16,0	2,0
Traslado acondicionamiento de máquina - pintado	26,0	22,0	24,0	25,0	24,0	24,0	27,0	20,0	22,0	26,0	24,0	3,0
Traslado pintado - prueba de operatividad	9,0	14,0	12,0	18,0	15,0	12,0	8,0	6,0	12,0	14,0	12,0	1,5
										LT	84,0	160,5

Anexo 3: Estudio de tiempos del proceso futuro de preentregas de montacargas

Proceso de Pre-entregas	Tiempos (minutos)										Promedio (minutos)	Promedio (horas)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Tiempo de cambio de modelo (TM)												
Lavado	5,5	9,8	10,1	9,5	10,6	12,4	5,6	7,0	10,1	8,0	8,9	0,1
Revisión de máquina	7,0	10,4	10,4	11,4	11,7	10,1	12,8	7,7	13,0	10,9	10,5	0,2
Acondicionamiento de máquina	10,7	9,2	11,1	8,4	10,4	10,5	6,7	10,9	11,7	8,2	9,8	0,2
Pintado	7,3	5,1	7,2	9,3	8,7	12,2	6,6	5,3	7,3	8,6	7,8	0,1
Prueba de operatividad	7,0	7,3	8,7	7,1	8,1	11,7	8,5	6,4	7,2	8,6	8,1	0,1
										TM	45,0	0,7
Tiempo de valor agregado (VA)												
Lavado	36,8	32,2	38,1	35,3	34,1	47,2	30,2	46,1	40,4	36,9	37,7	0,6
Revisión de máquina	314,0	382,5	365,6	304,6	389,0	353,8	410,1	330,2	331,1	334,4	351,5	5,9
Acondicionamiento de máquina	191,5	218,2	218,1	158,2	169,4	215,9	166,1	160,4	158,4	165,6	182,2	3,0
Pintado	727,2	819,2	747,5	817,8	843,1	766,8	780,4	720,2	783,5	737,6	774,3	12,9
Prueba de operatividad	50,1	53,5	53,1	41,0	45,4	40,2	43,4	58,2	35,0	41,6	46,2	0,8
										VA	1391,9	23,2
Tiempo de espera (LT)												
Almacén	3521,7	3039,5	3191,9	3446,2	3506,5	3127,9	3527,0	3375,6	3279,3	3413,3	-	3342,9
Traslado almacén - lavado	6,9	7,7	5,6	5,2	6,6	4,0	5,0	7,0	7,4	4,9	-	6,0
Traslado lavado - revisión de máquina	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0
Traslado revisión de máquina - acondicionamiento de máquina	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0
Traslado acondicionamiento de máquina - pintado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0
Traslado pintado - prueba de operatividad	9,8	9,2	9,6	10,5	8,2	10,5	8,0	8,2	9,4	9,8	-	9,3
										LT	-	3358,2