

**PLAN DE MEJORAMIENTO DE PROCESOS OPERATIVOS EN EL ÁREA DE
TABLEROS DE MADERA: INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA
Y ESTRUCTURACIÓN DOCUMENTAL EN UNA EMPRESA DEL SECTOR
FERRETERO**

KEVIN FABIÁN VÉLEZ SOLARTE

SERGIO HERNÁN LÓPEZ AYALA

PROYECTO DE GRADO

DIRECTOR: MG. NATHALY MARTÍNEZ ESCOBAR

INGENIERÍA INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD DEL VALLE

INGENIERÍA INDUSTRIAL

GUADALAJARA DE BUGA

2025

**PLAN DE MEJORAMIENTO DE PROCESOS OPERATIVOS EN EL ÁREA DE
TABLEROS DE MADERA: INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA
Y ESTRUCTURACIÓN DOCUMENTAL EN UNA EMPRESA DEL SECTOR
FERRETERO**

KEVIN FABIÁN VÉLEZ SOLARTE

SERGIO HERNÁN LÓPEZ AYALA

Proyecto de grado para optar al título de ingeniero industrial

DIRECTOR: MG. NATHALY MARTÍNEZ ESCOBAR

INGENIERÍA INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD DEL VALLE

INGENIERÍA INDUSTRIAL

GUADALAJARA DE BUGA

2025

Nota de aceptación

Firma del director

Jurado

Agradecimientos

Damos especiales agradecimientos a nuestras familias por su apoyo incondicional y acompañamiento a todo nuestro proceso, de la misma manera, agradecemos también a quienes de una u otra manera estuvieron involucrados en nuestro proceso formativo, cuerpo docente, director de trabajo de grado, amigos y a todos aquellos que de una u otra forma nos brindaron consejos, así como voces de aliento para terminar este proceso de la mejor manera; por ultimo y no menos importante agradecemos a dios, que siempre nos ha acompañado y vela por nuestro futuro. Para todos los involucrados muchas gracias por todo.

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, por su apoyo comprensión y acompañamiento, al igual a la empresa Tableros de Madera, quienes nos permitieron conocer y entender el funcionamiento de la compañía, así como su equipo de trabajo, para ellos agradecemos y dedicamos este trabajo. También queremos dedicar este trabajo a quienes nos brindaron consejo, apoyo y sabiduría para culminar cada aspecto de esta investigación, para todos muchas gracias y les dedicamos este trabajo.

Resumen

Los planes de mejoramiento continuo son herramientas fundamentales en la construcción de compañías sólidas, empresas con visión a futuro y principalmente organizaciones que proyectan su competitividad para motivar y crecer a la par del mercado que en la actualidad es bastante competitivo; por lo tanto este estudio estableció su objetivo en el proceso de diseñar un plan de mejoramiento para los procesos operativos de las áreas en la empresa Tableros de Madera de la ciudad de Guadalajara de Buga con base en la construcción de herramientas de ingeniería industrial que optimicen la eficiencia y eficacia, reduciendo los errores favoreciendo la trazabilidad operativa. A razón de lo anterior, se estableció una metodología con un enfoque cualitativo de alcance descriptivo que se sustenta en el análisis de procesos, con levantamientos de información de campo a través de un mapeo de flujo de valor (VSM) y herramientas de mejora Lean Manufacturing. Dentro de los resultados más destacables se evidencian cuellos de botella, tiempos muertos y errores humanos de digitación de medidas, al igual que la desorganización de los espacios de trabajo, en consecuencia de estas condiciones se estableció una propuesta técnica basada en el diseño de un sistema de mejora basado en las 5s, Heijunka y Poka Yoke, que esta acompañado de documentos estandarizados, instructivos de trabajo y una lista de verificación, así como una estrategia de capacitación para los empleados. De la misma manera se brinda un cronograma de implementación progresiva dividido por fases, recursos necesarios y responsables. Aunque la propuesta no fue implementada, se concluye que el modelo diseñado es aplicable y pertinente, ya que permite transformar el sistema operativo artesanal hacia una lógica de producción eficiente, adaptable, con capacidad de autogestión y mejora continua.

Palabras clave: Planes de mejora, lean Manufacturing, estandarización, herramientas de ingeniería.

Abstract

Continuous improvement plans are fundamental tools for building strong, forward-thinking companies, and especially organizations that project their competitiveness to motivate and grow alongside today's highly competitive market. Therefore, this study focused on designing an improvement plan for the operational processes of the company's areas at Tableros de Madera in Guadalajara, Buga. This plan is based on the development of industrial engineering tools that optimize efficiency and effectiveness, reducing errors, and promoting operational traceability. Therefore, a methodology was established with a qualitative approach and a descriptive scope based on process analysis, with field data collection through value stream mapping (VSM) and Lean Manufacturing improvement tools. Among the most notable results were bottlenecks, downtime, and human errors in inputting measurements, as well as disorganized workspaces. As a result of these conditions, a technical proposal was established based on the design of an improvement system based on the 5S, Heijunka, and Poka Yoke principles. This system is accompanied by standardized documents, work instructions, a checklist, and an employee training strategy. A progressive implementation schedule is also provided, divided by phases, with necessary resources and responsible parties. Although the proposal was not implemented, it is concluded that the designed model is applicable and relevant, as it allows the artisanal operating system to be transformed into an efficient, adaptable production system with the capacity for self-management and continuous improvement.

Keywords: Improvement plans, lean manufacturing, standardization, engineering tools.

Tabla de Contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
2.1 Pregunta de investigación	7
3. JUSTIFICACIÓN	8
4. MARCO TEÓRICO.....	10
4.1 Marco conceptual	10
4.2 Estado del arte	13
5. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	15
5.1 Objetivo general	15
5.1.1 Objetivos específicos	15
6. METODOLOGÍA.....	16
6.1 Tipo de metodología.....	16
6.2 Fuentes de información	16
7. RESULTADOS.....	20
7.1 Ejecución del objetivo 1.....	20
7.1.1 Proceso de producción.....	21
7.1.2 Área de ventas	21
7.1.3 Área de pagos	22
7.1.4 Área de corte y enchape	23
7.1.5 Caracterización y tipificación de los procesos en la empresa	26
7.1.6 Construcción VSM actual	25
7.2 Ejecución objetivo 2	28
7.2.1 Estrategias de abordaje para el VSM actual	28
7.2.2 Propuesta VSM futuro	36
7.3 Ejecución objetivo 3	32
7.3.1 Estructuración documental necesaria para estandarizar procesos	32
7.3.2 Diseño de documentación clave.....	33
7.3.3 Herramientas de la estructuración documental	34
7.4 Ejecución objetivo 4	41
7.4.1 Etapas de implementación	41

7.4.2 Asignación de responsables y recursos requeridos para la implementación	43
7.4.3 cronograma de ejecución	46
8. DISCUSIÓN	48
9. CONCLUSIONES.....	51
10. BIBLIOGRAFÍA	53
Anexos	59

Índice de tablas

Tabla 1. Quejas recibidas en el buzón de sugerencias de la empresa ferretera.....	4
Tabla 2. Estado del arte	13
Tabla 3. Cálculo tiempos de observación.....	22
Tabla 4. Criterios del sistema valorativo Scoring	29
Tabla 5. Valoración scoring según criterios ponderados.....	31
Tabla 6. Observaciones de la selección de estrategias	32
Tabla 7. Comparativo de empresas del sector construcción de cocinas.....	34
Tabla 8. Comparación VSM actual vs VSM futuro	32
Tabla 9. Formato Checklist 5s.....	38
Tabla 10. Verificación física	39
Tabla 11. Sistema de validación cruzada.....	39
Tabla 12. Validación cruzada para ingreso de medidas.....	39
Tabla 13. Formato de programación de producción.....	40
Tabla 14. Recursos requeridos para la implementación del plan de mejora	43
Tabla 15. Contenidos temáticos capacitación	45
Tabla 16. Cronograma de capacitaciones.....	46

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de Pareto sobre quejas percibidas del buzón	5
Figura 2. Esquema de la metodología.....	17
Figura 3. Diagrama de flujo área de ventas	22
Figura 4. Diagrama de flujo área de pagos	23
Figura 5. Diagrama de flujo área de corte y enchape.....	24
Figura 6. FODA	25
Figura 7. Plano de cocina semi integrales.....	26
Figura 8. Representación visual VSM actual.....	27
Figura 9. VSM futuro propuesto	32
Figura 10. SIPOC clientes externos	35
Figura 11. SIPOC corte de laminas.....	36
Figura 12. SIPOC actividades en área de corte	36
Figura 13. SIPOC área de enchape	37

Índice de anexos

Anexo A. Tiempos de observación.....	59
Anexo B. Ritmos de trabajo.....	60
Anexo C. Calculo Takt Time (VSM).....	60
Anexo D. Observación (VSM futuro) cálculos	61
Anexo E. Presupuesto de implementación.....	62
Anexo F. Modelo tarjeta visual Kanban para madecantos	63
Anexo G. Formatos POE de funciones y verificaciones	64
Anexo H. Formato de orden de corte	70
Anexo I. Formato lista de corte	70
Anexo J. Formato inspección de corte	70
Anexo K. Formato pre-uso de la sierra de corte.....	70
Anexo L. Configuración de enchapado	71

1. INTRODUCCIÓN

Para gestionar eficazmente las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) en Colombia se hace indispensable pensar su nivel de relevancia para la economía nacional, dado su papel protagónico en la generación de empleo y en la dinámica productiva del país (Rodríguez, 2021). Sin embargo, enfrentan diversos desafíos para mantenerse competitivas y sostenibles en un entorno empresarial cambiante y exigente. Se sabe que, la mejora continua es necesaria para la supervivencia económica de la regiones bajo las condiciones de la economía global, convirtiéndose de esta manera en objetivo buscado por las empresas, considerando esto como una ventaja competitiva en el mercado sobre las demás empresas (Yáñez & Yáñez, 2012), además, es un enfoque de gestión que se centra en la optimización constante de los procesos, productos y servicios mediante la implementación de cambios incrementales y sostenidos, involucrando a todos los niveles de la organización para elevar la eficiencia, la calidad y la satisfacción del cliente.

El presente estudio se centró en el caso de una empresa del sector ferretero, que cuenta con una amplia trayectoria en la comercialización de productos ferreteros y materiales de construcción en la ciudad de Buga. En este sentido, se realizó una revisión de la situación actual, encontrándose diferentes dificultades internas que pueden afectar significativamente el funcionamiento interno de la empresa, entre ellos se destacan las deficiencias en la parte documental, falta de procesos estandarizados, errores en los canales de comunicación y falta de indicadores de desempeño, entre otros.

La empresa cuenta actualmente con un activo valioso como lo es el canal de retroalimentación a través de un buzón de sugerencias, se evidencia faltas de atención a través de sistemas formales para identificar y abordar áreas de mejora críticas. Sin embargo, se detectó que el 43% de las quejas recibidas por parte de los clientes se asocian a procesos misionales u operativos, por lo cual resultó importante enfatizar las iniciativas de mejora en estas áreas. Así como la realización de un marco estructurado y documentado que permitió mejorar la gestión de sus procesos siguiendo los lineamientos de la Norma ISO 9001:2015 (Leiva, Soler, & Molina, 2016) e implementando herramientas ingenieriles para la mejora continua y la optimización

de un sistema de producción mediante la proposición de las herramientas presentes en la filosofía Lean Manufacturing (Vargas-Hernández, Muratalla-Bautista, & Castillo, 2018).

Este proyecto se centró en el desarrollo de un plan de mejoramiento de procesos operativos en una empresa del sector ferretero mediante la integración efectiva de herramientas de ingeniería y la estructuración documental, con el fin de mejorar la calidad de sus procesos, productos y servicios, incrementar la satisfacción del cliente y fortalecer su posición competitiva en el mercado.

La empresa cuenta con dos procesos misionales principales. El primero se enfoca en la compra y venta de artículos ferreteros, proporcionando una amplia gama de productos esenciales para la construcción y el mantenimiento. El segundo proceso misional, abarca la comercialización de tableros de madera para muebles y arquitectura de interiores, así como la provisión de maderas y complementos para carpintería y ebanistería. Este último proceso, dedicado a la arquitectura de interiores y sus servicios asociados, es de particular interés y relevancia para el presente documento.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las micro, pequeñas y medianas empresas en Colombia son un componente importante en la economía del país, según Rodríguez (2021) “gracias al liderazgo que ejercen como unidad productiva y de generación de empleos formales, volviéndose indispensable el crecimiento y la permanencia de este tipo de empresas en el mercado” (p. 22). Por consiguiente, representa un reto diario el mantener estas unidades productivas en circulación constante, incorporando los Sistemas de Gestión de Calidad (SGC) como pilares constitutivos dentro de las estrategias corporativas, en aras de fomentar el crecimiento y la productividad (Rodríguez, 2021).

Con base en lo anterior, las pymes a menudo no implementan herramientas de mejora continua por falta de conocimiento sobre sus beneficios confiando en su experiencia acumulada, que les ha permitido mantener sus negocios a flote, no dimensionando el potencial de estas herramientas para optimizar sus procesos y alcanzar un mayor éxito. Esta resistencia a adoptar nuevos instrumentos las lleva a depender únicamente de su experiencia adquirida, lo que puede limitar su capacidad para enfrentar los desafíos del entorno empresarial actual.

La empresa en la cual se centró este proyecto fue fundada en el año 2013 y está establecida en el sector ferretero en la ciudad de Buga. Ha logrado posicionarse como un proveedor confiable de productos para la construcción y el hogar. La empresa se estructura en dos áreas principales: La primera es el área de ferretería, que ofrece materiales de construcción, herramientas, pinturas y otros artículos relacionados; y la segunda es el área de tableros de madera, esta abarca la comercialización y procesamiento de tableros de RH (Resistente a la humedad), MDF y Trípex para muebles y arquitectura de interiores para el sector de la carpintería.

La empresa dispone de un equipo de 18 trabajadores directos, responsables de llevar a cabo las funciones esenciales para el funcionamiento de la organización. En períodos de mayor demanda, es posible incrementar el número de empleados para asegurar el cumplimiento de las tareas requeridas.

La empresa en el área de ferretería, ha podido establecer un tipo de reputación sólida debido a su variedad y calidad en los productos que oferta, de la misma manera el servicio al cliente; sin embargo existen dificultades que ponen en juego la operatividad

y comprometen la calidad de los servicios prestados, esto tiene consecuencias en la eficiencia directamente y la satisfacción del cliente.

Así mismo, la empresa no solo se encarga de la venta de láminas de manera, también se encarga del corte y enchape de las mismas, dependiente de las especificaciones de los clientes. El proceso, por tanto, consta de varias etapas entre las cuales está la recepción de los pedidos, los cortes de las láminas según medidas solicitadas, enchapes, pegado de canto y entregas de los pedidos. A pesar de todas estas características se presentan procesos de insatisfacción de los clientes generando de esta manera pérdidas económicas para la empresa.

Si bien, la empresa carece de indicadores formales que permitan identificar los errores más recurrentes, cuenta con un buzón de sugerencias que, pese a no haber sido revisado durante al menos 3 meses, se convierte en una fuente valiosa de información. Al analizar las quejas y comentarios allí depositados por clientes y colaboradores, se obtuvieron datos sobre las principales falencias y problemas que aquejan en los procesos y servicios de la empresa. Esta información sirvió como punto de partida para priorizar las áreas críticas a abordar.

Tabla 1. Quejas recibidas en el buzón de sugerencias de la empresa ferretera

Tipo de quejas	Frecuencia	Porcentaje acumulado	Área de la empresa
Piezas de madera faltantes	25	29%	Área de tableros de madera
Piezas sin enchape	18	51%	Área de tableros de madera
Cortes incorrectos	15	68%	Área de tableros de madera
Demoras excesivas en la entrega de pedidos	7	76%	Área de ferretería / Área de tableros de madera
Largas filas y tiempos de espera en la caja	6	84%	Área de ferretería
Errores en las facturas o documentación de los pedidos	5	89%	Área de ferretería / Área de tableros de madera
Falta de inventario en alguna referencia	5	95%	Área de ferretería

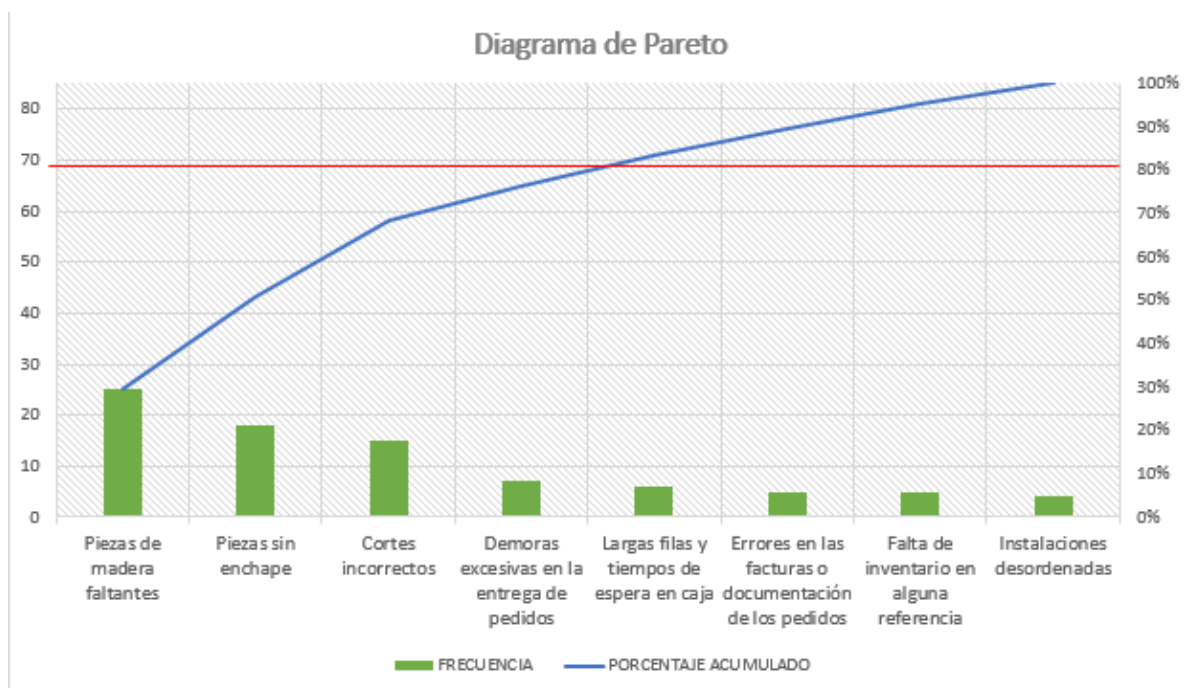
Instalaciones desordenadas	4	100%	Área de ferretería / Área de tableros de madera
----------------------------	---	------	---

Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos en la tabla 1: Quejas recibidas por parte del buzón de sugerencias en la empresa del sector ferretero se procedió a realizar un Diagrama de Pareto para identificar el 20% de las quejas que representan el 80% de los problemas de la empresa.

Como se muestra en la figura 1 el diagrama de Pareto arrojó que de 8 quejas recibidas en el buzón, las tres primeras categorías de problemas (piezas de madera faltantes, piezas sin enchape y cortes incorrectos) constituyen la mayoría de las quejas, alrededor del 68% del total, además es importante recalcar que estos vienen del área de tableros de madera y estos ocurren durante los procesos operativos (Corte, enchapado y entrega) que se realizan en esta área, es por esto que se tomó la decisión de centrar este trabajo en el área de tableros de madera.

Figura 1. Diagrama de Pareto sobre quejas percibidas del buzón



Fuente: Elaboración propia

El diagrama de Pareto, mostrado en la figura 1, revela que, de las 8 quejas recibidas en el buzón, las tres principales categorías de problemas (piezas de madera faltantes,

piezas sin enchape y cortes incorrectos) constituyen aproximadamente el 68% del total de quejas, por lo tanto, se identifica que los problemas principales provienen del área de corte, enchapado y entrega del pedido.

También se entrevistó a la dueña de la empresa quien manifiesta que el área de corte y enchapado representa un alto índice de porcentaje de desperdicios y se cometen varios errores. Adicionalmente se manifiesta que el área de producción a veces se detiene por no tener claridad en las acciones que deben de seguir repesando de esta manera los pedidos, ya que son devueltos por partes faltantes, permitiendo demostrar la necesidad de oportunidades de mejora en dicha área. En este sentido, analizando el diagrama de Pareto de quejas recibidas y la entrevista con la gerente de la empresa se establecen elementos problemáticos dentro de la compañía que retrasan las labores y se relacionan directamente con los tiempos en producción y la afectación en las actividades ejecutadas dentro del proceso productivo, según las evidencias se mencionan aspectos relacionados con la ejecución de labores generando errores que atrasan los pedidos y generan una desorganización en los ciclos productivos de la compañía, así como imprecisiones a la hora de entregar los pedidos, principalmente en el área de tableros de madera (Ver figura 1).

Adicional a esto para encauzar la necesidad sentida de los clientes dentro del propio diagnóstico, se tomó como fuente primaria de la problemática el buzón de sugerencias y se realizó una depuración ya que la empresa tenía dificultades para generar indicadores formales de seguimiento y el buzón de sugerencias tampoco había sido revisado durante 3 meses lo que impedía la notificación del error que se estaba cometiendo. A razón de lo anterior se consolidó la información en el diagrama de Pareto, estableciéndose prioridades del 20% de las categorías relacionadas con quejas como piezas faltantes, piezas sin enchape y cortes incorrectos. Esto permitió identificar lo que ya se había mencionado en la explicación del diagrama dando un resultado de áreas problemáticas como corte y enchapes

Ante esta necesidad, es crucial que todas las acciones de mejora se documenten de manera ordenada. En este contexto, la estructura que plantea la norma ISO 9001 representa una gran oportunidad para la empresa. Por lo mencionado anteriormente, se decidió centrar este trabajo en el área de tableros de madera.

2.1 Pregunta de investigación

¿Cómo puede estructurarse un plan de mejoramiento de los procesos operativos en el área de comercialización de tableros de madera en una empresa del sector ferretero mediante la integración de herramientas de ingeniería y una adecuada gestión documental?

3. JUSTIFICACIÓN

El mercado de la transformación de la madera aportó al PIB de Colombia alrededor de \$1,2 billones de pesos en el año 2016, por tanto, la identificación de las actividades que agregan valor al proceso de producción se vuelve ideal en todas las empresas del sector, sin importar si la empresa es un gran productor o si por el contrario estamos hablando una de las cientos de pequeñas y medianas empresas (PYMES) que se encuentran en el sector, las cuales tienen una participación en el mercado del 8,1% (Cuadros & Vásquez, 2018); segmento de mercado en el cual se encuentra la empresa caso de estudio.

Entrando más en materia, el Lean Manufacturing, más que un simple modelo de gestión, se ha convertido en un tipo de filosofía dentro del sector industrializado, ya que mediante diferentes herramientas establece la eliminación o mitigación de las actividades que no añaden un valor extra al proceso de producción, por consiguiente, su finalidad es la optimización de diferentes procesos en las organizaciones (León et al., 2022).

Es importante destacar que la implementación de este tipo de herramientas genera resultados confiables y efectivos para las empresas que hacen uso de ellas, para ello se evidencia la utilidad que trae consigo su aplicación (Vergara et al., 2014):

- Beneficios cuantitativos, ya que, a partir de la implementación de lean Manufacturing, se pueden reducir los tiempos perdidos por actividades que no agregan valor al proceso.
- Beneficios cualitativos, permitiendo mejorar los ambientes de trabajo, gracias al aumento de la cultura de trabajo en equipo y el sentido de pertinencia como un proceso conjunto.

Por otra parte, la estructura documental de un sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2015 aporta beneficios potenciales para una organización que se describen por la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, (2021), las cuales son:

- Capacidad para producir productos y servicios que cumplan las expectativas de los clientes.
- Facilidad para ofrecer oportunidades en el aumento de la satisfacción del cliente.
- Abordaje de riesgos y oportunidades a contextos y objetivos.

Es por tanto que, la combinación de la estructura documental de un sistema de gestión de la calidad (ISO 9001:2015) y el uso de herramientas de mejora ofrece a la empresa que se desea intervenir la oportunidad de mejorar su desempeño global, fortaleciendo su competitividad en el mercado y garantizando la satisfacción tanto de clientes como de partes interesadas internas y externas.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Marco conceptual

Calidad:

Se concibe como calidad al concepto ofrecido por Cubillos y Rozo (2009), que manifiestan que la calidad se contempla en la ejecución de actividades de forma correcta o “bien elaborado”, haciendo uso de herramientas que le permitan ejecutarlo de la mejor manera posible, proporcionándole ventajas sobre otro tipo de productos o servicios de los competidores.

Sistema de gestión:

Desde la perspectiva de Mera (2024) el sistema de gestión es descrito regularmente como un sistema de organización, para garantizar efectos de fluidez constante dentro de los procesos permitiendo lograr objetivos y metas dadas en indicadores respondiendo a ciclos como el PDCA.

Documentación ISO 9001:2015:

Según el autor Cortes (2017) la documentación ISO 9001:2015 basa un sistema de calidad documentado, presentado a manera de manual escrito estableciendo términos para la gestión dentro de los cuales se mencionan:

- Hallazgos
- Acción correctiva
- Acción Preventiva
- Eficiencia
- Eficacia

Diagrama SIPOC:

Para Huertas et al., (2021) el SIPOC representa el flujo de los proveedores, insumos, procesos, resultados y clientes, por consiguiente, los mapas SIPOC representan un resumen detallado de aspectos claves dentro de la relación de la empresa con su entorno, contemplando tanto a sus proveedores como sus clientes, aquí también

incluyen los procesos dentro de la empresa, sus sistemas de relaciones y también la calidad de sus acciones en la ejecución de sus actividades.

Metodología 5W 2H:

La 5W2H es una metodología ya conocida que tiene como objetivo ayudar en la creación de planes de acción eficientes. Con los planes de acción creados por este método, es posible tomar mejores decisiones y comprender mejor lo que se debe hacer para resolver un problema o implementar un nuevo proceso (Fonseca et al., 2015).

Diagrama Pareto:

Para Gonzáles (2017) el diagrama de Pareto manifiesta los aspectos principales para conseguir los objetivos de problemas predeterminados, estableciendo factores prioritarios que facilitan los resultados positivos para las organizaciones.

Análisis FODA

Los análisis DOFA evalúan factores en términos de debilidades y fortalezas, así como elementos que permiten el diagnostico de situaciones internas y externas que se evidencian en oportunidades y amenazas (Talancón, 2007)

Metodología AMEF

Esta metodología permite medir la confiabilidad de los equipos, según Hernandez y Pérez (2017), también mide o evalúa las fallas en productos y servicios, así como procesos, sistemas entre otros, permitiendo clasificar de manera objetiva para identificar las causas y probabilidades, facilitando los procesos de prevención y las fallas futuras.

Lean Manufacturing

Se entiende como Lean Manufacturing la eliminación de tiempos muertos o despilfarro de recursos, a través de herramientas como el 5S, Kanban, Heijunka, Seikan, entre otros. En este sentido, el Lean representa una filosofía basada en el control de la mejora continua, la eliminación del desperdicio y aprovechamiento de todo el potencial disponible (Rajadell & Sánchez, 2010).

5'S

Las 5S representan según Correa (2007) la creación y sostenimiento de áreas de trabajo organizadas, limpias, seguras y eficientes. En este sentido es una metodología pensada para la eficiencia y eficacia desde los modelos aplicativos de los puestos de trabajo.

SMED (Single Minute Exchange of Die – Cambios rápidos)

Desde la perspectiva de Jauregui y Soler (2017), se concibe como un método o un conjunto de técnicas para reducir los tiempos de preparación de la maquinaria, en este sentido el método evita los métodos de preparación extensivos y optimiza el tiempo productivo.

TPM (Mantenimiento Total Productivo, Total Productive Maintenance)

Desde la perspectiva de Villava (2008) se trata de un instrumento compuesto por una serie de actividades estructuradas que, una vez implementadas, potencian la competitividad de una entidad industrial o de servicios. Además, facilita la diferenciación de una organización en comparación con sus competidores debido a su influencia en la disminución de costos, la optimización de los tiempos de respuesta, la confiabilidad de los suministros, el conocimiento humano y la calidad de los productos y servicios finales (Villalva, 2008).

VSM

El Valor Stream Mapping (VSM) es un método creado bajo el modelo de producción ajustada con el objetivo de asistir a las pequeñas y medianas empresas en la optimización de sus procesos de producción (Cantó & Gandía, 2019).

4.2 Estado del arte

Tabla 2. Estado del arte

AUTOR	NOMBRE DEL TRABAJO	QUÉ REALIZÓ	POR QUÉ SE HIZO
Ileana Gloria Pérez Vergara, Natalia Marmolejo, Ana Milena Mejía, Mauricio Caro, José A. Rojas (2014)	Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una Empresa de Confecciones	Diseñar un plan de acción mediante el uso de herramientas de lean Manufacturing.	Establecer mejoras continuas mediante las herramientas de la Manufactura esbelta.
Parra Morales, Riascos (2017)	Propuesta de implementación del sistema de gestión de calidad ISO 9001:2015, aplicable para la empresa arquitectos DCA S.A.S.	Diseñar una propuesta de modelo de gestión basado en la norma ISO 9001:2015 en la empresa Arquitectos DCA S.A.S.	Contribuir al desempeño correcto de los procesos y sirva obtener la certificación en calidad.
Whiny Alejandra Escobar Pizarro, Nathalia Ocampo Vargas (2018)	Propuesta de aplicación de herramientas lean service para el mejoramiento en el servicio de laboratorio clínico para una IPS ubicada en Guadalajara de buga	proponen el uso de herramientas del lean enfocados al servicio para una IPS	Establecer una propuesta de mejora en el proceso del servicio de exámenes de laboratorio.
Martha Sofía Carrillo Landazábal, Carmen Giarma Alvis Ruiz, Yaniris Yaneth Mendoza Álvarez, Harold Enrique Cohen Padilla (2018)	Lean Manufacturing: 5s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia	Este estudio realiza una propuesta de implementación basada en el uso de herramientas de mejora continua, para mejorar los procesos y obtener beneficios de la optimización de los recursos.	Implementar el Lean Manufacturing que mejoren la confiabilidad de procesos, promoviendo la búsqueda del beneficio mutuo.
Gómez Méndez (2018)	Diseño de un modelo para la implementación de un Sistema de Gestión de Calidad, en la oficina asesora jurídica de la Alcaldía Municipal de Guadalajara de Buga, según la Norma ISO 9001:2015	Modelo de gestión de calidad enfocado en la oficina de asesoría jurídica de la alcaldía Municipal de Guadalajara de Buga	Certificar de procesos en la oficina jurídica.
Suarez Villa (2019)	Diseño de un Sistema de Gestión de Calidad basado en la Norma ISO 9001:2015 para la Empresa S & S, Servicios y Suministros de Ingeniería Ltda.	Propone un diseño de sistema de gestión de la calidad basado en la norma ISO 9001:2015	Brindar a la empresa el alcance de estándares, de eficiencia y eficacia empresarial.

Bruno Rolando Pacheco Rodríguez (2021)	Implementación de un sistema de gestión de calidad aplicando la norma ISO 9001:2015 para mejorar la gestión administrativa de la Empresa Naylamp Ingenieros S.A.C	Propone la Implementación del Sistema de Gestión de la Calidad aplicando la Norma ISO 9001:2015 en la empresa Naylamp Ingenieros S. A. C.	Mejorar la gestión administrativa de la empresa Naylamp Ingenieros S. A. C.
Rosa Nathaly Lay De León, Ana Julia Acevedo Urquiaga, José Antonio Acevedo Suárez (2022)	Guía para la aplicación de una estrategia de mejora continua	Implementan una guía para identificar falencias tales como: el orden, la limpieza, la disciplina, entre otras. Se destaca como resultado principal la disminución de gastos al eliminar las malas prácticas y/o los reprocesos.	Crear una guía para la aplicación de la técnica japonesa Lean Manufacturing.
Aguiar Agramonte, Gómez García, García Reyes, Guerrero (2022)	Diseño e implementación de un sistema de gestión de la calidad para la producción de radiofármacos en el Centro Especializado Diagnóstico y Terapia	Propone diseñar e implementar un sistema de gestión de calidad en un centro especializado diagnóstico y terapia	Implementar documentación de la misión, visión, política y objetivos del sistema de calidad, la identificación y documentación de los procesos y otros aspectos del sistema de gestión para la obtención de radiofármacos de calidad.
Páez García (2022)	Propuesta de implementación documental del sistema de gestión de calidad de la empresa El Sitio del Chontaduro bajo la Norma ISO 9001:2015	Implementación documental del sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2015	Mejorar la calidad de los productos de la empresa para obtener estándares más altos de servicio al cliente, además de presentar una mejora continua en todos sus procesos.

Fuente: Elaboración propia.

5. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

5.1 Objetivo general

- Diseñar un plan de mejoramiento de los procesos operativos en el área de tableros de madera para una empresa del sector ferretero mediante la integración de herramientas de ingeniería y la estructuración documental.

5.1.1 Objetivos específicos

- Analizar los procesos operativos actuales identificando oportunidades de mejora, mediante la revisión de procedimientos, tiempos y recursos utilizados en el área de tableros de madera.
- Asociar herramientas de mejora adecuadas a las necesidades identificadas, evaluando y seleccionando metodologías de ingeniería que mejoren los procesos operativos.
- Realizar la estructuración documental necesaria para estandarizar los procesos, con el fin de definir claramente los pasos a seguir y se establezcan protocolos consistentes y replicables.
- Generar un plan detallado de implementación, que incluya las herramientas de mejora seleccionadas y la estructura documental propuesta, especificando etapas, responsables, recursos y cronograma para asegurar una ejecución efectiva.

6. METODOLOGÍA

6.1 Tipo de metodología

El estudio que se propuso para diseñar el plan de mejoramiento de los procesos operativos en el área de tableros de madera fue de tipo mixto (cualitativo y cuantitativo), permitiendo obtener una visión integral de la situación actual, identificar oportunidades de mejora, evaluar las herramientas de ingeniería y la estructura documental necesaria para estandarizar y optimizar los procesos. Con el enfoque cualitativo se utilizaron entrevistas al personal de área en los procesos operativos permitiendo identificar problemas y posibles oportunidades donde se puede mejorar. A razón de lo anterior, según Hernandez et al., (2008) manifiesta que el enfoque cuantitativo tiene implicaciones relacionadas con la recopilación de información y análisis de datos números sobre los tiempos y procesos, así como las tasas de errores y otro tipo de indicadores que sirven para evaluar el desempeño de las áreas y trabajadores.

6.2 Fuentes de información

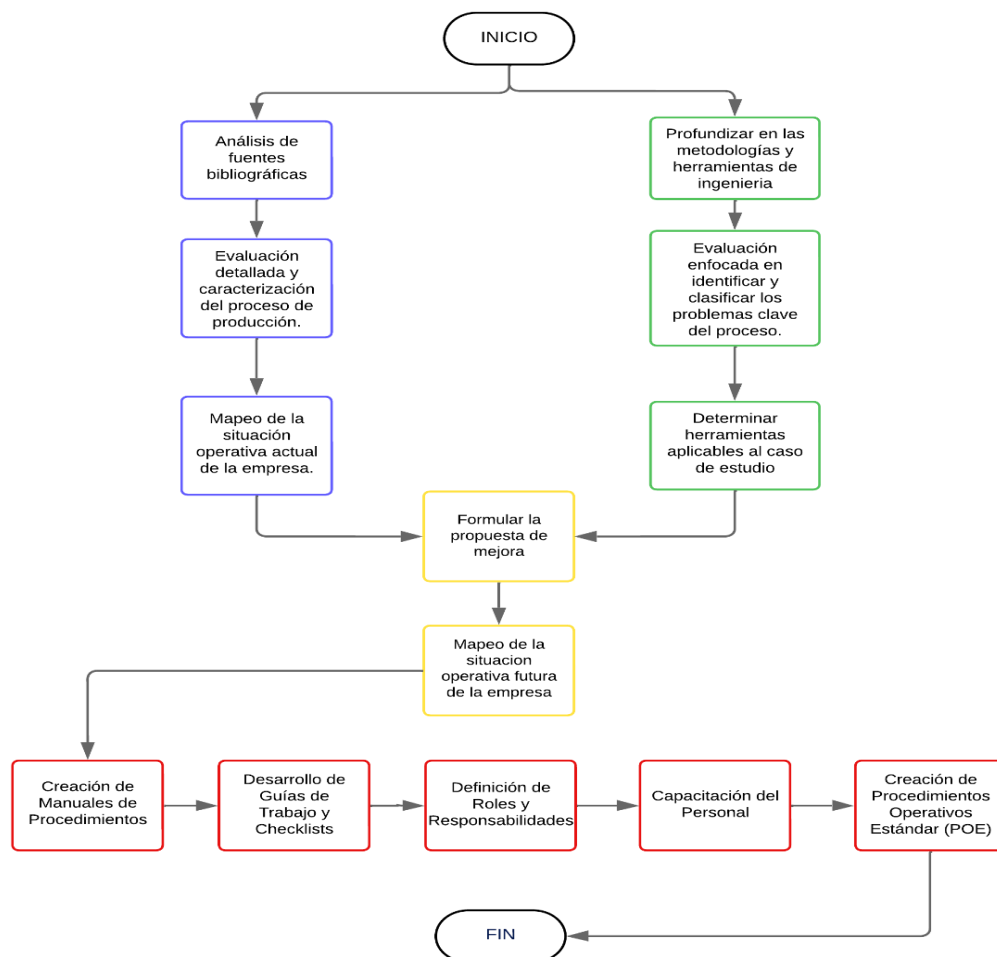
Fuentes primarias de información: Estas se refieren a aquella información obtenida mediante el contacto directo con la población objeto de estudio, en este sentido se considera como fuente primaria de información la observación de las condiciones operativas de la empresa, así como el diagnóstico de los principales problemas y la situación actual del área de tableros de madera. Esto se realizó a través de encuestas sobre la percepción del personal involucrado en los procesos operativos y entrevistas a los responsables de las actividades de corte, enchapado y entrega en la empresa.

Fuentes secundarias de información: Además de la información obtenida de primera mano se hizo uso de información que ha sido previamente recopilada y documentada por otros investigadores o instituciones. Para el presente proyecto, se utilizó fuentes secundarias como publicaciones académicas sobre optimización de procesos operativos, manuales de mejores prácticas en la industria maderera, normas de calidad como ISO 9001, y estudios de caso de otras empresas del sector ferretero que han implementado herramientas de mejora. Estas fuentes proporcionaron un marco de referencia y complementarán los datos obtenidos de las fuentes primarias,

facilitando la identificación de buenas prácticas y la implementación de soluciones efectivas, a pesar de la falta de antecedentes internos en la empresa

Con el fin de lograr el objetivo general y por consiguiente los objetivos específicos propuestos en el presente documento, se planteó la siguiente metodología que estuvo ligada a cada uno de los objetivos específicos y está compuesta por las siguientes fases:

Figura 2. Esquema de la metodología



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el gráfico anterior, para desarrollar el primer objetivo se planteó un análisis de fuentes bibliográficas acerca de las herramientas del Lean Manufacturing, con el fin de identificar enfoques y metodologías que puedan ser aplicables para mejorar los procesos actuales, luego se realizó un análisis FODA enfocado en los procesos operativos detectados por el diagrama de Pareto y la entrevista con la

gerente de la compañía, lo cual permitió identificar fortalezas y debilidades internas, así como oportunidades y amenazas externas que puedan afectar el rendimiento de estos procesos. A continuación, se realizaron entrevistas a los empleados involucrados en el área de tableros de madera, con el objetivo de obtener información directa sobre los procedimientos actuales, los problemas recurrentes y sus sugerencias de mejora; esto permitió crear diagramas de flujo para visualizar cada paso del proceso. Adicional a esto la entrevista a trabajadores permitió construir el listado de las actividades que se ejecutan durante el proceso de producción desde la recepción del pedido hasta la entrega del producto final.

También, se aplicó un Mapeo de la Cadena de Valor Actual (VSM) que integró todas las etapas identificadas, brindando una perspectiva completa de cómo se distribuyen los tiempos y los recursos en cada fase del proceso. Las herramientas previamente mencionadas facilitaron la identificación de algunos problemas dentro de la cadena de valor, mientras que las entrevistas que se realizaron tanto al gerente como a los operarios permitiendo detectar otros inconvenientes adicionales.

El segundo objetivo se desarrolló con base en el diagnóstico de las condiciones actuales de la empresa, basándose en este estudio, se determinaron las herramientas de Lean Manufacturing más apropiadas para implementar, que cumplen con los requisitos y las necesidades particulares identificadas con antelación. Cada herramienta escogida facilitó la disminución de actividades que no aportan valor, como la producción excesiva, los tiempos de espera, la sobrecarga de inventarios, acciones superfluas, fallos en los procedimientos y el traslado desmedido. Así mismo, la formación de un VSM futuro que proporciona una ilustración visual del proceso optimizado, lo que simplifica la realización de la optimización.

A partir de este análisis, se identificó las herramientas de Lean Manufacturing más adecuadas para aplicar, las cuales responden a necesidades específicas detectadas previamente. Cada herramienta seleccionada permitió reducir actividades que no agregan valor, como la sobreproducción, los tiempos de espera, el exceso de inventarios, movimientos innecesarios, defectos en los procesos y el transporte excesivo. Además, la creación de un VSM del estado futuro ofrece una representación visual del proceso optimizado, lo que facilita la definición de un plan de acción para

aplicar mejoras y eliminar los desperdicios detectados, garantizando un flujo de trabajo más eficiente y alineado con los principios de Lean Manufacturing.

Para realizar la estructuración documental necesaria, se crearon manuales de procedimientos detallados para cada etapa del proceso, así como guías de trabajo y checklist (Ver anexos páginas 59 a 71) para asegurar la consistencia en la ejecución de las tareas. Se definió roles y responsabilidades claras para cada tarea dentro del proceso.

Con base en el análisis preliminar y la selección de las herramientas y metodologías de mejora que mejor se adaptaron a los procesos identificados, se crearon los procedimientos operativos estándar (POE) (Ver anexos pagina 64 a 71) y otras documentaciones necesarias para estandarizar los procesos, asegurando de que la documentación esté completa, clara y accesible para todos los involucrados, seguido a esto se dividió la implementación en etapas o fases específicas designando responsables para cada etapa o actividad del plan.

7. RESULTADOS

Para abordar la problemática planteada en anteriores apartados del documento se orientó el desarrollo de los objetivos hacia las opciones de mejora que pueden solventar las discrepancias dentro de la problemática identificada en el diagnóstico base del diagrama de Pareto (basado en el buzón de sugerencias y los indicadores) y la entrevista con la gerente general de la compañía. En consecuencia, se muestran el encausamiento del desarrollo de los objetivos tomando en cuenta las necesidades de la organización y las opciones de mejora que pueden mitigar los impactos negativos de las mismas.

7.1 Ejecución del objetivo 1

En este apartado se muestran el análisis de los procesos operativos actuales y la identificación de oportunidades de mejora mediante la revisión de procedimientos, tiempos y recursos utilizados dentro del área de tableros de madera. En este sentido en primera instancia se muestra la descripción de la empresa, tanto datos históricos como sus actividades, principalmente sus procesos de producción y necesidades que aborda. Del mismo modo, se establecen los puntos clave de los procesos productivos y sus respectivas áreas, dando lugar a un análisis de diagramas de flujo de las áreas que componen la compañía.

A razón de lo anterior, se construyó una matriz FODA en donde se evidencian las principales problemáticas de la compañía, así como sus oportunidades, fortalezas, debilidades y amenazas. Por último, se muestra la construcción del análisis VSM partiendo de los tiempos en los procesos tanto del ciclo productivo, como de las actividades, así como los tiempos de espera para identificar desperdicios que pueden ser aprovechados para proponer soluciones de mejora.

La empresa Pintu Triplex Buga es una empresa dedicada a la comercialización de productos ferreteros y al procesamiento de tableros de madera para el sector de la carpintería y la construcción. La empresa está dividida en seis áreas principales: ventas, pagos, corte, enchape, despacho y ferretería. En el área de tableros de madera, se llevan a cabo los siguientes procesos: recepción del pedido, pago de facturas, corte de láminas según las medidas especificadas por el cliente, enchape o pegado de canto y despacho de la mercancía.

Es por tanto que, los procesos son descritos de manera más detallada y se agregan sus respectivos diagramas de flujo.

7.1.1 Proceso de producción

Los diagramas de flujo que se elaborarán en este proyecto seguirán la simbología estándar definida por la ANSI (American National Standards Institute, 2024). Esta simbología incluye una serie de figuras geométricas que permiten representar de manera clara y precisa los diferentes tipos de operaciones, decisiones y procesos dentro de un sistema. Por ejemplo, los rectángulos se utilizarán para representar procesos o acciones, los rombos para decisiones que requieren una condición de sí/no, y los óvalos para indicar los puntos de inicio y fin del flujo. El uso consistente de esta simbología garantiza la comprensión universal de los diagramas, facilitando la interpretación y el análisis del flujo de información y actividades dentro del sistema.

7.1.2 Área de ventas

Inicio del Proceso: El cliente llega con las medidas especificadas para el pedido y se reúne con un vendedor.

Disponibilidad de color y calibre de la lámina: Se verifica en el software la disponibilidad del color y tipo de lámina solicitado por el cliente.

- Sí: Digitación de medidas en el software
- No: Se realiza una solicitud al área de compras para obtener la lámina necesaria.

Digitación de medidas en el software: El vendedor registra las medidas en el sistema, asegurándose de que los datos estén completos y exactos.

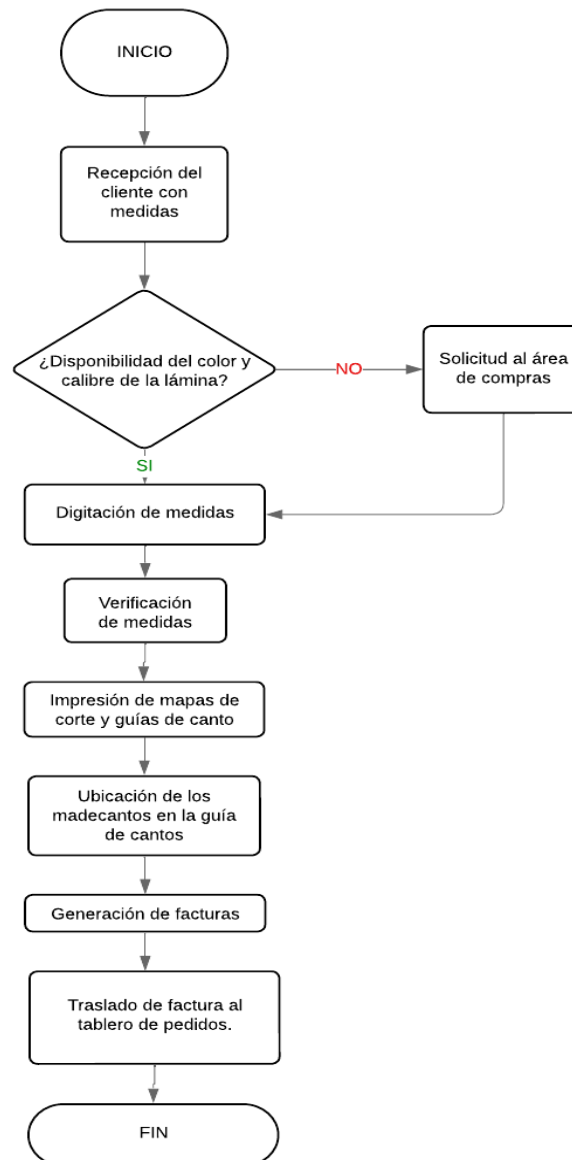
Impresión de mapas de corte y guías de canto: Se imprimen los respectivos mapas de corte y guías de cantos arrojados por el software.

Ubicación de Madecantos (bordes) en Guía: Se colocan las referencias de los madecantos en la guía de canto, especificando el tipo y ubicación en cada módulo.

Revisión final general: Se revisan junto al cliente las medidas y especificaciones para confirmar que todo esté correcto.

Generación de factura y envío a pagos: Se crea la factura de venta que incluye los mapas de corte y guías de canto y se envía al área de pagos para la gestión del cobro.

Figura 3. Diagrama de flujo área de ventas



Fuente: Elaboración propia.

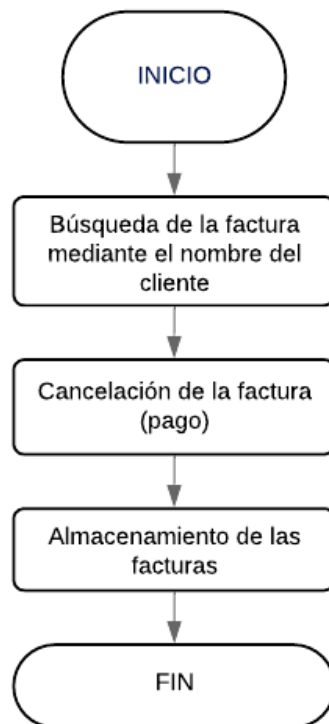
7.1.3 Área de pagos

Búsqueda de factura por nombre de cliente: Se realiza una búsqueda en el sistema de facturación utilizando el nombre del cliente como criterio de búsqueda.

Pago de factura: El cliente procede a realizar el pago de la factura en la ventanilla o mediante el método de pago disponible.

Almacenamiento de facturas: Una vez pagadas, las facturas se organizan y almacenan en una tabla cerca al mostrador

Figura 4. Diagrama de flujo área de pagos



Fuente: Elaboración propia.

7.1.4 Área de corte y enchape

Validación del mapa de corte: El operario verifica que el mapa de corte sea correcto y esté alineado con las especificaciones de la factura.

Realización de los cortes: Se realizan los cortes de acuerdo con el mapa, asegurando precisión en cada módulo.

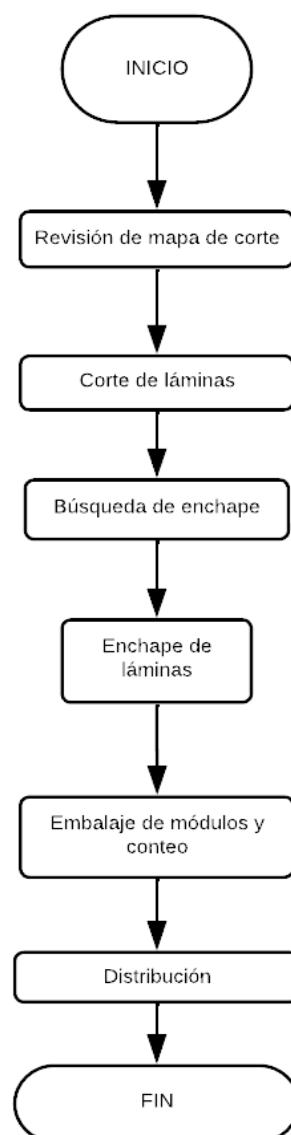
Búsqueda del canto: Se procede a buscar los cantos necesarios para el proyecto.

Proceso de canteado: Se realiza el canteado de los módulos en los lados especificados en la guía de cantos.

Embalaje y conteo de módulos recibidos: Se realiza un conteo de los módulos recibidos desde el área de enchape para verificar que coincidan con los estipulados en las guías y se procede a embalar.

Transporte y descarga de los módulos: Los módulos se cargan en el medio de transporte designado para su entrega, se realiza el traslado de los módulos al destino acordado y se descargan.

Figura 5. Diagrama de flujo área de corte y enchape



Fuente: Elaboración propia.

Conforme se ha evidenciado, se presenta el análisis FODA (Arrieta, et al. 2008) en la figura 9 mostrando las principales amenazas fortalezas, debilidades y oportunidades tanto internas como externas, estableciéndose elementos importantes como zonas de mejoras, así como procesos en las áreas productivas. A continuación, se muestran los resultados del análisis más relevante.

Figura 6. FODA

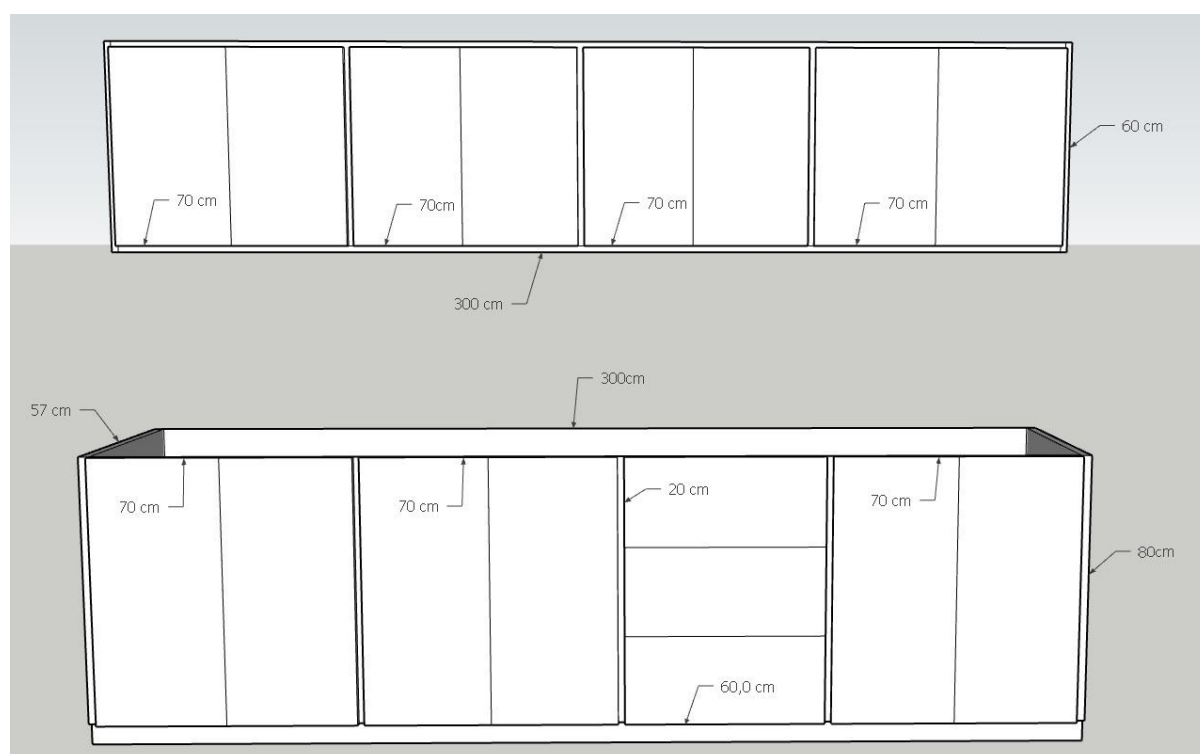
Factores Internos Factores Externos	Fortalezas	Debilidades
	F1: Amplia trayectoria de la empresa: La empresa ha logrado posicionarse como un proveedor confiable en la ciudad de Buga. F2: Amplio portafolio de productos. F3: Diversidad de proveedores. F4: Bodega con vehículos propios para distribución y almacenamiento de la materia prima.	D1: Falta de documentación formal: Actualmente, los procesos no están estandarizados ni documentados, lo que aumenta los errores y las ineficiencias. D2: Errores en procesos clave: El área de tableros de madera enfrenta problemas recurrentes como piezas faltantes, cortes incorrectos y devoluciones por productos incompletos. D3: Falta de indicadores de desempeño: La empresa carece de métricas formales para evaluar el rendimiento de sus procesos, lo que dificulta la identificación de áreas de mejora y seguimiento de resultados. D4: Dependencia de la experiencia acumulada: La empresa se basa en prácticas heredadas más que en un enfoque
Oportunidades	FO (MAXI-MAXI) ESTRATEGIAS OFENSIVAS	DO (MINI-MAXI) ESTRATEGIAS DEFENSIVAS
O1: Propuesta de Lean Manufacturing: La eliminación de desperdicios y la optimización del proceso a través de herramientas como 5S, Kaizen y Poka-Yoke mejorarán la eficiencia. O2: Crecimiento en el mercado de tableros de madera: La creciente demanda en el sector de la construcción y carpintería en la región puede potenciar la importancia de este sector para la empresa. O3: Estructuración documental: Existe una oportunidad para mejorar los procedimientos operativos y documentar las mejores prácticas, estandarizando el proceso para futuros empleados.	E1: Propuesta de la practica de Lean Manufacturing, para mejorar la eficiencia e imagen de la empresa. E2: Expandir el portafolio hacia productos de madera y tableros, aprovechando el crecimiento del sector de la construcción para ganar participación de mercado. E3: Estandarizar procesos documentales y mejorar la gestión de proveedores, optimizando la cadena de suministro y fortaleciendo las relaciones con proveedores clave. E4: Optimizar la logística interna con Lean Manufacturing, mejorando la gestión del almacenamiento y distribución, reduciendo costos y tiempos de entrega.	E1: Usar Lean Manufacturing para estandarizar y documentar procesos, reduciendo errores e impulsando una cultura de mejora continua. E2: Optimizar la producción de tableros de madera con herramientas como Poka-Yoke para eliminar errores y mejorar la competitividad. E3: Crear un sistema de indicadores de desempeño para medir la eficiencia y facilitar la toma de decisiones y mejoras. E4: Documentar las mejores prácticas para estandarizar procesos y transmitir el conocimiento a los nuevos empleados, garantizando consistencia operativa.
AMENAZAS	FA (MAXI-MINI) ESTRATEGIAS ADAPTATIVAS	DA (MINI-MINI) ESTRATEGIAS DE SUPERVIVENCIA
A1: Competencia creciente: Otras empresas del sector pueden implementar mejoras operativas más rápidamente, lo que pone en riesgo la competitividad de la empresa. A2: Errores recurrentes que afectan la satisfacción del cliente: Si los problemas en el área de tableros de madera continúan, esto puede generar una mala reputación que afecte la retención y atracción de clientes. A3: Fluctuaciones en la demanda del mercado: Cambios en el sector de la construcción o problemas económicos en la región podrían impactar negativamente la demanda de productos de madera. A4. El Clima: Fenómenos climáticos extremos, como lluvias intensas o deslizamientos, pueden afectar las rutas de transporte, provocando retrasos en la entrega de productos, lo que puede reducir la satisfacción del cliente.	E1: Fortalecer relaciones: Usar la buena reputación para establecer acuerdos a largo plazo con los clientes y personalizar productos, destacando la confiabilidad de la empresa frente a la competencia. E2: Gestión flexible de proveedores: Negociar contratos más adaptables según la demanda del mercado, minimizando riesgos de exceso o falta de inventario. E3: Optimización logística: Usar los vehículos y la bodega propia para garantizar entregas rápidas y mantener un inventario de seguridad ante imprevistos.	E1: Estandarización de procesos: Propuesta de documentación y estandarización de procedimientos para mejorar la agilidad y eficiencia ante cambios en el mercado. E2: Control de calidad: Fortalecer el control de calidad en el área de tableros de madera, eliminando errores frecuentes mediante revisiones adicionales para reducir devoluciones. E3: Indicadores de desempeño: Establecer KPIs para anticipar cambios en la demanda y mejorar la planificación de inventarios. E4: Formalización del conocimiento: Documentar procedimientos operativos para asegurar que el trabajo no dependa solo de la experiencia individual.

Fuente: Elaboración propia.

7.1.5 Caracterización y tipificación de los procesos en la empresa

De acuerdo con las particularidades que presenta la organización se procede a realizar una caracterización de los productos o proyectos cuya solicitud tiene mayor presencia en la demanda de los clientes que frecuentan la empresa, dando como resultado que el producto insignia que más se solicita en la compañía son las láminas para la construcción de cocinas semi integrales cuya participación en los pedidos o solicitudes de productos generan un 67.5% de la producción anual para el 2023. Las cocinas semi integrales están compuestas estructuralmente de la siguiente manera: Un gabinete superior de 3 metros de largo, el cual cuenta con 4 divisiones cuyas medidas aproximadas son de 60 cm de alto por 30 cm de fondo, además cuenta con 6 puertas de 59 x 30 cm y 2 puertas de 40 cm x 30 cm aproximadamente; en la parte inferior hay tres divisiones de aproximadamente 70 cm de ancho x 80 cm de alto x 57 cm de fondo y una torre de cajones de 60 cm de ancho, la cual tiene 3 gavetas de aproximadamente 20 cm de alto x 45 de fondo.

Figura 7. Plano de cocina semi integrales



Fuente: Elaboración propia.

A razón de lo anterior, se selecciona el producto con mayores niveles de demanda principalmente la elaboración del producto calculando los tiempos de producción de las láminas de aglomerado RH que se necesitan para la construcción de una cocina semi integral tradicional.

Para tomar los tiempos se realizó un total de 5 visitas a la empresa en jornadas laborales estándar de 8 am a 12 pm y 1:30 a 6 pm, se solicitó los permisos reglamentarios para la ejecución de recolección de información la cual se encuentra alojada en el Anexo A (Rejilla de registro de tiempo de actividad). El método implementado para dicha recolección se basó como se menciona anteriormente específicamente en los cortes de las láminas utilizadas para la fabricación de cocinas semi integrales, ya que es el producto insignia de la empresa. Los resultados de las actividades se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Cálculo tiempos de observación (unidad de medida en segundos)

TIEMPO DE OBSERVACIÓN DE LOS PROCESOS						
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	Promedio
Recepción del pedido						
Verificación de disponibilidad de mp	35	38	42	35	38	37,6
Digitación de medidas en software	1200	1158	1175	1114	1280	1185,4
Verificación de medidas correctas	675	650	600	715	703	668,6
Impresión de mapas de corte y guías de canto	15	26	32	31	18	24,4
Ubicación de madecantos	1050	1150	1425	1341	1159	1225
Generación de factura de venta	60	57	60	59	60	59,2
Traslado de factura a tablero de pedidos	35	42	55	60	48	48
Total ciclo	3070	3121	3389	3355	3306	3248,2
Espera 1	120	137	150	125	114	129,2
Pagos pedidos						
Búsqueda de factura generada	30	45	75	110	87	69,4
Pago de factura	60	110	54	44	68	67,2
Total ciclo	90	155	129	154	155	136,6
Espera 2	7200	8900	10054	6953	7235	8068,4
Corte						
Revisión de mapa de corte	100	240	180	110	95	145
Corte de láminas (2 sencillas y 2 complejas)	15148	15150	15149	15150	15152	15149,8
Total ciclo	15248	15390	15329	15260	15247	15294,8
Espera 3	1800	1795	1859	1840	1810	1820,8
Enchape						
Búsqueda de enchape	780	850	798	898	920	849,2
Enchape de láminas (2 sencillas y 2 complejas)	9345	9347	9344	9345	9347	9345,6

Total ciclo	10125	10197	10142	10243	10267	10194,8
Espera 4	14400	14465	14488	14467	14493	14462,6
Despacho						
Embalaje de módulos y conteo	1750	2750	1680	3540	4854	2914,8
Distribución	2700	57600	230400	129600	144000	112860
Total ciclo	4450	60350	232080	133140	148854	115774,8
Tiempo total estimado	32983	89213	261069	162152	177829	144649
Promedio por actividad	32983,00	89213,00	261069,00	162152,00	177829,00	

Fuente: Elaboración propia.

Basado en los datos recolectados en la tabla 3 se logra evidenciar una variabilidad en el promedio de los tiempos de cada una de las actividades, estableciendo retos significativos para la eficiencia operativa, tomando en cuenta estos aspectos se destaca que dentro de las fases la de mayor duración como lo es el corte con un promedio de 15.924,8 segundos (254,9 minutos), y el despacho con un tiempo de 115.774,8 segundos (1.929 minutos), tienen un nivel de concentración en tiempo aproximado del 80% del total estimado del ciclo del proceso generando un cuello de botella que limita la fluidez del ciclo productivo.

Con respecto a las actividades de espera, se logró observar que la espera 2 tiene un promedio de 8.068, segundo (134,4 minutos) y la espera 3 tiene un total de 1.820,8 segundos (30,3 minutos), por tal razón, este tipo comportamiento constituye un indicador de inconsistencia en la sincronización entre las limitaciones y la disponibilidad de los recursos (Antolín, 2023). Para atender la problemática identificada se requiere un análisis de las áreas entre las actividades y los procesos de implementación de estrategias para reducir los tiempos improductivos, como la programación Just in Time o el uso de herramientas Lean.

De la misma manera se destaca el tiempo promedio por cada etapa, por ejemplo, la etapa de la recepción del pedido el cual se estima en 3.248,2 segundos (54,1 minutos). Si bien es cierto que el valor es inferior con relación a otras actividades críticas, su análisis es indispensable ya que influye de manera significativa en el inicio y desarrollo del resto de procesos productivos. Como posibilidades o causas del retraso en el tiempo se encuentran la elaboración de documentos y la verificación de datos, los cuales se pueden optimizar mediante la digitalización de los procedimientos o la integración de sistemas automatizados para la gestión de pedidos.

Para la etapa del enchape se detectó un tiempo promedio de 10.194,8 segundos (169,9 minutos) a pesar de que constituye una actividad esencial para asegurar la calidad del producto final se muestra una duración considerable que posiblemente esta asociada a la ausencia de maquinarias especializadas o en su defecto a la ejecución manual de las tareas asignadas para el área. Por consiguiente, resulta importante evaluar la viabilidad de las herramientas más eficientes e implementar el

plan de mejoramiento para agilizar los procesos sin afectar la calidad de los productos ofertados.

Por otro lado, el tiempo total estimado del proceso asciende a los 144.649 segundos (2.410,8 minutos), sin embargo al analizar el tiempo se denota que gran parte del tiempo está relacionado con actividades no generan valor agregado, entre ellas están los tiempos de espera, por consiguiente se propone la necesidad de eliminar los desperdicios operativos, para este caso en particular las herramientas Lean resultan importantes para contribuir a la disminución de los tiempos de espera e incrementar los niveles de eficiencia operativa.

A razón de lo anterior, en las etapas de mayor duración, como corte y despacho, requieren especial atención, dado que en conjunto representan un porcentaje considerable del tiempo total del proceso. Estas fases deben ser objeto de un análisis exhaustivo para determinar si la carga laboral asignada es adecuada o si existen oportunidades de redistribución de tareas y recursos. Del mismo modo, convendría examinar si la tecnología y la maquinaria actualmente empleadas responden a las necesidades reales del sistema productivo. La implementación de soluciones avanzadas, como sistemas automatizados de corte o plataformas digitales para la planificación de despachos, podría optimizar estas operaciones, reduciendo los tiempos de ejecución y disminuyendo la probabilidad de errores.

7.1.6 Construcción VSM actual

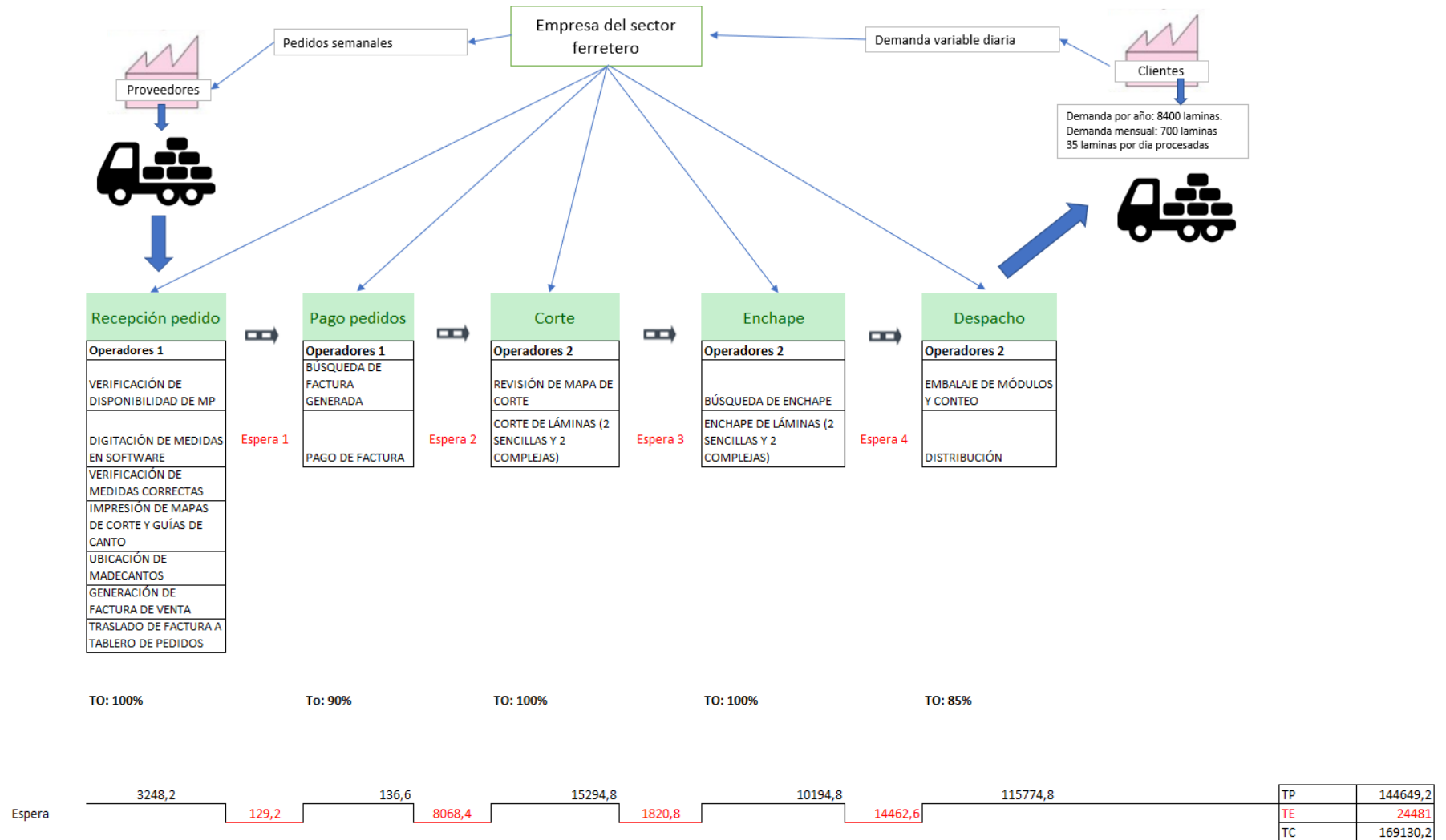
Desde la perspectiva del autor Buzón, (2019) el Value Stream Mapping (VSM) resulta ser una herramienta visual que es utilizada para analizar, diseñar y mejorar los procesos de producción o servicios dentro de las organizaciones, parte de su objetivo este puesto en identificar las actividades, tanto las que generan un valor agregado como las que solo generan desperdicios en la cadena de procesos. De la misma manera, el análisis permite visualizar la manera de como fluye la información y los materiales desde el inicio hasta el final de cada actividad identificando las ineficiencias y demás elementos relacionados (Buzón, 2019).

De la misma manera, el cálculo y desarrollo del VSM tiene implicaciones relacionadas con la recolección de datos muy específicos de cada proceso, tiempos de ciclo,

espera, inventarios y recursos disponible o utilizados. Con dicha información se construye la gráfica o mapa de valor representado en estado actual de los procesos, así como el estado del flujo de trabajo. Una vez creado el mapa del estado actual, se analizan los elementos que no aportan valor, conocidos como desperdicios, y se proponen estrategias para eliminarlos o minimizarlos. El resultado final es un diseño mejorado del proceso, que reduce el tiempo total de ciclo y optimiza el uso de los recursos (Buzón, 2019).

Para la construcción del VSM actual, se calculó el promedio de los tiempos de observación de las 5 visitas realizadas, tal y como se muestra en la tabla 3. Posterior al cálculo del promedio de observación se realizó la sumatoria de los tiempos promediados por ciclo y se estructuraron las actividades con sus respectivos promedios gráficamente tal y como se muestra en la figura 9.

Figura 8. Representación visual VSM actual



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura anterior, se dividieron las actividades principales en las cuales se estructura el ciclo productivo el Tiempo de Productividad (TP), en la sumatoria general muestra un total de 144649.2 segundos, mientras que el Tiempo de Espera (TE) tiene un total de 24481 segundos en total, por último, el Tiempo de Ciclo (TC), es decir el ciclo productivo es el resultante de la sumatoria TP y TE respectivamente fue 169130.2. Así mismo, en la figura se muestra el flujo productivo en términos de direccionamiento desde la recepción de pedidos hasta la entrega del producto final que para este caso en particular son las láminas para la construcción de las cocinas.

7.2 Ejecución objetivo 2

7.2.1 Estrategias de abordaje para el VSM actual

Para mejorar los procesos de verificación de medidas correctas, ubicación de madecantos, traslado de facturas a tableros de pedidos, búsqueda de enchapes y gestión de esperas 1, 2, 3 y 4, se pueden implementar diversas estrategias de Lean Manufacturing.

1. Verificación de medidas correctas

Desarrollar procedimientos operativos estándar (SOP en inglés) que especifiquen claramente los pasos a seguir en la medición y verificación, garantizando uniformidad y reduciendo errores humanos.

2. Ubicación de madecantos

Implementar la estrategia de las 5s (clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener) para organizar las áreas de trabajo, para facilitar la localización rápida y eficiente de los madecantos.

3. Traslado de facturas a tableros de pedidos

Establecer los protocolos para la actualización y gestión de los tableros de pedidos.

4. Búsqueda de enchapes

Capacitar el personal en la metodología 5S para organizar y mantener el orden así como la limpieza de las zonas de trabajo.

5. Gestión de esperas 1, 2, 3 y 4

Aplicar la teoría de las colas para realizar los análisis de tiempos de espera en los procesos y equilibrar los cuellos de botella para equilibrar la carga de trabajo.

Con base en las estrategias planteadas se realizó la búsqueda bibliográfica en diferentes tipos de documentos entre los cuales están artículos, tesis y documentación disponible en repositorios virtuales para la construcción de un sistema de valoración que evalúa el nivel de importancia de las opciones presentadas. Posterior a la revisión se encontró que el sistema Scoring es la herramienta estadística que analiza los riesgos de las estrategias, principalmente fue implementado en el sistema bancario, sin embargo se ha demostrado en investigaciones como la de Arango y Restrepo (2017) que resulta altamente efectivo para seleccionar opciones estrategias para implementación. Esta metodología permite a las entidades financieras automatizar la valoración del riesgo asociado a cada solicitud, considerando factores como la solvencia del solicitante, el tipo de crédito y las condiciones específicas de la operación (Arango & Restrepo, 2017). En este sentido, se construyó mediante un sistema Scoring el modelo de valoración ponderada tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4. Criterios del sistema valorativo Scoring

Criterio	Descripción	Peso ponderado (%)
Impacto en eficiencia	Reducción del tiempo de ciclo y esperas.	30%
Costo de implementación	Inversión necesaria para adoptar la mejora.	20%
Facilidad de implementación	Complejidad del cambio y resistencia al mismo.	15%
Sostenibilidad	Capacidad de mantener la mejora a largo plazo.	15%
Impacto en calidad	Reducción de errores y defectos en el proceso.	20%

Fuente: Elaboración propia.

El cálculo de las ponderaciones responde al modelo econométrico de Gutiérrez, (2007), que divide las potencialidades de los criterios para emitir un juicio de valor objetivo mediante la distribución porcentual de cada criterio. En este sentido los criterios de “Alto valor” según el autor, responden a los intereses de las actividades u objetivos de valorar condiciones particulares de cada circunstancia que pueda generar impactos positivos o negativos según sean los casos. El cálculo de los criterios se basa en las necesidades propias de la actividad y la necesidad de mitigar el impacto que se pretende subsanar. En palabras de Gutiérrez (2007), el cálculo de los criterios se efectúa basado en variables y el cumplimiento de los estándares del estudio, buscando un equilibrio óptimo para las acciones de mejora futuras.

Así mismo, estas ponderaciones responden a un sistema de criterios que valora el peso del criterio según el nivel de importancia que presenten las estrategias que se proponen para su implementación siendo las siguientes:

- Poka-Yoke en la verificación de medidas correctas
- Aplicación de metodología 5S en ubicación de madecantos
- Implementación de etiquetado visual para madecantos
- Aplicación de nivelación de producción (Heijunka) para reducir esperas
- Implementación de Teoría de Colas para mejorar flujo de producción

Dichas estrategias responden a las necesidades identificadas en el VSM actual de la organización, estableciéndose de esta manera 5 criterios importantes dentro del sistema de valoración scoring los cuales son el Impacto en eficiencia, costo de implementación, facilidad de implementación, sostenibilidad y el impacto en calidad; estos criterios tienen una calificación de 1 a 5; siendo 1 de muy bajo impacto y 5 de muy alto impacto tal y como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Valoración scoring según criterios ponderados

	Mejora propuesta	Impacto en eficiencia (1-5)	Costo de implementación (1-5)	Facilidad de implementación (1-5)	Sostenibilidad (1-5)	Impacto en calidad (1-5)	Puntaje Total
1	Poka-Yoke en la verificación de medidas correctas	3	3	1	3	3	2,7
2	Aplicación de metodología 5S en ubicación de madecantos	5	3	4	4	5	4,3
3	Implementación de etiquetado visual para enchapes	4	3	4	4	5	4
4	Aplicación de nivelación de producción (Heijunka) para reducir esperas	4	5	3	5	5	4,4
5	Implementación de Teoría de Colas para mejorar flujo de producción	4	3	2	3	4	3,35

Fuente: Elaboración propia basada en el modelo scoring de Gutiérrez (2007).

El cálculo del puntaje total por cada estrategia se realizó mediante la siguiente fórmula: $\text{Puntaje Total} = (\text{Impacto en eficiencia} \times 0.30) + (\text{Costo de implementación} \times 0.20) + (\text{Facilidad de implementación} \times 0.15) + (\text{Sostenibilidad} \times 0.15) + (\text{Impacto en calidad} \times 0.20)$.

Las opciones de mejora fueron puntuadas con base en el diario de observación y las evidencias actuales presentes en la empresa, de la misma manera se tomó en consideración el modelo de Gutiérrez (2007).

Tabla 6. Observaciones de la selección de estrategias

No. Opción de mejora	Descripción	Observaciones adicionales
2	Aplicación de metodología 5S en ubicación de madecantos	Alta inversión en el sistema de verificación de medidas, por lo cual está sujeto a consideración
3	Implementación de etiquetado visual para enchapes	Bajo costos de implementación, alta demanda organizativa
4	Aplicación de nivelación de producción (Heijunka) para reducir esperas	Alta prevención de errores humanos, costos de inversión

Fuente: Elaboración propia.

Como se ha podido observar en la tabla 5 de las 5 estrategias planteadas para abordar las problemáticas de la empresa se seleccionan según puntaje promedio por encima de 3.5 Pts. las estrategias 2, 3 y 4 teniendo en cuenta los criterios relevantes para su futura implementación e impacto en la calidad y la eficiencia dentro de la organización.

La estrategia de aplicación de las 5S en la ubicación de los madecantos se justifica mediante el estudio realizado por los autores Piñero et al, (2018), quienes realizaron una implementación de la metodología 5S que demostró ser efectiva para mejorar la calidad y productividad en los procesos industriales, optimizando la organización del espacio de trabajo y reduciendo desperdicios. Los autores argumentan que, en Latinoamérica, la ampliación ha sido impulsada principalmente por los programas de cooperación técnica como por ejemplo el AOTS y FELAAS, que han permitido la capacitación continua de profesionales en la gestión y mejora continua. De la misma manera los autores manifiestan que la aplicación de las 5S contribuye a la mejora de la seguridad laboral, reduciendo los riesgos y creando entornos eficientes. Por lo tanto, desde el punto de vista de fabricación de cocinas en madera, la metodología de las 5S puede aplicarse para optimizar la ubicación de madecantos en las láminas de madera, asegurando de esta manera una alineación precisa y reduciendo errores en el proceso de ensamble. En consecuencia, la sistematización del trabajo (seiton) y la normalización de procesos (seiketsu), pudiéndose establecer puntos de control y guías visuales que faciliten la correcta colocación. Además, la implementación de estaciones de verificación permitirá a los operarios detectar posibles desviaciones y

corregirlas antes del ensamblaje final, evitando desperdicios de material y reduciendo tiempos de retrabajo.

La implementación de un sistema digital basado en gestión visual y notificaciones automatizadas reduciría la acumulación de documentos físicos y minimizaría errores en la transferencia de datos, así como el equipo de repartidores optimizó la entrega de materiales en la producción (Acevedo, 2020), un sistema digital Kanban aseguraría que las facturas sean validadas, aprobadas y trasladadas en tiempo real, evitando retrasos en la adquisición de insumos y mejorando la coordinación entre compras y producción. De este modo, la aplicación del Kanban digital en la gestión de facturas contribuiría a una administración más ágil, eficiente y alineada con los principios de manufactura esbelta.

Para finalizar, la estrategia de aplicación de nivelación de producción (Heijunka) para reducir esperas, se fundamentó en el estudio de los autores Chávez y Pariona, (2024) quienes aplicaron herramientas de Lean Manufacturing, como Heijunka, MRP, 5S y el estudio de tiempos y movimientos, permitió una reducción de costos de S/. 34,535.00 a S/. 15,750.00 anuales, así como un incremento en la producción mensual de 33 a 66 unidades. Además, la eficiencia en la línea de producción se elevó del 81.20% al 87.55%, y se optimizaron los tiempos de producción de 31.1 horas a 13.08 horas, reduciendo significativamente las horas improductivas. Con base en los resultados de los autores, la metodología Heijunka juega un papel clave en la nivelación de la producción, permitiendo una distribución equitativa de la carga de trabajo y evitando la acumulación de pedidos en picos de demanda. Al aplicar Heijunka en la empresa, se pueden sincronizar los tiempos de producción con la capacidad operativa, reduciendo esperas dentro del ciclo productivo y optimizando la utilización de los recursos. Del mismo modo, la organización se beneficiará, ya que la implementación de este sistema facilita la planificación de la producción a partir de lotes más pequeños y secuencias balanceadas, disminuyendo la necesidad de ajustes urgentes y mejorando la eficiencia global. De esta manera, la reducción de variabilidad en la línea de producción no solo impacta en la reducción de costos y tiempos de espera, sino que también garantiza un flujo más estable y predecible, alineado con los principios Lean Manufacturing.

Por otro lado, se consultó un experto especializado de una empresa del sector que se dedica a las mismas actividades de la empresa objeto de investigación, en este sentido se realizó dicha consulta para establecer una comparación con la empresa objeto de interés, permitiendo validar una propuesta con mayor nivel de confianza que genera procesos de cambio significativo en el ciclo productivo, la comparación se realiza en la tabla 7.

Tabla 7. Comparativo de empresas del sector

Empresa comparativa	Empresa objeto de estudio
Actividad	Actividad
Recepción del pedido	Recepción del pedido
Verificación de disponibilidad de mp	Verificación de disponibilidad de mp
Digitación de medidas en software Leptón	Digitación de medidas en software
Verificación de medidas del software	Verificación de medidas correctas
Impresión de mapas de corte y guías de canto software	Impresión de mapas de corte y guías de canto
Espera 1	Ubicación de madecantos
Pagos pedidos	Generación de factura de venta
Búsqueda de factura generada	Traslado de factura a tablero de pedidos
Pago de factura	Espera 1
Traslado de factura a tablero de pedidos hecho por el trabajador	Pagos pedidos
Espera 2	Búsqueda de factura generada
Corte	Pago de factura
Revisión de mapa de corte a un metro de distancia en la maquina	Espera 2
Transporte de las láminas en carro transportador	Corte
Corte de láminas (2 sencillas y 2 complejas)	Revisión de mapa de corte
Espera 3	Corte de láminas (2 sencillas y 2 complejas)
Enchape	Espera 3
Búsqueda de enchape estantería cerca al área organizada según criterios de 5s	Enchape
Enchape de láminas (2 sencillas y 2 complejas)	Búsqueda de enchape
Espera 4	Enchape de láminas (2 sencillas y 2 complejas)
Despacho	Espera 4
No hacen despachos solo almacenan	Despacho
	Embalaje de módulos y conteo
	Distribución

Fuente: Elaboración propia con datos investigativos.

El análisis comparativo entre ambas empresas evidencia una amplia coincidencia en las actividades iniciales del proceso, especialmente en lo relacionado con la recepción del pedido, la verificación de disponibilidad de materia prima y la digitación de medidas

en el software de diseño. Aunque en un caso se menciona específicamente el uso de la herramienta Leptón Optimazer y en el otro se generaliza ya que en el primer caso la herramienta Leptón es de pago (estándar o profesional) sus costos varían según el proveedor, se estima que el costo del software oscila entre los 25 USD a 35 USD mensuales y dicha empresa no lo utiliza; también se presenta coherencia en la validación de las medidas y la impresión de los mapas de corte y guías de canto. No obstante, empiezan a aparecer diferencias en la forma de registrar las interrupciones del flujo; mientras una empresa incluye desde etapas tempranas pausas definidas como los tiempos de espera, la otra menciona actividades intermedias como la ubicación de madecantos, lo que sugiere una documentación distinta del tiempo improductivo o una interpretación variable del flujo por parte de quienes construyeron cada versión.

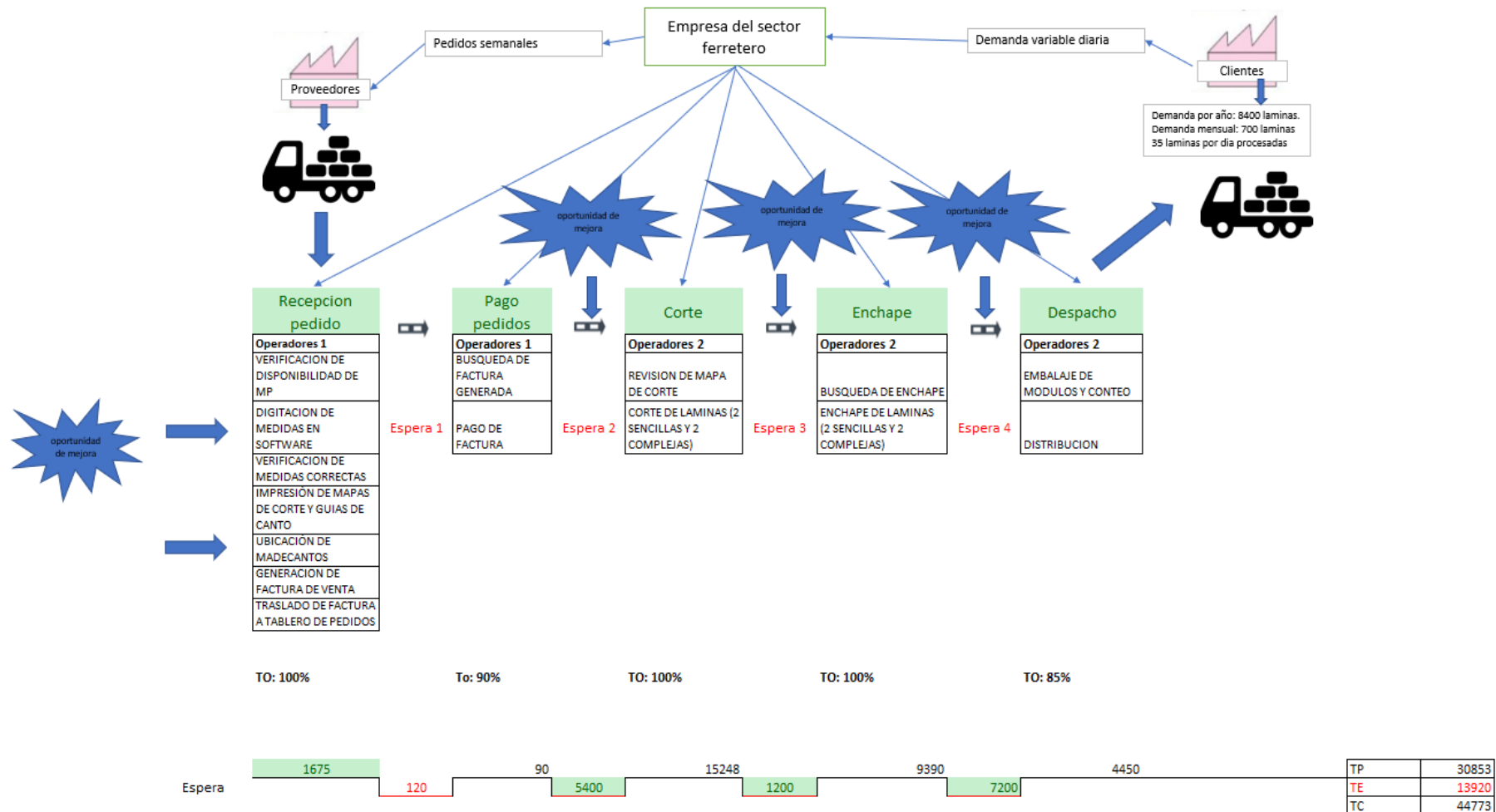
De la misma manera, a medida que avanza el proceso hacia las etapas de facturación y gestión del tablero de pedidos, se observan divergencias tanto en la secuencia de acciones como en el nivel de detalle, ambas versiones incluyen elementos comunes como los pagos, la búsqueda y traslado de facturas, pero en una se especifica que el trabajador realiza el traslado, mientras que en la otra simplemente se menciona como una acción completada. Esta diferencia resalta un contraste entre un enfoque que prioriza la trazabilidad operativa y otro que simplifica el registro; a partir del proceso de corte, las similitudes vuelven a ser más evidentes, incluyendo la revisión del mapa de corte y el registro del número de láminas a intervenir. Sin embargo, en una de las versiones la revisión del mapa aparece antes del corte y en la otra después, lo cual representa un potencial error de secuencia que podría afectar la calidad del resultado si se replica en la operación real.

En la fase de enchape se retoma una similitud general en los nombres y etapas, pero con diferencias clave en la inclusión de criterios Lean, una de las empresas incorpora la búsqueda del enchape bajo criterios de 5S, lo que denota una implementación más avanzada de metodologías de organización visual que no está presente en la otra versión.

7.2.2 Propuesta VSM futuro

Para la construcción del VSM futuro se propuso la optimización de los procesos relacionados con tiempos de espera digitalización, ubicación de madecantos, cortes de madera, entre otros aspectos. Todos esto se logra a través de las herramientas relacionadas con la aplicación de metodología 5S en ubicación de madecantos, implementación de etiquetado visual para enchapes, aplicación de nivelación de producción (Heijunka) para reducir esperas y mejorar las condiciones de espera entre procesos del ciclo productivo.

Figura 9. VSM futuro propuesto



Fuente: Elaboración propia con datos investigativos.

La lectura crítica del VSM evidencia que una de las principales limitaciones del proceso actual es la existencia de múltiples tiempos de espera que, en conjunto, representan más del 30% del ciclo productivo. A manera de propuesta se recomienda implementar una programación de tipo Heijunka que permita realizar procesos de distribución de manera equitativa la carga de trabajo diaria en función de la demanda, ya que ayudaría a eliminar las interrupciones innecesarias entre los procesos; a modo complementario se espera reforzar la herramienta con la aplicación de las 5S en áreas de trabajo como enchape, corte y despacho a fin de reducir los tiempos de búsqueda y desorganización que hoy representa parte del tiempo innecesario. El rediseño de formatos visuales de control (checklists, tableros Kanban e instructivos estándar) también permitiría disminuir errores en la recepción de medidas, generar facturas más rápido y mejorar la trazabilidad de cada pedido. Estas acciones, al estar alineadas con los principios Lean, impactarían directamente en la reducción del Tiempo Total del Ciclo (TC) y aumentarían el cumplimiento a tiempo (OTD).

Además de los ajustes operativos, es necesario fortalecer los flujos de información entre áreas administrativas y operativas, especialmente en los procesos de facturación y despacho. La implementación de un sistema digital sencillo de seguimiento de pedidos (como una hoja compartida con estados visuales) podría agilizar la toma de decisiones y disminuir las esperas 1 y 4, las más prolongadas del proceso. Así mismo, se sugiere integrar reuniones breves de coordinación diaria entre operadores y personal administrativo, bajo el modelo de células de trabajo colaborativas; a mediano plazo, este cambio permitiría crear una cultura de mejora continua que no dependa únicamente de los mandos medios, sino de la iniciativa de los propios equipos. Adicional a esto se muestra el comparativo entre los dos VMS (actual y futuro), encontrándose aspectos relevantes.

Tabla 8. Comparación VSM actual vs VSM futuro

VSM actual		3248,2		136,6		15294,8		10194,8		115774,8	TP	144649,2
	Espera		129,2		8068,4		1820,8		14462,6		TE	24481
											TC	169130,2
VSM futuro		1675		90		15248		9390		4450	TP	30853
	Espera		120		5400		1200		7200		TE	13920
											TC	44773
Diferencia total, en segundos											124357,2	

Fuente: Elaboración propia con datos investigativos.

Las diferencias entre el VSM actual y el futuro resultan significativas teniendo un tiempo recortado en el ciclo de producción y los tiempos de espera, dando lugar a una ganancia en minutos estimadas de 2072 (min) o 34 horas aproximadamente por cada ciclo productivo, lo cual resulta bastante relevante para la producción y tratamiento de las laminas de madera para la construcción de las cocinas.

7.3 Ejecución objetivo 3

7.3.1 Estructuración documental necesaria para estandarizar procesos

En el caso de la empresa objeto de estudio, dedicada a la comercialización de productos ferreteros y a la transformación de tableros de madera, los resultados de los objetivos anteriores evidenciaron múltiples oportunidades de mejora en los procesos operativos, especialmente en las áreas de corte, enchape y despacho. Estas falencias se relacionan directamente con la ausencia de documentación técnica, la falta de procedimientos claros y la inexistencia de formatos de control, lo cual contribuye a errores frecuentes, reprocesos y pérdida de trazabilidad en las actividades.

Desde la perspectiva de gestión de calidad basado en la ISO 9001:2015 se evidencia que la documentación es un elemento constituyente para asegurar la coherencia en la ejecución de procesos y el cumplimiento de requisitos del cliente y legales aplicables. Los autores Carmona et al., (2016) mencionan que la implementación de sistemas de gestión documental favorece las condiciones de estandarización, la mejora continua y la toma de decisiones basadas en la evidencia, al mismo tiempo que contribuye a reducir la variabilidad de los resultados operacionales.

Por otro lado, la evidencia derivada del análisis del VSM muestran cuellos de botella y los tiempos muertos que pueden abordarse mediante la implementación de herramientas Lean, sin embargo, dichas herramientas estarán basadas en documentación sólida que asegure su aplicación sistemática y la sostenibilidad en el tiempo. Desde la perspectiva de Piñero et al., (2018) argumenta que la documentación permite establecer mecanismos de control que garanticen la permanencia de los beneficios alcanzados, adquiriendo relevancia de esta manera en las pequeñas y micro empresas donde la dependencia de conocimientos y la informalidad operativa dificultan la transmisión del saber organizacional.

A razón de lo anterior, es importante la construcción documental integrada con los hallazgos actualizados de la realidad de la empresa, facilitando la respuesta a las condiciones críticas de la compañía. En este sentido, en el marco de la ISO 9001:2015 se establece que la información se encuentre documentada y organizada permitiendo

establecer la pertinencia y accesibilidad para la construcción de manuales de procedimiento y guías de trabajo actualizadas. Desde la perspectiva de Fontalvo y Hoz (2018), un sistema de gestión documental estructurado de forma adecuada permite estandarizar actividades críticas, definir puntos de control, disminuir la dependencia del conocimiento empírico y facilitar el desarrollo de procesos de auditoría interna, contribuyendo así al fortalecimiento del sistema de gestión y a la mejora continua.

7.3.2 Diseño de documentación clave

Para la estructura documental para la empresa Tableros de Madera se contempla el diseño de instrumentos técnicos que faciliten el proceso de estandarización, el control y la mejora de procesos operativos, en este sentido se implementa la norma ISO 9001:2015, la cual establece las condiciones bajo la cual se encuentran los manuales de procedimientos por área, las listas de chequeo (checklist), instrucciones de trabajo específicas y formatos e control (Carmona et al., 2016).

En primera instancia, se estructuran los manuales de procedimiento para cada área involucrada en las ventas, pagos, corte, enchape y despacho, en estas actividades se detalló el flujo de actividades, insumos requeridos, condiciones necesarias para su ejecución, riesgos asociados y mecanismos de verificación. Los manuales están estructurados con base en el enfoque de procesos incorporando entradas, actividades, salidas y responsables, tal y como lo establece el modelo SIPOC (Supplier, Input, Process, Output y Customer) (Huerta et al., 2021).

A modo complementario se desarrolló una lista de chequeo para cada etapa dentro del proceso, principalmente las más críticas, estas listas permiten verificar el cumplimiento de los procedimientos establecidos y controlar la calidad de los puntos clave, detectando posibles desviaciones antes de que el producto final llegue al cliente, este tipo de aplicabilidad permitirá reducir los errores dentro de las actividades que fueron detectadas en el VSM, por lo cual las listas se diseñan en formato impreso permitiendo la integración a las rutinas diarias de supervisión y seguimiento. Desde la perspectiva de Hernandez y Pérez (2017) las listas de chequeo fortalecen el control operacional y la estandarización de procesos para su posterior proceso de retroalimentación.

Sumado a la anterior, se elaboran instructivos de trabajo específicos para las tareas que requieran un tipo de precisión técnica elevado, por consiguiente, se usa software de digitación de medidas y el manejo de la máquina de enchape o preparación de embalaje. Las instrucciones están compuestas por una descripción del paso a paso de cada tarea, con ilustraciones gráficas y advertencias de seguridad, a modo que cualquier operario capacitado pueda ejecutarlas. La claridad de estas instrucciones resulta clave para garantizar la replicabilidad de los procedimientos y para reducir la variabilidad en los resultados, tal como lo plantean Fanny Cruz Medina y Arias (2017), quienes resaltan la importancia de la documentación visual y escrita en los procesos industriales.

Del mismo modo, se diseñaron formatos de control para recepción de pedidos, hojas de control de calidad, actas de entrega, reportes de no conformidad y bitácoras de mantenimiento, este tipo de formatos entonces facilitan la recolección de datos operativos, la toma de decisiones basadas en evidencia y la generación de indicadores clave de desempeño. Un elemento clave es la digitalización progresiva ya que estos documentos también son considerados en áreas de pagos y facturación, donde es prescindible la trazabilidad y la velocidad de procesamiento son críticas. Al respecto Gómez (2018) mencionan que la existencia de registro documentales confiables es un requisito fundamental para establecer un sistema de gestión de calidad para la mejora continua.

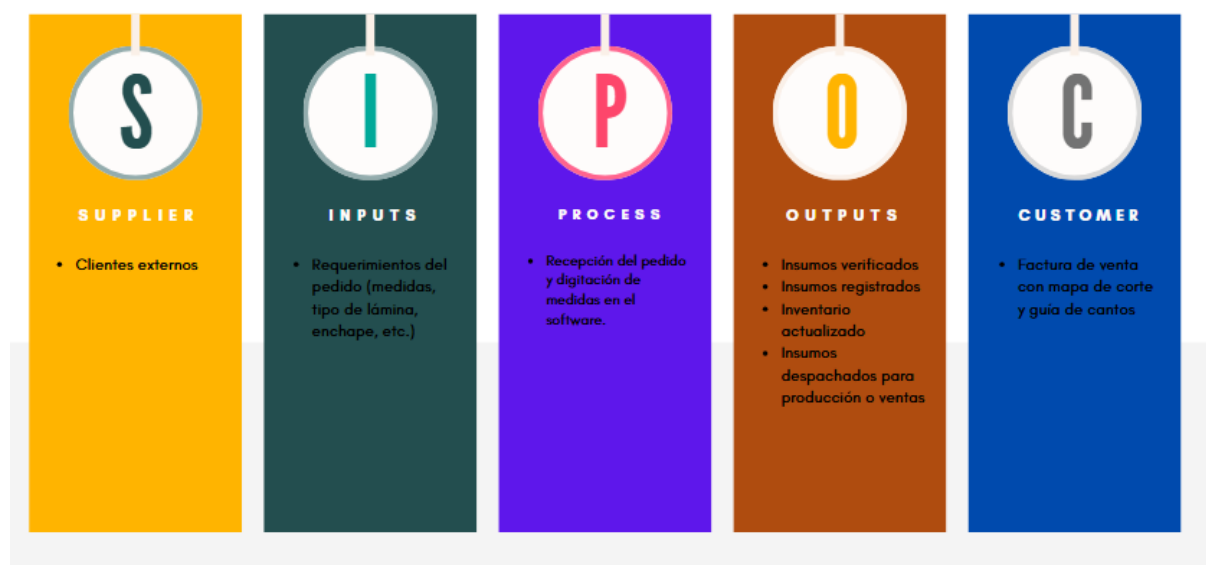
Para finalizar este apartado cada documento diseñado se incluye en la sección de control de cambios que va firmado por el responsable de área y el líder de sistema de calidad, garantizando su actualización y oportuno cumplimiento. Lo anterior, permitirá a su vez construir un archivo histórico de lecciones aprendidas y cambios progresivos.

7.3.3 Herramientas de la estructuración documental

En la empresa intervenida se establecieron diversas herramientas de ingeniería que favorecieron el fortalecimiento del diseño y aplicación de los documentos propuestos, asegurando su pertinencia con las dinámicas reales del proceso y su alineación con los principios del ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar), estos ciclos son ampliamente promovidos por la norma ISO 9001:2015 (Fontalvo & Hoz, 2018).

Una de las herramientas clave utilizadas fue el diagrama SIPOC, el cual permitió delimitar con claridad los límites de cada proceso, identificar los proveedores e insumos necesarios, así como los productos y clientes finales de cada etapa. Según Huerta et al. (2021), el SIPOC contribuye a representar de manera macro el sistema, orientando el diseño de actividades hacia la entrega de valor al cliente. En este proyecto, cada macroproceso (ventas, pagos, corte y enchape, despacho) fue caracterizado a través de esta herramienta, generando así un marco estructural sobre el cual se organizaron los documentos técnicos. A continuación, se muestran los SIPOC correspondientes.

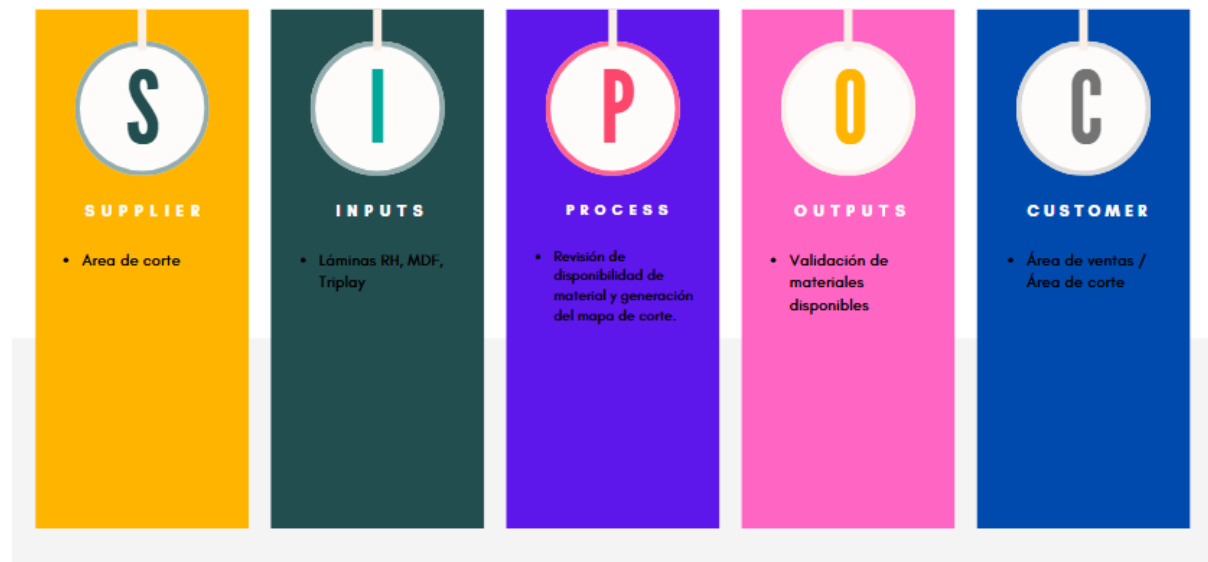
Figura 10. SIPOC clientes externos



Fuente: Elaboración propia con datos investigativos.

Posterior a la solicitud del cliente se realiza el paso de área de corte de las láminas dando como resultado el siguiente proceso.

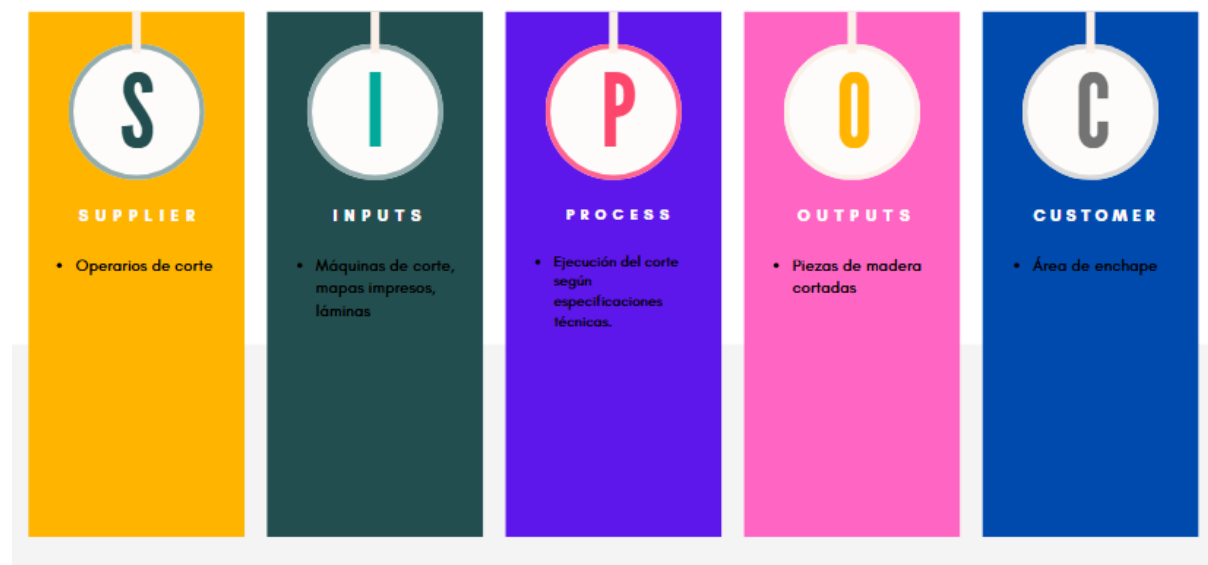
Figura 11. SIPOC corte de láminas



Fuente: Elaboración propia con datos investigativos.

Luego de pasar por la solicitud del cliente y la facturación se pasa al área de corte, tomando en cuenta que los tiempos de espera influyen en este apartado (ver VSM actual), por consiguiente, se ejecuta el procedimiento del corte.

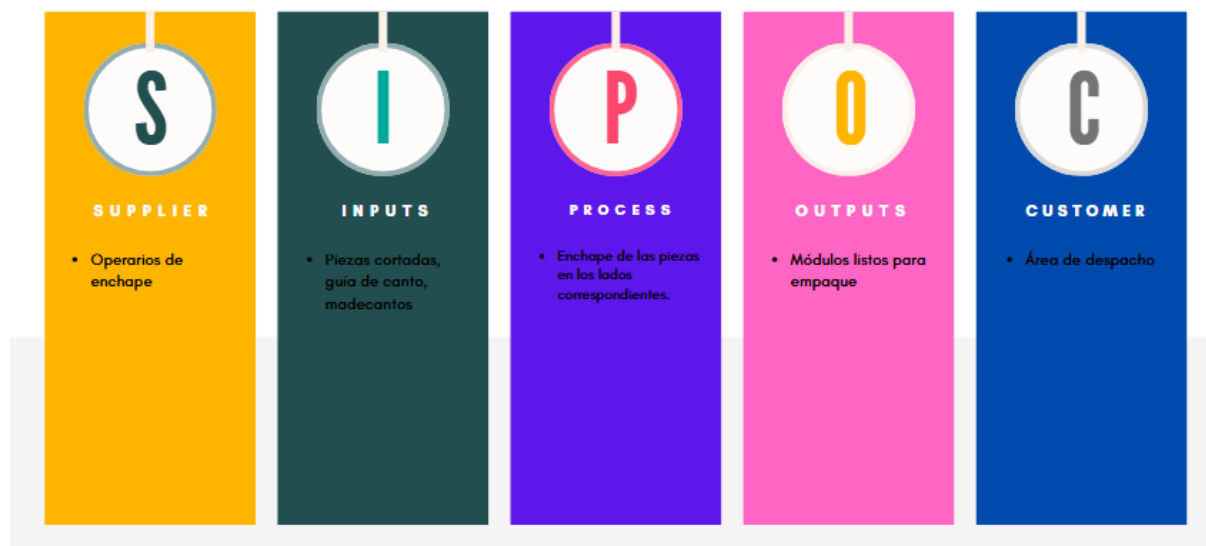
Figura 12. SIPOC actividades en área de corte



Fuente: Elaboración propia con datos investigativos.

Posterior a los cortes se pasa al área de enchape donde se posicionan y pegan los madecantos, se realizan las revisiones finales y posteriormente realiza la actividad de embalaje y entrega o distribución.

Figura 13. SIPOC área de enchape



Fuente: Elaboración propia con datos investigativos.

Por otra parte, se incorporó el enfoque Lean Manufacturing como fundamento conceptual para la estructuración de tareas que debían ser documentadas. Herramientas como las 5S, Poka-Yoke, Heijunka y Kanban digital, seleccionadas en la etapa anterior del proyecto, exigieron la creación de documentos específicos que permitieran su aplicación práctica; en el caso de la implementación de las 5S en el área de madecantos y enchapes, se elaboraron listas de chequeo e inspección visual que asegurarán la aplicación sistemática de cada etapa (clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina). Al respecto Piñero et al. (2018), concuerda que la documentación asociada a 5S es esencial para sostener los resultados alcanzados en la intervención inicial, ya que permite establecer un ciclo de mejora continua basado en evidencias objetivas y observables (ver tabla 9).

Tabla 9. Formato Checklist 5s

Etapas 5S	Criterio de evaluación	Resultado (Sí/No/Parcial)	Hallazgos específicos	Acciones correctivas sugeridas	Firma del inspector
Clasificación (Seiri)	Se eliminan materiales, herramientas u objetos no necesarios del área de trabajo.				
Orden (Seiton)	Todas las herramientas, madecantos y suministros están organizados y ubicados en lugares designados con señales.				
Limpieza (Seiso)	Las superficies, equipos y suelos están limpios; no hay presencia de polvo, residuos de madera ni pegamentos.				
Estandarización (Seiketsu)	Se encuentran visibles los formatos de orden y limpieza; se realizan rutinas documentadas.				
Disciplina (Shitsuke)	El personal cumple y mantiene las 5S de forma autónoma y constante.				

Fuente: Elaboración propia con datos investigativos.

La herramienta Poya-Yoke se orienta principalmente a evitar errores humanos en relación a la medición y verificación de datos en los productos, por consiguiente, se diseñaron guías visuales e instructivos de validación cruzada que fueron integrados al procedimiento de ingresos de medidas al sistema ofimático. Al respecto de los documentos se integran ejemplos de errores comunes, alertas visuales y recomendaciones específicas, evitando así probabilidades de reprocesos que lleven como consecuencia devoluciones de los clientes. Es por tanto que, según Hernández et al. (2015) confirma que los dispositivos y documentos asociados al Poka-Yoke se

convierten en instrumentos pedagógicos clave, especialmente en contextos donde la rotación de personal es alta o donde no existe una cultura organizacional consolidada en torno al control de calidad. A continuación, se muestra el modelo Poka-Yoke:

Tabla 10. Verificación física

Verificación física de medidas con el cliente	
Acción	Detalle
1. Solicite al cliente el plano o medidas escritas.	Si el cliente no tiene plano, diligenciar formato físico estándar.
2. Revise visualmente las unidades.	Confirmar que estén en centímetros y no en pulgadas o milímetros.
3. Pregunte si las medidas incluyen espacios para enchape.	Anotar en el plano si ya incluyen espacio para madecantos o si debe descontarse.

Fuente: Elaboración propia con datos investigativos.

La verificación física se formula con base en los criterios de control de calidad para evitar errores humanos, en este sentido se propone un sistema de validación basado en procesos de verificación, directo responsable y el método (Ver tabla 11).

Tabla 11. Sistema de validación cruzada

Validación cruzada		
Verificación	Responsable	Método
Revisión por segundo operario (otro vendedor o supervisor).	Encargado asignado.	Comparar el plano con la digitación en pantalla. Validar: ancho, alto, tipo de tablero.
Verificación automática del sistema.	Sistema (Leptón Optimazer).	Si una medida está fuera del rango permitido (>244cm), el sistema bloquea el ingreso.

Fuente: Elaboración propia con datos investigativos.

Tabla 12. Validación cruzada para ingreso de medidas

Validación Cruzada – Ingreso de Medida			
Acción	Responsable	Herramienta	Resultado Esperado
Revisión física de medidas del cliente	Vendedor	Formato de medidas / plano	Medidas correctas y legibles
Digitación en software de diseño	Vendedor	Leptón Optimazer	Corte correctamente modelado
Verificación cruzada de	Segundo vendedor / Supervisor	Vista previa de software y plano físico	Coherencia visual y numérica entre plano y sistema

módulo digitado vs. plano			
Aprobación del mapa de corte	Supervisor	Mapa impreso + guía de cantos	Listo para imprimir y enviar a corte

Fuente: Elaboración propia con datos investigativos.

En el caso del Heijunka, como herramienta de nivelación de la producción, se diseñaron formatos semanales de programación que fueron vinculados con los tiempos estándar identificados en el estudio de tiempos y movimientos. Estos documentos permiten planificar la carga de trabajo de manera uniforme, evitando sobrecargas y tiempos muertos. Tal como lo reportan Chávez y Pariona (2024), la documentación de la programación productiva bajo el enfoque Heijunka permite reducir significativamente la variabilidad en el flujo de trabajo y anticipar necesidades de recursos, lo cual incide directamente en la eficiencia general del sistema; por consiguiente a continuación se presenta la tabla de reajuste de producción basado en el VSM futuro.

Tabla 13. Formato de programación de producción

Semana	Producto	Cantidad solicitada	Tiempo estándar por unidad (min)	Operarios asignados	Máquina asignada	Turno asignado (D)	Fecha estimada de entrega	Observaciones
1	Cocina semi integral	conforme solicitud del cliente	Tiempo basado en vsm	3	Sierra principal	D	Basado en vsm	
2	Closet modular	conforme solicitud del cliente	Tiempo basado en vsm	3	Sierra secundaria	D	Basado en vsm	
3	Estantería flotante	conforme solicitud del cliente	Tiempo basado en vsm	3	Sierra secundaria	D	Basado en vsm	
4	Cajonera estándar	conforme solicitud del cliente	Tiempo basado en vsm	3	Sierra auxiliar	D	Basado en vsm	

Fuente: Elaboración propia con datos investigativos.

El formato de programación de producción semanal permite establecer un seguimiento sistemático a los procesos de producción, tiempos de producción y requerimientos de gestión, materiales y humanos dentro del ciclo productivo, generando mayores patrones de control.

Para la implementación del Kanban digital en el traslado de facturas y seguimiento de pedidos, se desarrollaron instructivos de uso y fichas técnicas de soporte, las cuales fueron entregadas a los usuarios del sistema; el autor Acevedo (2020) sostiene que los procesos digitales necesitan estructuras documentales complementarias que no solo describan el uso del software, sino que establezcan protocolos ante eventos no planificados, como fallas del sistema o cambios en la programación.

7.4 Ejecución objetivo 4

El diseño e implementación de un plan de mejora requiere no solo la selección adecuada de herramientas técnicas, sino también la articulación sistemática de los elementos que permiten su ejecución efectiva. En este contexto, y como resultado del análisis detallado de los procesos del área de tableros de madera, se ha optado por una intervención integral que conjugue principios de la filosofía Lean Manufacturing, la estandarización documental, la nivelación de la producción y la gestión visual, con el propósito de reducir los tiempos improductivos, mejorar el flujo operativo y aumentar la calidad en el servicio al cliente. Esta fase del proyecto responde a la necesidad de traducir el diagnóstico realizado en acciones concretas, distribuidas en etapas secuenciales, con responsables claramente definidos, asignación realista de recursos y una estructura documental que garantice la trazabilidad, la sostenibilidad y la mejora continua del sistema.

7.4.1 Etapas de implementación

Para la primera etapa que corresponde a la actividad de la socialización del plan de mejora y capacitación del equipo de trabajo, cuyo propósito es asegurar que todos los actores comprendan el alcance, los objetivos y las herramientas que serán implementadas, en consecuencia en esta etapa contempla sesiones informativas lideradas por el jefe de producción y el área administrativa, en las cuales se presentarán los conceptos fundamentales del sistema Lean, el uso de listas de chequeo, la lógica del sistema Heijunka y la función de los dispositivos Poka Yoke. Además, se realizará un taller práctico de inducción para el uso de los nuevos formatos de inspección visual y de programación, con participación activa de operarios, auxiliares y supervisores. Según Gutiérrez y Rojas (2021), el éxito de un plan de mejora está directamente relacionado con el nivel de apropiación del personal,

por lo que esta fase se considera determinante para consolidar una cultura de mejora continua desde el inicio del proceso.

La segunda etapa consiste en la implementación progresiva de herramientas Lean seleccionadas, iniciando con la aplicación de las 5S en el área de madecantos y enchapes, mediante listas de chequeo diarias y formatos de inspección quincenal. Posteriormente, se incorpora la nivelación de producción a través del sistema Heijunka, utilizando el formato de programación semanal ajustado a la demanda real, y complementado con el tablero visual tipo Heijunka box. Paralelamente, se establecen los mecanismos de validación cruzada mediante guías Poka Yoke para el ingreso de medidas en el software y la revisión del mapa de corte antes de la ejecución. Esta fase se desarrollará de forma escalonada por área operativa durante tres semanas, permitiendo ajustes controlados que minimicen la resistencia al cambio. La experiencia documentada por López, Salazar y Fernández (2020) en empresas manufactureras medianas indica que la implementación por etapas reduce el impacto en la operación diaria y permite validar resultados parciales que fortalecen la adopción del sistema.

La tercera etapa contempla la evaluación y ajuste del sistema implementado, con base en indicadores previamente definidos como tiempo total del ciclo, tiempo de espera entre operaciones, porcentaje de cumplimiento del cronograma y número de no conformidades detectadas. Esta etapa inicia con una observación directa durante cinco días hábiles posteriores a la estabilización del nuevo flujo, seguido de un comité técnico de análisis de datos, donde participarán el jefe de planta, dos operarios por área, y el asesor externo del proyecto. El objetivo es identificar desajustes, resistencias o cuellos de botella no previstos, para ajustar los formatos, la distribución de carga o los tiempos asignados. Como lo expone Ordóñez (2019), la retroalimentación inmediata y participativa fortalece la sostenibilidad de los cambios implementados y promueve el aprendizaje organizacional. Esta fase cierra el ciclo de mejora inicial y prepara el terreno para la institucionalización del nuevo modelo de operación.

7.4.2 Asignación de responsables y recursos requeridos para la implementación

Para el cumplimiento efectivo del plan en este caso, se requiere la coordinación general del plan estará a cargo del jefe de producción, quien actuará como líder de implementación y tendrá la responsabilidad de convocar al equipo, validar cronogramas y garantizar la articulación entre las áreas operativas y administrativas. El responsable de calidad o auxiliar administrativo apoyará la implementación documental, el diligenciamiento de formatos y el levantamiento de informes de seguimiento. Para la ejecución técnica, se asignarán como responsables operativos directos los líderes de cada estación: corte, enchape y despacho, quienes orientarán a los operarios en la aplicación de las listas de chequeo 5S, el uso de mapas de corte estandarizados y la ejecución de controles cruzados en medidas. Esta estructura de roles permite distribuir la responsabilidad en niveles operativos y decisionales, asegurando una ejecución descentralizada pero coordinada, como lo recomiendan Torres y Calderón (2022) en procesos de mejora de manufactura ligera. A continuación, se muestra la tabla de requerimientos.

Tabla 14. Recursos requeridos para la implementación del plan de mejora

Tipo de recurso	Descripción específica	Cantidad estimada	Uso dentro del plan	Observaciones logísticas o de costo
Material	Listas de chequeo 5S impresas	25 unidades (5 por semana x 5 semanas)	Aplicación diaria en estaciones de corte, enchape y madecantos	Impresión interna o servicio externo bajo formato físico
Material	Carpetas clasificadoras con separadores	3 unidades	Organización de formatos por área (corte, enchape, despacho)	Compra sugerida en papelería técnica
Material	Señalización física (cintas, adhesivos, rótulos)	1 kit por estación (3 kits)	Implementación visual de criterios 5S (clasificación, orden, limpieza)	Requiere adhesivo industrial para zonas húmedas o con polvo
Material	Tableros visuales tipo Heijunka box	3 unidades (1 por estación)	Nivelación de producción diaria, seguimiento visual de pedidos	Elaboración manual con tablero MDF + etiquetas magnéticas
Material	Marcadores, borradores y elementos de soporte visual	1 set por estación	Soporte para el uso del Heijunka box y checklists	Uso continuo, requiere reposición mensual según desgaste

Tecnológico	Software de diseño (Leptón Optimazer) ya instalado	Uso existente	Ingreso y validación de medidas	Requiere capacitación complementaria
Tecnológico	Dispositivo móvil o tableta del área administrativa	1 dispositivo (uso compartido)	Registro de evidencia visual, captura de imágenes, control digital de formatos	Ya disponible en oficina; se debe asignar para uso de campo en implementación
Tecnológico	Computador de escritorio (administración)	1 estación de trabajo	Control de formatos, seguimiento de indicadores y ajustes al cronograma	Disponible en oficina; se requiere acceso reservado durante evaluación
Humano	Jefe de producción	10 horas semanales (6 semanas)	Coordinación del plan, validación de etapas, revisión de resultados	Requiere liberación parcial de actividades diarias
Humano	Auxiliar administrativo	4 horas semanales (6 semanas)	Apoyo documental, captura de datos, sistematización de formatos	Compatible con carga operativa existente
Humano	Líder de corte, enchape y despacho	1 hora diaria por estación	Aplicación directa del plan, orientación al operario	Supervisión operativa directa, sin sustitución completa del rol
Humano	Operarios por estación	Participación parcial	Aplicación de checklists, lectura de mapas, participación en capacitaciones	Capacitación previa es fundamental para su involucramiento

Fuente: Elaboración propia con datos investigativos (ver presupuesto estimado en anexo E).

Respecto a los recursos necesarios para la implementación, se contemplan tanto recursos tangibles como intangibles, por lo tanto en cuanto a los primeros, se requiere la impresión de 25 formatos tipo checklist (5 por semana durante 5 semanas), 3 tableros visuales tipo Heijunka Box (uno por estación), señalización física para rutas de tránsito, almacenamiento y descarte (según criterios de las 5S), y carpetas clasificadoras para organizar la documentación generada (listas, reportes y observaciones). En el plano tecnológico, se hará uso del software Leptón ya instalado, pero será necesario capacitar a los operarios sobre su manejo técnico y los errores recurrentes en el ingreso de medidas. Además, se utilizarán dispositivos móviles o tabletas del área administrativa para la captura de evidencia fotográfica y seguimiento visual durante la fase de evaluación.

De la misma manera, la capacitación del personal para la implementación es relevante, por lo cual se establecieron los siguientes objetivos para las formaciones.

Objetivo de la capacitación

- Capacitar al personal operativo, líderes de estación y auxiliares administrativos en la comprensión, aplicación y seguimiento de las herramientas Lean seleccionadas, garantizando su correcta implementación en el área de tableros de madera, con énfasis en la estandarización y mejora continua.

Objetivos específicos

- Sensibilizar al personal sobre la importancia de la mejora continua y la reducción de desperdicios.
- Formar en el uso adecuado de las listas de chequeo e inspección visual bajo criterios de 5S.
- Entrenar en la lectura y manejo del sistema de programación tipo Heijunka.
- Capacitar en la validación cruzada mediante guías visuales y dispositivos tipo Poka Yoke.
- Enseñar el uso correcto de los formatos documentales diseñados para la trazabilidad del proceso.

Los contenidos de los módulos de capacitación están orientados siguiendo ejes temáticos como:

Tabla 15. Contenidos temáticos capacitación

Módulo	Contenido	Duración estimada
Módulo 1 cultura de mejora	Filosofía Lean. Los 7 desperdicios. Mejora continua. Beneficios organizacionales.	2 horas
Módulo 2 herramienta 5S	Clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina. Aplicación práctica por estación.	2 horas
Módulo 3 sistema Heijunka	Nivelación de carga de trabajo. Uso del formato semanal y del Heijunka box.	2 horas
Módulo 4 Poka Yoke	Concepto, tipos y ejemplos. Validación cruzada en ingreso de medidas y revisión de mapas.	2 horas
Módulo 5 estandarización	Uso de formatos de inspección, listas de verificación, estructura documental y control visual.	2 horas

Fuente: Elaboración propia con datos investigativos.

Estos módulos permitirán a los empleados familiarizarse y manejar los cambios que se vana generar dentro de la compañía, permitiendo establecer modos de trabajo con niveles de eficiencia mayores e índices de productividad que les permitan potencializar cada aspecto dentro de la ejecución de sus labores.

Tabla 16. Cronograma de capacitaciones

Semana	Actividad	Duración total semanal	Responsable
Semana 1	Módulo 1 y Módulo 2 (5S)	4 horas	Jefe de producción
Semana 2	Módulo 3 (Heijunka) + entrega de tableros	2 horas	Líder de corte
Semana 3	Módulo 4 (Poka Yoke)	2 horas	Asesor externo / Líderes
Semana 4	Módulo 5 (Formatos e instructivos)	2 horas	Auxiliar administrativo

Fuente: Elaboración propia con datos investigativos.

El cronograma fue planteado con base en los lineamientos estandarizados que permitan la adquisición de la formación de una manera más clara y precisa sin interrumpir de manera puntual sus actividades laborales.

7.4.3 cronograma de ejecución

Con relación al cronograma de ejecución del plan de mejora se estableció un diagrama de GANT en donde se estipulan los tiempos posibles propuestos para las actividades, contemplando las fases y durabilidad de las mismas; se aclara que los tiempos están dados en semanas con desarrollos progresivos contando con la disponibilidad de los involucrados (Ver tabla 15).

Fase	Actividad específica	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Responsable principal	Apoyo
Socialización y capacitación	Reunión de apertura del plan con todo el personal							Jefe de Producción	Aux. administrativo
	Inducción sobre herramientas Lean (5S, Heijunka, Poka Yoke)							Jefe de Producción	Líderes de estación
	Taller práctico de diligenciamiento de formatos e inspecciones							Auxiliar administrativo	Líderes operativos

	Asignación y entrega de material (checklists, tableros, señalización)							Auxiliar administrativo	Supervisión del jefe de planta
Ejecución técnica	Implementación de 5S (clasificación, orden, limpieza por estación)							Líderes operativos	Operarios
	Instalación de señalización visual y tableros Heijunka							Jefe de Producción	Aux. administrativo
	Aplicación inicial de listas de chequeo e inspecciones visuales							Operarios	Líderes de estación
	Implementación del Heijunka box en programación diaria							Líderes operativos	Jefe de producción
	Validación cruzada de ingreso de medidas con guías Poka Yoke							Líder de corte	Operarios
Seguimiento y ajustes	Observación directa del flujo durante nueva operación							Jefe de Producción	Auxiliar administrativo
	Recolección de formatos y verificación de cumplimiento							Auxiliar administrativo	Líderes de estación
	Comité técnico de evaluación de resultados y ajustes							Jefe de Producción	Líderes operativos + asesor externo
	Ajuste final a formatos, cronograma y estructura documental							Auxiliar administrativo	Aprobación del jefe de planta

Fuente: Elaboración propia con datos investigativos.

Del mismo modo, se espera que este cronograma permita visualizar con precisión cuándo y quién ejecutará cada fase, asegurando la articulación de herramientas como 5S, Heijunka, listas de chequeo y validación Poka Yoke, con un enfoque participativo y sostenible.

8. DISCUSIÓN

La reestructuración operativa de la compañía estudiada representó un acto de sincronización estratégica entre el saber empírico del personal y los principios técnicos característicos de la administración Lean, evidenciando que la práctica puede ser mejorada a través de procesos de sistematización. El estudio detallado de los procesos laborales y de las fuentes de residuos posibilitó la identificación de patrones de ineficiencia que se habían normalizado, especialmente en fases como la documentación de medidas, el desplazamiento de materiales y la administración de documentos. Este procedimiento no se restringió a un análisis superficial, sino que se fundamentó en una interpretación crítica del entorno operativo, en consonancia con lo presentado por Pérez y Rodríguez (2020), quienes mencionan que la mejora real solo se posibilita cuando existen herramientas que se adaptan de manera puntual al contexto funcional y no en el sentido contrario, por consiguiente el plan de trabajo no impuso estándares superficiales, sino que se diseñó a través de mecanismos técnicos competentes, coherentes y con una cultura organizacional definida.

Para el caso de los aspectos destacados y relevantes del plan está la implementación que se proyectó de la metodología de las 5S, con la cual se presenta como punto de partida indispensable para cualquier tipo de intervención dentro de la búsqueda incesante por el orden, limpieza y disciplina en el área de trabajo. Aunque la aplicabilidad se encuentra pendiente, las listas de chequeo y formatos de verificación visual permitirán establecer una cultura de organización, clasificación y orden adecuado para el acceso a herramientas y materiales necesarios que son claves. Así mismo, los autores Hernandez y Soto (2019), sostienen que la aplicación coercitiva de las 5S genera hábitos a largo tiempo relacionados con la responsabilidad individual que se reflejan en la calidad del producto final.

Ahora bien, la nivelación del a carga mediante la programación Heijunka es considerado como un eje estratégico importante del plan de trabajo, ya que en lugar de acelerar la producción busca contribuir al balance estratégico de la carga laboral y la eficiencia sistemática dentro de las áreas de trabajo, mejorando así el flujo de trabajo. De igual manera, la incorporación de tableros de tipo Heijunka, así como el uso de formatos semanales codificados y la secuencia física de pedidos facilitara la

coordinación de los operarios y administrativos aumentando la fluides del trabajo. Al respecto Gómez y Valencia (2021) menciona que la programación nivelada permite enfrentar condiciones de variabilidad operativa que son en muchos casos propias de los sistemas flexibles, ya que establecer lógica visual compartida disminuye las condiciones de incertidumbre y favorece la toma de decisiones, a lo cual esta herramienta cumple con el plan de trabajo y potencializa la disminución de tiempos de espera.

Sobre esta misma línea, en relación a la prevención de errores se presenta la propuesta de implementar validaciones cruzadas mediante guías tipo Poka Yoke, a pesar de su fácil implementación su incidencia es significativa, permitiendo reducir la incidencia a los fallos en los ingresos de los datos, ya que se diseñan instructivas visuales con pasos claros y campos de llenado obligatorios. Por tal motivo, los autores Vargas y López (2022) concuerdan que la esencia del sistema Poka Yoke no radica principalmente en radicar errores por la modalidad del castigo, por el contrario intenta rediseñar un sistema que no pueda producirse sin ser detectado; por consiguiente el principio central de la propuesta está en priorizar la autonomía operativa y la ergonomía cognitiva por encima del control sobre el error, esto permite empoderar al trabajador como primer fiscalizador de calidad generando cultura de autocuidado y responsabilidad por sus labores.

Con relación a la estandarización documental reflejada en la creación de listas, formatos, manuales etc., resulta relevante para estandarizar los procesos de una manera sostenible, ya que estos documentos permiten retroalimentar el sistema de evidencias de manera objetiva, tal y como lo menciona Castillo y Morales (2020) argumentando que los procesos de gestión documentales son en esencia sistemas personalizado que permiten mantener la trazabilidad de los datos y reproducir las buenas prácticas de manera confiable. Por tal motivo, el valor agregado de esta propuesta radica en la simplicidad y accesibilidad de los formatos diseñados e implementados a través de la asistencia tecnológica, facilitando la integración inmediata a la compañía.

El plan también contempla el componente formativo que reconoce el papel actoral del trabajador como objeto de cambio, ya que las capacitaciones proyectadas no están

limitadas a simples procesos de transmisión de información, sino que buscan construir un sujeto consiente y responsable dentro de la organización para el mejoramiento y la calidad permanente. Al respecto Salazar (2018) señala que las mejoras sostenibles son logradas cuando los trabajadores comprenden el sentido y el valor del cambio, participando activamente en su diseño, adquiriendo de esta manera un enfoque pedagógico dialogante. Criterio que por su valor indiscutible fue respetado al diseñar las sesiones formativas con espacios de construcción conjunta y cuyas herramientas se contextualizan al plano laboral, se prueban y se adaptan a las necesidades corporativas.

Conforme lo planteado anteriormente se evidencia que, no se necesita una transformación tecnológica de costos altos y demandas exigentes, más bien se hace uso de una mirada crítica al sistema de implementación sobre la cotidianidad del trabajo y sus impactos en las tareas diarias que pueden o no afectar el sistema productivo de la empresa. Se aclara que el diseño no promete soluciones instantáneas, más bien se proponen soluciones proyectadas a largo plazo para la mejora de la calidad del servicio y la utilidad de la empresa, actos que al final concuerdan con los argumentos de Zambrano y Rincón (2021) quienes reafirma que la mejora continua no se debe pensar como una meta puntual, sino como una actitud organizacional de observación y aprendizaje constante.

9. CONCLUSIONES

La construcción de un plan de mejora para los procesos operativos de la empresa Tableros de Madera permitió identificar las condiciones estructurales que afectan la eficiencia productiva, debelando no solo las tensiones producto de los cuellos de botella y las interrupciones logísticas, sino también los fallos en la toma de decisiones en los procesos y la coherencia entre las tareas interdependientes, por lo tanto, el análisis muestra que el sistema actual de la empresa está operando bajo una lógica reactiva que se encuentra en un estado de vulnerabilidad, tanto por errores humanos como con la poca capacidad de retroalimentación operativa. En el proceso diagnóstico respaldado por los flujogramas, análisis causa raíz (VSM) e inspecciones visuales, confirmo que existen pérdidas de tiempo, materiales y esfuerzo considerables, que no solo obedecen a limitaciones estructurales, sino a ausencias prolongadas de la metodología implementada que pueda regular el flujo de información, la asignación de recursos y estandarización de los ciclos de producción que afectan la calidad y los tiempos de ciclo para producir los productos con indicadores de calidad elevados.

En relación a estos hallazgos, se estructuro un esquema de intervención basado en herramientas Lean Manufacturing, que corresponden a los principios de economía operativa, sin comprometer la adaptabilidad del sistema, por lo tanto, el modelo incorpora metodologías como las 5S, Heijunka y Poka Yoke de manera articulada y no como soluciones aisladas, es decir que operan desde la reorganización y se complementan entre sí para lograr objetivos puntuales de mejora. En este sentido estas herramientas fueron adaptadas al contexto de la empresa priorizando la modularidad, la autogestión y la replicabilidad de las practicas estandarizadas; a consecuencia de lo anterior la inclusión no buscaba solo un ambiente operativo, sino una transformación dinámica del ambiente laboral desde un enfoque de control visual y la toma de decisiones de manera descentralizada, atacando directamente la variabilidad de los procesos sin perder las características flexibilizantes de la ejecución de los procesos mejorando las unidades de tiempo en el ciclo de producción.

Así mismo, la estructura del sistema documental realiza aportes hacia la dimensión de la formalización de cada proceso, el cual es imprescindible si se desea garantizar la continuidad en las acciones de mejora propuestas, por lo tanto, la construcción de formatos estandarizados, listas de verificación, instructivos visuales y mecanismos del control responde a la necesidad de institucionalizar el conocimiento y eliminar las ambigüedades en la ejecución de las labores propias de los cargos. Por lo tanto, esta propuesta documental representa una interfaz entre la práctica empírica y la sistematización técnica, posibilitando la migración de un modelo de trabajo informal a uno basado en datos verificables, métricas de desempeño y estandarización funcional.

En concordancia con lo anterior, la propuesta de implementación fue concebida desde el enfoque de viabilidad de manera progresiva, estableciendo segmentos en las acciones a través de fases interdependientes y claramente asignando responsables según los niveles de competencias técnicas, capacidades de decisión y niveles de exposición al proceso productivo; sobre esta línea se elaboró el cronograma considerando los periodos de ajuste, retroalimentación y control, lo cual facilita la integración de operaciones al ciclo productivo sin generar interrupciones en la totalidad de dicho ciclo. Aquí cobra sentido la formación como componente técnico, ya que trasciende a la capacitación tradicional y se orienta hacia el desarrollo de habilidades operativas que son contextualizadas basándose en pensamiento crítico sobre la producción y el dominio de herramientas de mejora.

Las herramientas propuestas tienen el potencial de actuar como catalizadores de un cambio sistémico que trascienda la reducción de tiempos improductivos para instaurar una cultura organizacional fundamentada en la técnica, la estandarización racional y el aprendizaje operativo continuo. Este enfoque integral, de ser implementado, podría consolidar un sistema de producción con menor exposición al error, mayor estabilidad en la programación y mayor capacidad para generar valor sostenido en el tiempo. Así, el trabajo no solo aporta un marco técnico de intervención, sino una arquitectura de gobernanza operativa con alcance replicable y ajustable a otras unidades productivas con características similares.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, L. (2020). *Sistema Kanban para mejorar la productividad de los procesos de fabricación*. Informe de investigación, Politécnico Universidad de Puerto Rico. Obtenido de https://prcrepository.org/bitstream/handle/20.500.12475/1081/Articulo%20Final_%20Laura%20Acevedo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Acuña, J. (2019). *Diseño de un sistema de control de calidad*. Costa Rica: Elseiver.
- Álvarez, H., & Díaz, M.(2021). Implementación de herramientas lean manufacturing para la mejora de procesos productivos en PYMES del sector madera. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 3(2), 25–39. <https://revistas.itm.edu.co/index.php/tecnologicas/article/view/1975>
- Antolín, A. (2023). *Modelo de aplicación de la metodología en mejora continua “LEAN MANUFACTURING” en la gestión de una bodega en Ribera de*. Trabajo de grado, Universidad de Valladolid, Valladolid. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/61551/TFG-L3483.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arango, L., & Restrepo, D. (2017). *Diseño de un modelo de scoring para el otorgamiento de un crédito de consumo en una compañía de financiamiento colombiana*. Trabajo de grado, Universidad EAFIT, Medellín. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/159381662.pdf>
- Arrieta, H., Vega, G., & Gómez, N. (2008). Metodología para la selección y jerarquización de problemas en procesos de mejora continua. *Scientia et Technica*, 14(38), 89–94. <https://www.redalyc.org/pdf/292/29212108.pdf>
- Buzon, J. (2019). *Lean Manufacturing*. Elearning.
- Cantó, M., & Gandia, A. (2019). Cómo aplicar "Value Stream Mapping" (VSM). *3C Tecnología Glosas de innovación aplicadas a la pyme*. Dialnet.
- Carmona, M., Suárez, E., & Calvo, A. (2016). Sistemas de gestión de la calidad: un estudio en empresas del sur de España y norte de Marruecos. *Revista Española de Documentación Científica*, 39(2), e133. <https://doi.org/10.3989/redc.2016.2.133>
- Cárdenas, L., & Gómez, J. (2019). Gestión de procesos operativos en entornos productivos artesanales: análisis técnico y estratégico. *Revista Facultad de*

- Ingeniería, Universidad de Antioquia, (91), 124-136.
<https://doi.org/10.17533/udea.redin.20201248>
- Castillo, F., & Morales, E.(2020). La documentación en la mejora continua de procesos: análisis aplicado en entornos productivos de baja automatización. *Revista Ingeniería y Competitividad*, 22(2), 152-166.
<https://doi.org/10.25100/iyv.v22i2.8825>
- Chávez, A., & Pariona, M. (2024). *Propuesta para aumentar la productividad en la línea de producción del extractor de aire utilizando las herramientas Heijunka, MRP, estudio de tiempos y movimientos, 5S en una empresa del sector metalmecánico*. Trabajo de grado, UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, Lima. Obtenido de
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/682828/Chavez_PA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Correa, F. (2007). *Manufactura esbelta (Lean Manufacturing). Principales herramientas*. México: Panorama Administrativo.
- Cuadros, L., & Vásquez, B.(2018). Propuesta de mejora del sistema de producción de láminas de madera de 4mm en una empresa del sector maderero utilizando herramientas de Lean Manufacturing. Buga, Colombia: Repositorio Universidad del Valle.
- Cubillos, M., & Rozo, D. (2009). El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad. *Revista de la Universidad de la Salle*, 80-99.
- Cruz, A. (2017). Sistema de gestión ISO 9001:2015: Técnicas y herramientas de ingeniería de calidad para su implementación . *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 59-69.
- Felipe, S., Daniel, M., Antonio, L., & Eliseo., S.(2013). Comportamiento y Organización. *Implementación del Sistema de Gestión de Calidad 5S'S*. Colombia: Scielo.
- Fontalvo, J., & Hoz, E.(2018). Diseño e Implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2015 en una Universidad Colombiana. *SciELO Chile*, 35-44.
- Gómez, I. (2018). Diseño de un modelo para la implementación de un Sistema de Gestión de Calidad, en la oficina asesora jurídica de la Alcaldía Municipal de

- Guadalajara de Buga, según la Norma ISO 9001:2015. Guadalajara de Buga, Colombia: Repositorio Universidad del Valle.
- Gómez, D., & Valencia, J.(2021). Aplicación de la herramienta Heijunka para nivelación de la carga de trabajo en una empresa de manufactura flexible. *Revista Universidad EAN*, 91(1), 109-125.
<https://doi.org/10.21158/01208160.n91.2021.2770>
- Hernandez, F., & Pérez, R. (2017). Análisis de modo y efecto de la falla en el proceso de. Bogotá, Colombia: Repository udistrital.
- Hernandez, T., Gómez, K., Ibarra, G., Vargas, M., & Guaderrama, A. (2015). Implementacion de POKA YOKE en herramientas para la disminución de PPMSen estación de ensamble. *Culcyt*(64), 57-63. Obtenido de <https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/issue/view/619/739>
- Hernández, A., & Soto, L. (2019). Implementación de la metodología 5S en procesos artesanales de producción para optimización del tiempo y el espacio. *Revista Científica y Tecnológica Qantu Yachay*, 5(2), 35-44.
<https://revistas.unibg.edu.pe/index.php/qantu/article/view/656>
- Herrera, R. (2006). El concepto de calidad: Un marco conceptual. *Revista de la Universidad de Costa Rica*, 107-121.
- Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. (10 de 2 de 2021). *Importancia de un Sistema de Gestión de la Calidad*. Recuperado el 22 de April de 2024, de Colegio Mayor de Antioquia: <https://www.colmayor.edu.co/importancia-de-un-sistema-de-gestion-de-la-calidad/>
- Jauregui, A., & Soler, V.(2017). Lean Manufacturing: Tools to improve productivity in businesses. Perú: 3C Empresa.
- L., S. L., & G., M. C. (2002). La importancia de la cultura organizacional en la implementación y mantenimiento de sistemas de gestión de calidad basados en la norma ISO 9000. Colombia: Jstor.
- Landazábal, M., Ruiz, C., Álvarez, Y., & Padilla, H. (2018). Lean manufacturing: 5s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia. Cartagena, Colombia: Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco.
- León, R., Urquiaga, A., & Acevedo, J.(2022). Guía para la aplicación de una estrategia de mejora continua. Colombia: Ingeniería Industrial/ISSN 1815-5936/Vol. XLIII/No. 2/abril-junio /2022/43.

- Marjorie, R., & Peltroche, J.(2019). Propuesta para la implementación del sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2015 en el molino Capricornio Import S.A.C, Chiclayo. Cuba: Nucleus.
- Mejía, D., & Ríos, V. (2020). Modelo de estandarización de procesos y su impacto en la productividad de talleres manufactureros informales. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (89), 135-151.
<https://doi.org/10.21158/01208160.n89.2020.2447>
- Morales, S., & Riascos, P.(2017). Propuesta de implementación del sistema de gestión de calidad ISO 9001:2015, aplicable para la empresa Arquitectos DCA S.A.S. Colombia: Repositorio Universidad del Valle.
- Muñoz, G., & Duque, D. (2021). La calidad como herramienta estratégica para la gestión empresarial. Ecuador: SciELO .
- Páez, J.(2022). Propuesta de implementación documental del sistema de gestión de calidad de la empresa El Sitio del Chontaduro bajo la Norma ISO 9001:2015. Zarzal, Colombia: Repositorio Universidad del Valle.
- Pájaro, E. (2013). La importancia de un sistema de gestión de la calidad en la alcaldía municipal de Turbaco (Bolívar Colombia). Basado en la norma técnica NTCGP 1000: . Colombia: Repositorio Udec.
- Pariona, R. (2018). Implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma ISO 9001:2015 en una empresa consultora especializada en servicios de ingeniería. Perú: Repositorio Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Pérez, M., & Rodríguez, H. (2020). Metodologías de mejora en procesos operativos artesanales: estudio de caso en talleres de mobiliario en madera. *Revista de Investigación en Ciencias Empresariales*, 14(1), 75–89.
<https://revistas.utp.edu.co/index.php/reice/article/view/22971>
- Piñero, E., Vivas, F., & Flores de Valga, L. (2018). Programa 5S's para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo. *Actualidad y Nuevas Tendencias*, 6(20), 99-110. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/2150/215057003009/215057003009.pdf>
- Pizarro, W., & Vargas, N.(2018). Propuesta de aplicación de herramientas Lean Service para el mejoramiento en el servicio de laboratorio clínico para una IPS ubicada en Guadalajara de Buga. Buga, Colombia: Repositorio Universidad del Valle.

- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad. España: Díaz de Santos.
- Rave, J., Rodríguez, C., & Manco, O. (2010). Uso de herramientas de mejoramiento y su incidencia en costos, fallas y factores de éxito de grandes y medianas empresas industriales del Valle de Aburrá. Antioquia, Colombia: Scielo Brasil.
- Rodríguez, L. (2021). Sistema de Gestión de Calidad para una MiPyme en Colombia. 23. Recuperado el 22 de 04 de 2024, de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/39054/RodriguezValbuenaDeicyLiliana2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rodríguez, B.(2021). Implementación de un sistema de gestión de calidad aplicando la norma ISO 9001:2015 para mejorar la gestión administrativa de la Empresa Naylamp Ingenieros S.A.C. Perú: Repositorio institucional continental.
- Rodríguez, J., & Rodríguez, B. (2013). Diagnóstico y propuesta de mejoramiento en el proceso de producción de una empresa productora de enseres metálicos y de madera a través de las diferentes herramientas Lean Manufacturing. Colombia: Repositorio Universidad del Valle.
- Romero, L., & Salas, R. (2021). Capacitación técnica como eje de sostenibilidad en proyectos de mejora continua: estudio de caso en empresas de mobiliario. Revista Científica General José María Córdova, 19(33), 311–330.
<https://doi.org/10.21830/19006586.872>
- Saavedra, Y., Ávila, E., & MENDÍVIL, B.(2020). Reflexión crítica de los sistemas de gestión de calidad: ventajas y desventajas. Colombia: Redalyc.
- Salazar, D. (2018). Diagnóstico de procesos como herramienta para la reestructuración operativa: una mirada desde la ingeniería industrial. Revista Ciencia y Sociedad, 43(1), 45-60.
<https://doi.org/10.22206/cys.2018.v43i1.pp45-60>
- Torres, M., & Rincón, J. (2020). Diseño de planes de mejora operativa con enfoque en manufactura esbelta en empresas con procesos manuales. Ingeniería, 25(1), 79–94. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ingeninv/article/view/83755>
- Vargas, S., & López, A.(2022). El sistema Poka-Yoke como estrategia de calidad en contextos de producción artesanal. Ingeniería Industrial, 38(1), 30–46.
<https://revistas.upb.edu.co/index.php/ingenieria-industrial/article/view/7421>

- Vargas, D., & Camacho, P. (2022). Mapeo de flujo de valor (VSM) y su aplicabilidad en procesos personalizados con bajo grado de automatización. *Revista Iberoamericana de Ingeniería Industrial*, 16(1), 41–58.
<https://doi.org/10.47554/revibii.v16i1.952>
- Vergara, I., Marmolejo, N., Mejía, A., Caro, M., & Rojas, J.(2014). Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una Empresa de Confecciones. Colombia: *Ingeniería Industrial/ISSN 1815-5936/Vol. XXXVII/No. 1/enero-abril/2016/p. 24-35.*
- Villa, A. (2019). Diseño de un Sistema de Gestión de Calidad basado en la Norma ISO 9001:2015 para la Empresa S&S, Servicios y Suministros de Ingeniería Ltda. Colombia: Repositorio Universidad del Valle .
- Villalva, G. (2008). Herramientas y técnicas lean manufacturing en sistemas de producción y calidad. Hidalgo: Universidad Autónoma del estado de Hidalgo.
- Zambrano, J., & Rincón, C. (2021). Transformación operativa mediante principios Lean: de la eficiencia técnica a la sostenibilidad organizacional. *Revista Ingeniería y Región*, 39(2), 98–113.
<https://doi.org/10.24054/16925750.v39.n2.2021.3795>

Anexos

Anexo A. Tiempos de observación

Tiempo de observación de los procesos						
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	Promedio
RECEPCION DEL PEDIDO						
VERIFICACION DE DISPONIBILIDAD DE MP	35	38	42	35	38	37,6
DIGITACION DE MEDIDAS EN SOFTWARE	1200	1158	1175	1114	1280	1185,4
VERIFICACION DE MEDIDAS CORRECTAS	675	650	600	715	703	668,6
IMPRESIÓN DE MAPAS DE CORTE Y GUIAS DE CANTO	15	26	32	31	18	24,4
UBICACIÓN DE MADECANTOS	1050	1150	1425	1341	1159	1225
GENERACION DE FACTURA DE VENTA	60	57	60	59	60	59,2
TRASLADO DE FACTURA A TABLERO DE PEDIDOS	35	42	55	60	48	48
TOTAL CICLO	3070	3121	3389	3355	3306	3248,2
ESPERA 1	120	137	150	125	114	129,2
PAGOS PEDIDOS						
BUSQUEDA DE FACTURA GENERADA	30	45	75	110	87	69,4
PAGO DE FACTURA	60	110	54	44	68	67,2
TOTAL CICLO	90	155	129	154	155	136,6
ESPERA 2	7200	8900	10054	6953	7235	8068,4
CORTE						
REVISION DE MAPA DE CORTE	100	240	180	110	95	145
CORTE DE LAMINAS (2 SENCILLAS Y 2 COMPLEJAS)	15148	15150	15149	15150	15152	15149,8
TOTAL CICLO	15248	15390	15329	15260	15247	15294,8
ESPERA 3	1800	1795	1859	1840	1810	1820,8
ENCHAPE						
BUSQUEDA DE ENCHAPE	780	850	798	898	920	849,2
ENCHAPE DE LAMINAS (2 SENCILLAS Y 2 COMPLEJAS)	9345	9347	9344	9345	9347	9345,6
TOTAL CICLO	10125	10197	10142	10243	10267	10194,8
ESPERA 4	14400	14465	14488	14467	14493	14462,6
DESPACHO						
EMBALAJE DE MODULOS Y CONTEO	1750	2750	1680	3540	4854	2914,8
DISTRIBUCION	2700	57600	230400	129600	144000	112860
TOTAL CICLO	4450	60350	232080	133140	148854	115774,8
TIEMPO TOTAL ESTIMADO	32983	89213	261069	162152	177829	
PROMEDIO POR ACTIVIDAD	32983,00	89213,00	261069,00	162152,00	177829,00	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo B. Ritmos de trabajo

Ritmo de trabajo	
Tiempo (segundos)	Valoración
20	Acelerado
30	Rápido
60	Optimo
300	Bueno
600	Normal
1500	Regular
2000	Lento
7200	Deficiente

Fuente: Elaboración propia.

Anexo C. Calculo Takt Time (VSM)

Takt Time		
Demanda mensual del cliente		700
Día de trabajo (8 horas de trabajo diarias)		8
Días laborales en el mes		20
horas de descanso		2
Disponibilidad de las maquinas		100%
Formula	Horas de T- Horas de des / Demanda diaria	617,14 segundos * unidad procesada
Takt time= tiempo disponible/unidades demandadas		<i>Tiempo en horas (20 días / 8 horas laborales por día)</i>
LAMINAS PROCESADAS POR DIA	35	
LAMINAS PROCESADAS POR MES	700	
LAMINAS PROCESADAS ANUALES	8400	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo D. Observación (VSM futuro) cálculos

Tiempo de observación de los procesos			
Actividad	Tiempo (segundos)	Tiempo normal de trabajo	Tiempo estándar
RECEPCION DEL PEDIDO			
VERIFICACION DE DISPONIBILIDAD DE MP	35	10,5	12,08
DIGITACION DE MEDIDAS EN SOFTWARE	900	5400,0	6210,00
VERIFICACION DE MEDIDAS CORRECTAS	330	990,0	1138,50
IMPRESIÓN DE MAPAS DE CORTE Y GUIAS DE CANTO	15	3,0	3,45
UBICACIÓN DE MADECANTOS	300	1800,0	2070,00
GENERACION DE FACTURA DE VENTA	60	36,0	41,40
TRASLADO DE FACTURA A TABLERO DE PEDIDOS	35	10,5	12,08
TOTAL CICLO	1675	8250,0	9487,50
ESPERA 1	120		0,00
PAGOS PEDIDOS			
BUSQUEDA DE FACTURA GENERADA	30	9,0	10,35
PAGO DE FACTURA	60	36,0	41,40
TOTAL CICLO	90	45,0	51,75
ESPERA 2	5400		
CORTE			
REVISION DE MAPA DE CORTE	100	300,0	345,00
CORTE DE LAMINAS (3 SENCILLAS Y 6 COMPLEJAS)	15148	1090656,0	1254254,40
TOTAL CICLO	15248	1090956,0	1254599,40
ESPERA 3	1200		
ENCHAPE			
BUSQUEDA DE ENCHAPE	45	13,5	15,53
ENCHAPE DE LAMINAS (3 SENCILLAS Y 6 COMPLEJAS)	9345	10279,5	11821,43
TOTAL CICLO	9390	10293,0	11836,95
ESPERA 4	7200		
DESPACHO			
EMBALAJE DE MODULOS Y CONTEO	1750	26250,0	30187,50
DISTRIBUCION	2700	54000,0	62100,00
TOTAL CICLO	4450	80250,0	92287,50
TIEMPO TOTAL ESTIMADO	30853	1189794	1368263
PROMEDIO POR ACTIVIDAD	30853,00	1189794,00	1368263,10
	137332		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo E. Presupuesto de implementación

Presupuesto Estimado Materiales			
Ítem	Cantidad	Precio unitario (COP)	Total estimado (COP)
Checklists 5S impresos	25 und	5000 c/u	125000
Carpetas clasificadoras con separadores	3 und	20000 c/u	60000
Señalización física (cintas, adhesivos, rótulos) – kit por estación	3 kits	80000 kit	240000
Tableros visuales tipo Heijunka Box	3 und	200000 c/u	600000
Marcadores, borradores, soportes visuales	Sets para 3 estaciones	40000 set	120000
Total inversión materiales estimados por ciclo			1145000

Fuente: Elaboración propia con cotizaciones web.

Presupuesto Tecnológico
Capacitación en uso del software Leptón: se requiere recurso humano interno (no hay costo por software, ya está instalado).
Dispositivo móvil o tableta: ya disponible, sin costo adicional.
Computador de escritorio: ya disponible.

Fuente: Elaboración propia con cotizaciones web.

Presupuesto Costos Humanos			
Rol	Horas estimadas	Tarifa estimada (Cop/hr)	Total estimado (COP)
Jefe de producción	60 h (10 h/sem x 6 sem)	50000/h	3000000

Auxiliar administrativo	24 h (4 h/sem x 6 sem)	25000/h	600000
Líderes de estación (corte, enchape, despacho)	1 h/día x 6 sem ≈ 30 h/estación	30000/h est.	2700000 (3 líderes)
Operarios (participación parcial)	integración en turnos	sin costo adicional o asumido	
Total recursos humanos estimado:			\$6 300 000 COP

Fuente: Elaboración propia con cotizaciones web.

Anexo F. Modelo tarjeta visual Kanban para madecantos

Kanban Madecantos

Item No.	Descripción	Cantidad
Ubicación actual	Locación de destino	Solicitud de departamento
Fecha de pedido	Fecha de vencimiento	Solicitante
Prioridad	Aprobación	Card No.
Comentarios		
Imagen del ítem		
Insert Photo		
Item Barcode		
Insert Barcode		
0		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo G. Formatos POE de funciones y verificaciones

POE-PR-01 – Corte de tableros de madera		POE-PR-02 – Enchapado de cantos		POE-PR-03 – Perforado y mecanizado básico	
Código	POE-PR-01	Código	POE-PR-02	Código	POE-PR-03
Versión	1.0	Versión	1.0	Versión	1.0
Fecha	30/08/2025	Fecha	30/08/2025	Fecha	30/08/2025
Elaboró	Autor(a)	Elaboró	Autor(a)	Elaboró	Autor(a)
Revisó	Calidad	Revisó	Calidad	Revisó	Calidad
Aprobó	Gerencia	Aprobó	Gerencia	Aprobó	Gerencia
Propósito	Asegurar adherencia continua del canto y acabado sin rebabas.	Estandarizar perforaciones para herrajes con precisión y repetibilidad.		Estandarizar perforaciones para herrajes con precisión y repetibilidad.	
Alcance	Piezas provenientes de corte con canto en PVC-melamina-madera.	Perforaciones 35 mm bisagras y taladros guía en banco o plantilla.		Perforaciones 35 mm bisagras y taladros guía en banco o plantilla.	
Referencia	ISO 9001; fichas de adhesivo (EVA/PUR) y enchapadora.	Especificaciones de herrajes; manual de taladro; POE-PR-01.		Especificaciones de herrajes; manual de taladro; POE-PR-01.	
Definiciones	EVA, PUR, rascadores.	Plantilla, tope.		Plantilla, tope.	
Roles y responsabilidades	Operario: set-up-operación; Auxiliar: alimentación-limpieza; Calidad: muestreo.	Operario: set-up/ejecución; Calidad: muestreo.		Operario: set-up/ejecución; Calidad: muestreo.	
Equipos roles y materiales	Enchapadora con rodillos y trimmers, cinta de canto, paños y solvente autorizado.	Taladro banco, broca Forstner 35 mm, topes, plantillas, calibre.		Taladro banco, broca Forstner 35 mm, topes, plantillas, calibre.	
EPP obligatorio y seguridad	Gafas, auditiva, guantes térmicos, mascarilla si solventes; evitar contacto con cola caliente.	Gafas, auditiva, guantes ajustados; sujeción de piezas.		Gafas, auditiva, guantes ajustados; sujeción de piezas.	

Entradas (inputs)	Piezas cortadas etiquetadas; especificación de canto.	Piezas cortadas/enchapadas; plano con cotas.	Piezas cortadas/enchapadas; plano con cotas.
Salidas (outputs)	Piezas enchapadas limpias y uniformes.	Piezas perforadas dentro de tolerancia, sin astillas.	Piezas perforadas dentro de tolerancia, sin astillas.
Procedimiento paso a paso	1. Verificar especificaciones de canto. 2. Configurar: EVA 180–200 °C; velocidad 8–12 m/min; presión acorde. 3. Probar con retazo y validar acabado. 4. Control cada 10 piezas: adherencia (prueba de cuña), sobreespesor $\leq 0,2$ mm, limpieza. 5. Trimming/rascado y pulido final. 6. Etiquetar lote y separar NC. 7. Registrar parámetros (T, v) y consumos.	1. Configurar topes (22 mm) y profundidad (12–13 mm). 2. Prueba y ajuste del herraje. 3. Perforar con soporte posterior para evitar astillado. 4. Control: distancia a canto $\pm 0,2$ mm y profundidad $\pm 0,2$ mm. 5. Etiquetar lote y registrar incidencias.	1. Configurar topes (p. ej., 22 mm) y profundidad (12–13 mm). 2. Prueba y ajuste del herraje. 3. Perforar con soporte posterior para evitar astillado. 4. Control: distancia a canto $\pm 0,2$ mm y profundidad $\pm 0,2$ mm. 5. Etiquetar lote y registrar incidencias.
Parámetros técnicos y tolerancias	Adherencia 100 %; sobreespesor 0–0,2 mm; sin lagunas >1 mm; color uniforme.	Distancia a canto $\pm 0,2$ mm; profundidad $\pm 0,2$ mm.	Distancia a canto $\pm 0,2$ mm; profundidad $\pm 0,2$ mm.
Registros y formularios asociados	FR-PR-03 Set-up; FR-CQ-02 Inspección; LC-PR-03 Checklist diario.	FR-PR-04 Registro; FR-CQ-03 Inspección; LC-PR-04 Set-up	FR-PR-04 Registro; FR-CQ-03 Inspección; LC-PR-04 Set-up.
Indicadores KPI	FPY; % conformidad; retrabajos; consumo cola/canto por m.	FPY; % dentro de tolerancia; tiempos por lote.	FPY; % dentro de tolerancia; tiempos por lote.
Riesgos y controles	Térmico/atrapamiento/vapores : resguardos, EPP, ventilación.	Atrapamiento/proyección astillas: sujeción, EPP, pantalla.	Atrapamiento/proyección astillas: sujeción, EPP, pantalla.

Anexos y checklist	Guía de defectos; hoja de parámetros; checklist de limpieza.	Plantillas homologadas; patrón maestro.	Plantillas homologadas; patrón maestro.		
POE-AL-01 – Almacenamiento e inventarios		POE-PC-01 – Planificación y programación		POE-CQ-01 – Control de calidad	
Código	POE-AL-01	Código	POE-PC-01	Código	POE-CQ-01
Versión	1.0	Versión	1.0	Versión	1.0
Fecha	30/08/2025	Fecha	30/08/2025	Fecha	30/08/2025
Elaboró	Autor(a)	Elaboró	Autor(a)	Elaboró	Autor(a)
Revisó	Calidad	Revisó	Calidad	Revisó	Calidad
Aprobó	Gerencia	Aprobó	Gerencia	Aprobó	Gerencia
Proposito	Conservar materiales, trazabilidad y exactitud de inventario.	Secuenciar órdenes al ritmo de capacidad minimizando esperas.		Asegurar especificaciones por etapa evitando retrabajos.	
Alcance	Recepción, almacenamiento, surtido y control de tableros y cantos.	Plan maestro semanal y programación diaria del área.		Inspecciones en corte, enchapado, mecanizado y pre-despacho.	
Referencia	Buenas prácticas; ISO 9001 (8.4, 8.5).	Reglas de programación; TOC; Heijunka.		ISO 9001 (8.6).	
Definiciones	FIFO/FEFO; Kardex.	OTD, CT, WIP.		AQL; FPY.	
Roles y responsabilidades	Auxiliar: recepción/registro; Líder: control/conteos; Producción: retiro con vale.	Planificador: secuencias; Jefe: balanceo; Operación: ejecución.		Inspector: verificaciones; Operario: autocontrol; Jefe: liberación.	
Equipos roles y materiales	Estanterías, higrómetro, separadores, film, montacargas.	Hoja/soft de optimización; tablero visual; andon.		Cinta métrica calibrada, escuadra, calibre, medidor de espesor.	
EPP obligatorio y seguridad	Calzado, guantes anticorte, casco; ayudas mecánicas.	EPP administrativo y ergonomía.		EPP básicos y 5S.	

Entradas (inputs)	OC/guía/factura; especificaciones.	Pedidos, fechas, capacidad, lista de corte.	Planos y tolerancias; órdenes; registros previos.
Salidas (outputs)	Material conforme, ubicado y registrado; vale de surtido.	Plan diario nivelado, hoja de ruta y andon de prioridades.	Producto conforme liberado; registro y acciones sobre NC.
Procedimiento paso a paso	1. Recepcionar y verificar; registrar en FR-AL-01. 2. Etiquetar palets con código/lote/fecha y ubicación. 3. Almacenar horizontalmente; humedad 45–60 %. 4. Surtir contra vale FR-AL-02 y actualizar stock. 5. Conteos cíclicos semanales; tolerancia ≤ 1 %. 6. Segregar no conformes y reportar.	1. Consolidar pedidos y carga por proceso. 2. Agrupar por material/espesor y fecha promesa. 3. Generar listas de corte y hoja de ruta. 4. Liberar trabajo con 'pull' y capacidad disponible. 5. Reprogramar incidencias y comunicar cambios.	1. Corte: medir dimensiones/escuadra. 2. Enchapado: adherencia-sobreespesor-acabado. 3. Mecanizado: cotas críticas. 4. Pre-despacho: conteo/limpieza/protección. 5. Registrar NC y disposición; actualizar indicadores.
Parámetros técnicos y tolerancias	Diferencia inventario ≤ 1 %; daño por humedad = 0.	WIP objetivo; tamaño de lote; lead time objetivo.	Dimensión $\pm 0,5$ mm; escuadra $\leq 0,2$ mm/300 mm; sobreespesor $\leq 0,2$ mm.
Registros y formularios asociados	FR-AL-01 Kardex; FR-AL-02 Vale; LC-AL-01 Recepción.	FR-PC-01 Plan diario; FR-PR-02 Lista; FR-PC-02 Hoja de ruta.	FR-CQ-01/02/03; FR-RNC-01; LC-CQ-01.
Indicadores KPI	Exactitud de inventario; tiempos de surtido; pérdidas por daño.	OTD; % cumplimiento; CT; cambios no planificados.	FPY; % NC; tiempo de respuesta a NC
Riesgos y controles	Caídas/pinzamientos: ayudas mecánicas, rutas	Cuellos de botella; ruptura de flujo: reglas de liberación y reuniones cortas.	Medición errónea; subjetividad: calibración, patrón maestro, doble verificación.

	peatonales, tope de carga				
Anexos y checklist	Mapa de ubicaciones; codificación; etiquetas.	Plantilla de secuenciación; Kanban.		Catálogo de defectos; plan de auditorías.	
POE-LG-01 – Embalaje y despacho		POE-MT-01 – Mantenimiento preventivo		POE-SST-01 – Seguridad y EPP	
Código	POE-LG-01	Código	POE-MT-01	Código	POE-SST-01
Versión	1.0	Versión	1.0	Versión	1.0
Fecha	30/08/2025	Fecha	30/08/2025	Fecha	30/08/2025
Elaboró	Autor(a)	Elaboró	Autor(a)	Elaboró	Autor(a)
Revisó	Calidad	Revisó	Calidad	Revisó	Calidad
Aprobó	Gerencia	Aprobó	Gerencia	Aprobó	Gerencia
Proposito	Proteger producto y asegurar despacho conforme y puntual.	Prevenir fallas y asegurar precisión/disponibilidad de equipos.		Controlar riesgos mecánicos, térmicos y de polvo con EPP y prácticas seguras.	
Alcance	Alistamiento de pedidos hasta entrega a transportista.	Sierras escuadradoras-panel y enchapadoras		Corte, enchapado, mecanizado, embalaje y movimientos.	
Referencia	Buenas prácticas de embalaje; ISO 9001 (8.5.5).	Manual fabricante; plan de mantenimiento; LOTO.		Matriz de riesgos; normatividad SST.	
Definiciones	Lista de empaque; guía del transportista.	LOTO; MTBF-MTTR.		EPP; LOTO; 5S.	
Roles y responsabilidades	Operario: embalaje/rotulado; Líder logística: verificación; Transportista: recepción.	Técnico: ejecución; Operario: autónomo; Jefe: planificación.		Jefe SST: capacitación; Líder: verificación; Colaborador: cumplimiento.	
Equipos roles y materiales	Cartón, film, espuma, esquineros, flejes, báscula, carretillas.	Herramientas; kits de limpieza; lubricantes; repuestos críticos.		EPP por tarea; estaciones de emergencia; botiquín.	
EPP obligatorio y seguridad	Guantes manejo, faja, calzado.	EPP de mantenimiento; candados LOTO.		EPP obligatorio; pasillos demarcados.	

Entradas (inputs)	Orden liberada; lista de empaque; datos de cliente.	Plan de mantenimiento; historial y repuestos.	Plan de trabajo; evaluación de riesgos; entrega de EPP.
Salidas (outputs)	Pedido embalado y rotulado; guía y evidencias fotográficas.	Equipo disponible y calibrado; registros actualizados.	Operación segura y continua; cero incidentes incapacitantes.
Procedimiento paso a paso	1. Armar kit y verificar contra lista. 2. Proteger cantos/superficies; rótulos FR-LG-01. 3. Pesar/medir, registrar y fotografiar. 4. Cargar y asegurar bultos; entregar guía. 5. Registrar salida y transportista; actualizar OTD.	1. Aplicar LOTO antes de intervenir. 2. Rutina diaria: limpieza/aspiración/revisión visual. 3. Semanal: alineación, tensión, lubricación. 4. Mensual: paralelismo, topes/escuadras, cambio de cuchillas. 5. Probar, registrar y liberar equipo.	1. Verificar EPP al ingreso. 2. Respetar resguardos y zonas prohibidas. 3. Aplicar 5S al cierre; reportar actos/condiciones inseguras. 4. En mantenimiento, LOTO con candados personales. 5. Registrar inducciones y simulacros.
Parámetros técnicos y tolerancias	Daños en tránsito = 0; identificación legible; kit completo 100 %.	Disponibilidad ≥ 98 %; paralelismo $\leq 0,2$ mm; aumento de MTBF.	EPP mínimos; límites de exposición; housekeeping 100 %.
Registros y formularios asociados	FR-LG-01 Rótulo; FR-LG-02 Lista; FR-LG-03 Control despacho.	FR-MT-01 OT; LC-MT-01/02/03.	FR-SST-01 Reporte de acto/condición; LC-SST-01 5S.
Indicadores KPI	OTD; reclamos por daño; diferencias de alistamiento.	Disponibilidad; MTBF; cumplimiento plan; costos	Incidentes; cumplimiento 5S; hallazgos de inspección.
Riesgos y controles	Carga mal asegurada; esfuerzo físico: técnicas de izaje y amarre.	Riesgo eléctrico/mecánico: LOTO, manuales, señalización.	Cortes/atrapamientos/quemaduras/caídas : EPP, resguardos, orden, capacitación.
Anexos y checklist	Guía de embalaje por pieza; matriz de materiales por pedido.	Plan anual; repuestos críticos; histórico.	Matriz de EPP; mapa de riesgos.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo H. Formato de orden de corte

Fec ha	Clie nte	Proye cto	Mate rial	Espesor (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Canti dad	Operario corte	Observaci ones

Fuente: Elaboración propia.

Anexo I. Formato lista de corte

Pie za	Largo (mm)	Ancho (mm)	Cantid ad	Materi al	Espesor (mm)	Aprovechamient o (%)	Observacio nes

Fuente: Elaboración propia.

Anexo J. Formato inspección de corte

Fe cha	O P	Pi ez a	Largo real (mm)	Ancho real (mm)	Toleran cia (±mm)	Escuadra (mm/300m m)	Astilla do (mm)	Resultado (Conforme/ No)	Insp ecto r	Obser vacion es

Fuente: Elaboración propia.

Anexo K. Formato pre-uso de la sierra de corte

Ítem	Fecha	Equipo	Cumple (Sí/No)	Observaciones
Paralelismo guía-hoja verificado				
Escuadra 90° verificada				
Altura de hoja ajustada (5–7 mm)				
Aspiración operativa				
Resguardos instalados				
Prueba de corte maestro OK				

Fuente: Elaboración propia.

Anexo L. Configuración de enchapado

Fecha	Máquina	Adhesivo (EVA/PU R)	Temperatura (°C)	Velocidad (m/min)	Presión rodillos	Material de canto	Espesor (mm)	Prueba OK (Sí/No)	Operario	Observaciones

Fuente: Elaboración propia.