

Mejoramiento del proceso productivo de la empresa Metal Sander S.A.S

Darly Tatiana Manosalva Pérez

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniera Industrial

Director

Edwin Alberto Garavito Hernández

Magíster en Ingeniería Industrial

Tutor

Over Manosalva Gutiérrez

Gerente general de Metal Sander S.A.S

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2026

Contenido

| | |
|--|----|
| Introducción | 17 |
| Cumplimiento de objetivos | 18 |
| 1. Planteamiento del problema..... | 18 |
| 2. Alcance | 20 |
| 3. Objetivos..... | 21 |
| 3.1 Objetivo general..... | 21 |
| 3.2 Objetivos específicos | 21 |
| 4. Generalidades de la empresa..... | 21 |
| 4.1 Contextualización de la empresa y el sector..... | 21 |
| 4.2 Mapa de procesos..... | 22 |
| 4.3 Misión | 22 |
| 4.4 Visión | 23 |
| 4.5 Productos principales | 23 |
| 4.6 Maquinaria | 24 |
| 5 Marco de Referencia | 26 |
| 5.1 Marco de Antecedentes | 26 |
| 5.1.1 Mejoramiento del proceso productivo de la empresa Vitemp S.A.S. | 26 |

| | |
|--|----|
| 5.1.2 Plan de mejoramiento para el proceso de producción de la línea de espuma laminada en la empresa Espumas Santander S.A.S..... | 27 |
| 5.1.3 Plan de mejoramiento de los procesos productivo y logístico de la Ferrería Sánchez D S.A.S..... | 28 |
| 5.2 Marco Teórico | 28 |
| 5.2.1 Análisis Pareto..... | 28 |
| 5.2.2 Diagrama de flujo del proceso | 29 |
| 5.2.3 Diseño de sistemas productivos | 29 |
| 5.2.4 Tipos de sistemas de producción..... | 30 |
| 5.2.5 Diagrama de recorrido..... | 31 |
| 5.2.6 Incentivos salariales | 31 |
| 5.2.7 Metodología 5S Orden y Limpieza | 32 |
| 5.2.8 Planificación y control de la producción..... | 33 |
| 5.2.9 Estudio de tiempos | 35 |
| 5.2.10 Gestión de bodega..... | 36 |
| 6. Diagnóstico | 39 |
| 6.1 Metodología del diagnóstico | 39 |
| 6.2 Resultados del diagnóstico..... | 42 |
| 6.2.1 Entrevistas a directivos | 42 |
| 6.2.2 Entrevistas a operarios | 43 |

| | | |
|--------|--|----|
| 6.2.3 | Análisis Pareto de las ventas de los años 2024, 2023 y 2022 | 45 |
| 6.2.4 | Revisión del sistema de planeación y control de la producción..... | 47 |
| 6.2.5 | Diagrama de flujo de proceso | 49 |
| 6.2.6 | Análisis de la distribución de planta..... | 50 |
| 6.2.8 | Análisis 5s | 54 |
| 6.2.9 | Análisis de las compras | 58 |
| 6.2.10 | Conclusiones del diagnóstico..... | 60 |
| 7. | Propuestas de mejora | 63 |
| 7.1 | Reacomodación de la distribución de planta | 63 |
| 7.1.1 | Problemática que se pretende atender..... | 63 |
| 7.1.2 | Objetivos de la propuesta..... | 63 |
| 7.1.3 | Descripción de la propuesta | 64 |
| 7.1.4 | Plan de implementación de la propuesta..... | 65 |
| 7.2 | Análisis de capacidad..... | 65 |
| 7.2.1 | Problemática que se pretende atender..... | 65 |
| 7.2.2 | Objetivos de la propuesta..... | 66 |
| 7.2.3 | Descripción de la propuesta | 66 |
| 7.2.4 | Plan de implementación de la propuesta..... | 67 |
| 7.3 | Implementación de la metodología 5s | 67 |
| 7.3.1 | Problemática que se pretende atender..... | 67 |

| | | |
|-------|--|----|
| 7.3.2 | Objetivos de la propuesta..... | 68 |
| 7.3.3 | Descripción de la propuesta | 68 |
| 7.3.4 | Plan de implementación de la propuesta..... | 70 |
| 7.4 | Adecuación del área de pintura..... | 71 |
| 7.4.1 | Problemática que se pretende atender..... | 71 |
| 7.4.2 | Objetivos de la propuesta..... | 71 |
| 7.4.3 | Descripción de la propuesta | 71 |
| 7.4.4 | Plan de implementación de la propuesta..... | 72 |
| 7.5 | Implementación de un sistema de gestión de órdenes de trabajo internas..... | 72 |
| 7.5.1 | Problemática que se pretende atender..... | 72 |
| 7.5.2 | Objetivos de la propuesta..... | 73 |
| 7.5.3 | Descripción de la propuesta | 74 |
| 7.5.4 | Plan de implementación de la propuesta..... | 74 |
| 7.6 | Implementación de un sistema de gestión de bodega orientado a mejorar la eficiencia del proceso productivo | 75 |
| 7.6.1 | Problemática que se pretende atender..... | 75 |
| 7.6.2 | Objetivos de la propuesta..... | 76 |
| 7.6.3 | Descripción de la propuesta | 77 |
| 7.6.4 | Plan de implementación de la propuesta..... | 78 |
| 7.7 | Implementación de un sistema de control y gestión de la producción | 78 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 7.7.1 | Problemática que se pretende atender..... | 79 |
| 7.7.2 | Objetivos de la propuesta..... | 79 |
| 7.7.3 | Descripción de la propuesta..... | 79 |
| 7.7.4 | Plan de implementación de la propuesta..... | 80 |
| 7.8 | Establecer un plan de incentivos salariales..... | 80 |
| 7.8.1 | Problemática que se pretende atender..... | 80 |
| 7.8.2 | Objetivos de la propuesta..... | 81 |
| 7.8.3 | Descripción de la propuesta..... | 81 |
| 7.8.4 | Plan de implementación de la propuesta..... | 82 |
| 8 | Implementación de las propuestas de mejora..... | 82 |
| 8.1 | Reacomodación de la distribución de planta..... | 83 |
| 8.1.1 | Implementación de la metodología SLP..... | 85 |
| 8.2 | Definición de la capacidad instalada..... | 105 |
| 8.2.1 | Caracterización de los recursos disponibles..... | 105 |
| 8.2.2 | Cálculo de la capacidad instalada en términos de horas máquina..... | 106 |
| 8.2.3 | Determinación de tiempos estándar representativos..... | 108 |
| 8.2.4 | Ejemplo de cálculo de capacidad para el producto más vendido..... | 110 |
| 8.3 | Implementación de la metodología 5s..... | 112 |
| 8.3.1 | Capacitación del equipo de trabajo..... | 112 |
| 8.3.2 | Seiri (Seleccionar)..... | 113 |

| | |
|--|-----|
| 8.3.3 Seiton (Ordenar)..... | 115 |
| 8.3.4 Seiso (Limpiar)..... | 116 |
| 8.3.5 Seiketsu (Estandarizar)..... | 118 |
| 8.3.6 Shitsuke (Mantener)..... | 123 |
| 8.3.7 Medición y análisis de resultados | 124 |
| 8.4 Adecuación del área de pintura | 125 |
| 8.5 Implementación de tableros de programación y seguimiento operativo..... | 126 |
| 8.5.1 Formato de órdenes de trabajo internas | 127 |
| 8.5.2 Formato tarjetas Kanban | 128 |
| 8.5.3 Tablero Kanban | 129 |
| 8.6 Implementación de una herramienta de control y seguimiento de la producción..... | 131 |
| 9. Indicadores de desempeño planteados | 137 |
| 9.1 Indicador de productividad de la mano de obra | 138 |
| 9.2 Indicador de cumplimiento de los tiempos de entrega..... | 140 |
| 9.3 Indicador de tiempo medio de flujo | 141 |
| 10. Análisis y socialización de resultados..... | 142 |
| 10.1 Productividad | 142 |
| 10.2 Cumplimiento de tiempos de entrega..... | 144 |
| 10.3 Indicador de tiempo de medio de flujo | 145 |
| 11. Conclusiones..... | 147 |

| | |
|----------------------------------|-----|
| 12. Recomendaciones | 149 |
| Referencias Bibliográficas | 151 |

Lista de figuras

| | |
|---|-----|
| Figura 1. Mapa de procesos | 22 |
| Figura 2. Análisis Pareto de ventas 2024 | 45 |
| Figura 3. Análisis Pareto de ventas 2023 | 46 |
| Figura 4. Análisis Pareto de ventas 2022 | 46 |
| Figura 5. Gráfico radial 5S..... | 54 |
| Figura 6. Evidencia fotográfica máquina en desuso | 55 |
| Figura 7. Evidencia fotográfica área administrativa | 57 |
| Figura 8. Análisis de las compras en el tiempo..... | 59 |
| Figura 9. Análisis de compras por proveedor | 59 |
| Figura 10. Compras por tipo | 60 |
| Figura 11. Diagrama multiproducto | 88 |
| Figura 12. Matriz de relaciones cualitativas de actividad..... | 92 |
| Figura 13. Diagrama de relaciones de actividad y razón | 93 |
| Figura 14. Diagrama de relaciones de actividad..... | 94 |
| Figura 15. Definición de espacio de la máquina de corte | 95 |
| Figura 16. Distribución ideal | 97 |
| Figura 17. Diseño 1 distribución práctica | 99 |
| Figura 18. Diseño 2 distribución práctica | 101 |
| Figura 19. Transporte de la máquina troqueladora | 102 |
| Figura 20. Metros recorridos para fabricar un archivador | 103 |
| Figura 21. Diagrama de recorrido actualizado..... | 104 |
| Figura 22. Formato toma de tiempos | 110 |

| | |
|--|-----|
| Figura 23. Área con acumulación de objetos innecesarios | 113 |
| Figura 24. Área temporal de acopio para material en desuso | 114 |
| Figura 25. Evidencia fotográfica disposición de chatarra..... | 115 |
| Figura 26. Antes y después implementación Seiton | 116 |
| Figura 27. Limpieza de las áreas de trabajo..... | 117 |
| Figura 28. Antes y después pintura | 118 |
| Figura 29. Demarcación de áreas..... | 119 |
| Figura 30. Etiquetado de herramientas de corte..... | 120 |
| Figura 31. Antes y después pulido | 120 |
| Figura 32. Etiquetado herramientas pulido | 121 |
| Figura 33. Antes y después puesto de ensamble | 122 |
| Figura 34. Antes y después puesto soldadura | 122 |
| Figura 35. Póster 5S..... | 123 |
| Figura 36. Resultados lista de chequeo 5S final | 124 |
| Figura 37. Antes y después adecuación del área de pintura..... | 126 |
| Figura 38. Formato órdenes de trabajo internas..... | 128 |
| Figura 39. Formato tarjeta Kanban | 129 |
| Figura 40. Tablero Kanban..... | 130 |
| Figura 41. Formulario de datos VBA..... | 133 |
| Figura 42. Tablero de control y seguimiento de producción..... | 135 |
| Figura 43. Continuación tablero control y seguimiento de producción | 136 |
| Figura 44. Estado actual de producción | 137 |
| Figura 45. Productividad de la mano de obra | 139 |

| | |
|---|-----|
| Figura 46. Productividad del equipo..... | 139 |
| Figura 47. Indicador cumplimiento de tiempos de entrega..... | 140 |
| Figura 48. Indicador de tiempo medio de flujo..... | 141 |
| Figura 49. Productividad en horas máquina..... | 144 |
| Figura 50. Cumplimiento de los tiempos de entrega | 145 |
| Figura 51. Tiempo medio de flujo..... | 146 |

Lista de tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Cumplimiento de objetivos..... | 18 |
| Tabla 2. Resumen diagramas de flujo de proceso | 49 |
| Tabla 3. Resumen análisis de uso del espacio | 53 |
| Tabla 4. Plan de implementación diseño de planta | 65 |
| Tabla 5. Plan de implementación análisis de capacidad..... | 67 |
| Tabla 6. Plan de implementación 5S | 70 |
| Tabla 7. Plan de implementación adecuación área de pintura..... | 72 |
| Tabla 8. Plan de implementación OTI..... | 74 |
| Tabla 9. Plan de implementación sistema de gestión de bodega..... | 78 |
| Tabla 10. Plan de implementación sistema de gestión de producción | 80 |
| Tabla 11. Plan de implementación incentivos salariales | 82 |
| Tabla 12. Análisis de productos - cantidades SLP..... | 87 |
| Tabla 13. Demanda * Cu de transferencia..... | 87 |
| Tabla 14. Matriz Origen – Destino (volúmenes totales) | 90 |
| Tabla 15. Escala de niveles de intensidad de cada relación | 90 |
| Tabla 16. Conversión de valores cuantitativos a categorías de cercanía..... | 91 |
| Tabla 18. Cálculo de horas-máquina disponibles por recurso..... | 107 |
| Tabla 19. Tiempo por unidad en cada operación..... | 112 |
| Tabla 20. Resultados productividad de la mano de obra..... | 142 |
| Tabla 21. Resultados productividad del equipo..... | 143 |
| Tabla 22. Resultados indicador tiempo medio de flujo | 146 |

Lista de apéndices

Los apéndices se pueden visualizar en la carpeta “Apéndices” adjunta al libro del proyecto

Apéndice A. Entrevista

Apéndice B. Inventario de maquinaria

Apéndice C. Pareto de ventas 2022-2023-2024

Apéndice D. Análisis del sistema PCP

Apéndice E. Diagrama de flujo de proceso

Apéndice F. Diagramas de recorrido

Apéndice G. Lista de chequeo 5S

Apéndice H. Análisis de las compras

Apéndice I. Planos análisis de uso del espacio

Apéndice J. Cálculos análisis de uso del espacio

Apéndice K. Método SLP

Apéndice L. Diagrama de relaciones de actividad

Apéndice M. Cálculo de espacio

Apéndice N. Análisis de capacidad

Apéndice O. Sistema de gestión y control de la producción

Apéndice P. Presentación de la propuesta en la empresa

Apéndice Q. Implementación metodología 5S

Apéndice R. Póster 5S

Apéndice S. Gestión documental de formatos

Apéndice T. Indicadores de gestión

Resumen

Título: Mejoramiento del proceso productivo de la empresa Metal Sander S.A.S*

Autor: Darly Tatiana Manosalva Pérez**

Palabras clave: Diseño de planta, Mejoramiento, Proceso Productivo, Metodología 5S.

Descripción:

Metal Sander S.A.S es una microempresa metalmecánica dedicada a la fabricación de mobiliario corporativo, muebles para oficinas, bodegas y puntos de venta, elaborados principalmente en acero laminado. En un entorno empresarial cada vez más competitivo y exigente, la empresa optó por empezar a implementar estrategias de mercadeo, aumentando así su demanda. El presente proyecto tiene como objetivo mejorar el proceso productivo y sentar una base sólida que permita a la empresa no solo aumentar de manera efectiva su capacidad de producción para satisfacer la demanda, sino también aumentar su productividad, aprovechando de mejor manera los recursos.

El proyecto inició con la recolección de información mediante un diagnóstico del estado inicial del proceso productivo, mediante entrevistas, listas de chequeo, observación directa y levantamiento de diagramas de flujo y recorridos. Esto con el objetivo de identificar las falencias presentes en el proceso productivo, para posteriormente formular unas propuestas de mejora, que fueron presentadas a la gerencia de la empresa.

Seguidamente se implementaron las propuestas de mejora aprobadas por la gerencia de la empresa, para las propuestas que no fueron aprobadas se presentó a gerencia un plan de ejecución para el momento que consideren conveniente. Finalmente se diseñaron unos indicadores de gestión que permitieran evaluar los resultados obtenidos con el proyecto.

*Trabajo de grado

**Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios industriales y Empresariales. Director: Edwin Alberto Garavito Hernández.

Abstract

Title: Improvement of the Production Process of Metal Sander S.A.S

Author: Darly Tatiana Manosalva Pérez*

Keywords: Plant Layout Design, Improvement, Production Process, 5S Methodology.**

Description:

Metal Sander S.A.S is a small metalworking company dedicated to the manufacturing of corporate furniture, office furniture, warehouse equipment, and retail display fixtures, primarily made from cold-rolled steel. In an increasingly competitive and demanding business environment, the company decided to implement marketing strategies, which led to an increase in demand. The objective of this project is to improve the production process and establish a solid foundation that enables the company not only to effectively increase its production capacity to meet demand, but also to enhance productivity through better utilization of resources.

The project began with the collection of information through a diagnosis of the initial state of the production process, using interviews, checklists, direct observation, and the development of flow and route diagrams. This was carried out with the aim of identifying existing weaknesses in the production process, in order to subsequently formulate improvement proposals which were presented to the company's management.

Subsequently, the improvement proposals approved by management were implemented, while for those not approved, an execution plan was presented at a time deemed appropriate by the company. Finally, a set of management indicators was designed to evaluate the results achieved through the project.

*Bachelor Thesis

**Faculty of Mechanical Physical Engineering, School of Industrial and Business Studies. Director: Edwin Alberto Garavito Hernández

Introducción

“El marketing sólo tiene éxito cuando todos los departamentos trabajan juntos para lograr los objetivos: cuando el departamento de ingeniería diseña los productos adecuados; el de finanzas proporciona los fondos necesarios; el de compras adquiere materiales de alta calidad; el de producción elabora productos de alta calidad y a tiempo; y el de contabilidad mide la rentabilidad de los distintos clientes, productos y áreas.” (Phillip Kotler, 2016)

Chase y Jacobs mencionan que “Marketing y producción deben comunicarse y realizar sus actividades en armonía; pero en la práctica se conducen de manera muy independiente, para lo cual hay muchos motivos” (Chase & Jacobs, 2014). Posteriormente exponen las diferencias entre los objetivos, las habilidades, las métricas y las personalidades de los colaboradores en estas dos áreas, como los principales motivos, concluyendo que se deben establecer medidas de desempeño equitativas y líneas de comunicación que contribuyan a la consecución de los objetivos de la empresa. (Chase & Jacobs, 2014)

La empresa objeto de estudio, debido a una disminución en sus ventas, ha iniciado la implementación de estrategias de mercadeo digital, para aumentar su posicionamiento en el sector y por tanto sus ventas. No obstante, su proceso productivo no está estandarizado, ni cuenta con metodología de control y mejora continua. Esto supone riesgos de incumplimiento y daño en la imagen de la empresa, y como mencionaban los autores anteriormente, es vital que estas áreas trabajen de manera conjunta para la consecución de objetivos.

Este proyecto de grado, desarrollado en la modalidad de práctica empresarial, tiene como objetivo diseñar e implementar mejoras en el proceso productivo para garantizar que la empresa pueda responder de manera eficiente al crecimiento comercial.

Cumplimiento de objetivos

Tabla 1.

Cumplimiento de objetivos

| Objetivo | Cumplimiento |
|---|---------------------|
| Realizar un diagnóstico del estado actual, mediante la recolección y análisis de información, con herramientas de tipo cualitativo y cuantitativo. | Capítulo 6 |
| Identificar oportunidades de mejora de los factores incidentes en el desempeño del proceso productivo, basadas en los resultados del diagnóstico. | Capítulo 7 |
| Implementar las mejoras que sean posibles de acuerdo con el presupuesto y tiempo disponibles, definiendo un plan de implementación para aquellas que no se puedan implementar en el alcance del proyecto. | Capítulo 8 |
| Proponer indicadores que permitan evaluar los resultados de la implementación de las mejoras en el proceso productivo. | Capítulo 9 |

1. Planteamiento del problema

Las MiPymes (micro, pequeñas y medianas empresas) desarrollan un papel fundamental en la economía colombiana, pues representan aproximadamente el 99,3% de las empresas en 2024; las micro y pequeñas el 97,9% (CCB, 2024). De acuerdo con esto se hace relevante su desarrollo y perdurabilidad en el tiempo. Sin embargo, presentan grandes desafíos en el mejoramiento de sus procesos productivos, especialmente cuando buscan expandir su mercado y aumentar su capacidad de producción.

Anticiparse al mercado y a las necesidades de los clientes es lo que caracteriza a una empresa vanguardista y con proyección de crecimiento (García, 2006), es por esto que las Mipymes en el sector metalmecánico requieren gestionar de forma adecuada sus procesos y

disponer de herramientas que permitan la integración adecuada de estos desde la cadena de suministros hasta el servicio postventa (Duarte, 2014) (Ariza y Rodríguez, 2022).

La empresa objeto de estudio, dedicada a la fabricación de mobiliario principalmente metálico para oficinas, ha experimentado cambios en su clasificación, pasando de ser pequeña empresa en 2022, a microempresa en los períodos de 2023 y 2024. Debido a una disminución de las ventas, la empresa ha estado implementado estrategias de mercadeo digital, e-commerce, y campañas publicitarias en redes sociales para mejorar su posicionamiento y aumentar sus ventas. Estas acciones han impulsado su crecimiento comercial, aumentando la demanda potencial de sus productos.

No obstante, este crecimiento presenta un gran desafío, debido a que la producción de la empresa se gestiona de manera empírica, sin procesos estandarizados, ni tecnificación adecuada, lo que puede generar retrasos en los tiempos de entrega y afectar el cumplimiento de los pedidos. Si la empresa no realiza mejoras en su estructura productiva, existe el riesgo de que la expansión comercial pueda generar efectos negativos en el mediano y largo plazo.

Como se mencionó, la falta de planificación y control de la producción puede generar demoras en los tiempos de entrega, causando un impacto negativo en la imagen y la reputación de la empresa, considerando además que las MyPimes dependen en gran medida de la satisfacción al cliente y el voz a voz, en los canales digitales, los malos comentarios y reseñas pueden afectar la percepción de la marca, perjudicando la obtención de nuevos clientes. En contratos más formales, la empresa podría incurrir en penalizaciones si no se cumple con los tiempos de entrega pactados, afectando sus finanzas y perdiendo oportunidades comerciales importantes. La producción basada en conocimientos empíricos puede generar desperdicio de materiales, reprocesos y baja productividad, lo que se traduce en menor rentabilidad para la empresa. Finalmente se tendría un

desaprovechamiento de la demanda, si la empresa no se ajusta al aumento de los pedidos generado por las estrategias de mercadeo, limitando su crecimiento.

Para garantizar un crecimiento comercial sostenible, es necesario diseñar un plan de mejoramiento productivo, que permita la evaluación y ajuste, si así se requiere, de la capacidad instalada.

2. Alcance

El presente proyecto tiene como objetivo mejorar el proceso productivo de la empresa Metal Sander S.A.S, iniciando con un diagnóstico del estado actual, en el que se busca recopilar toda la información relevante del proceso productivo, con el fin de identificar las principales falencias y oportunidades de mejora. A partir de este análisis se diseñarán propuestas orientadas a solucionar las problemáticas identificadas y mejorar el funcionamiento del proceso productivo.

Se presentan las propuestas a la gerencia de la empresa y aquellas que sean aprobadas serán implementadas, además de proponer indicadores de gestión que permitan medir los resultados alcanzados mediante las mejoras desarrolladas en el proyecto.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Diseñar propuestas para el mejoramiento del proceso productivo de la empresa Metal Sander S.A.S

3.2 Objetivos específicos

Realizar un diagnóstico del estado actual, mediante la recolección y análisis de información, con herramientas de tipo cualitativo y cuantitativo.

Identificar oportunidades de mejora de los factores incidentes en el desempeño del proceso productivo, basadas en los resultados del diagnóstico.

Implementar las mejoras que sean posibles de acuerdo con el presupuesto y tiempo disponibles, definiendo un plan de implementación para aquellas que no se puedan implementar en el alcance del proyecto.

Proponer indicadores que permitan evaluar los resultados de la implementación de las mejoras en el proceso productivo.

4. Generalidades de la empresa

4.1 Contextualización de la empresa y el sector

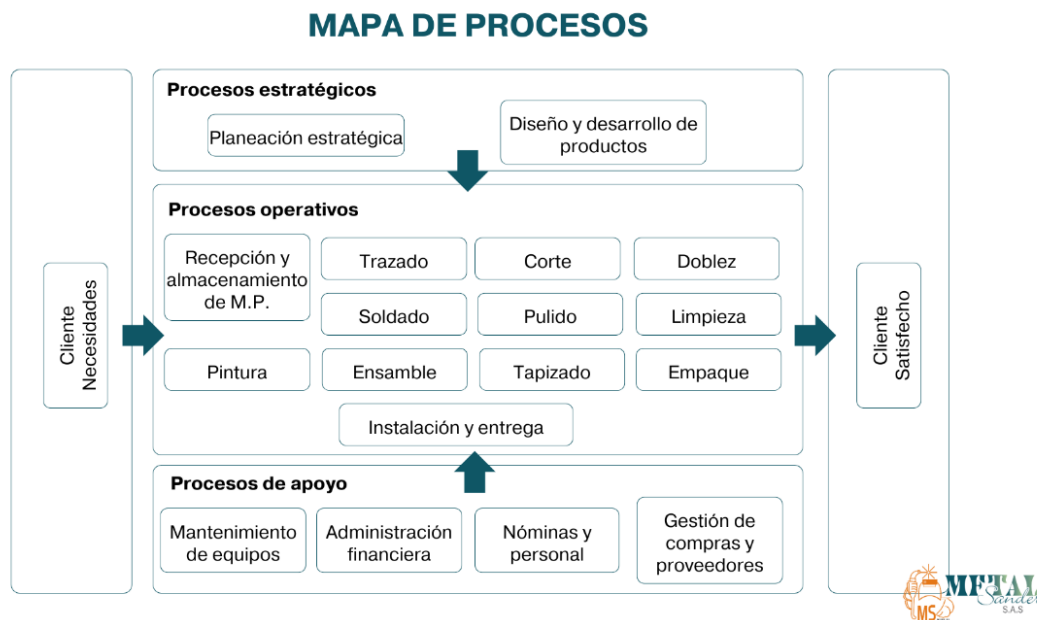
La empresa seleccionada para el estudio es Metal Sander S.A.S. Ubicada en la calle 20 # 13-39 en el barrio Gaitán en la ciudad de Bucaramanga. Se constituye como una empresa fabricante

de muebles empresariales (oficina, bodega y adecuación de punto de venta). Además de contar con un catálogo de productos, ofrece la posibilidad de fabricación de acuerdo con las necesidades específicas de los clientes que lo necesiten (arquitectos, diseñadores, etc.). La empresa también ofrece servicio de pintura electrostática, que es un tipo de pintura de muy alta calidad para piezas metálicas y doblar láminas metálicas.

4.2 Mapa de procesos

Figura 1.

Mapa de procesos



4.3 Misión

“En Metal Sander S.A.S diseñamos y fabricamos mobiliario metálico de alta calidad, con acabados impecables y adaptado a las necesidades reales de nuestros clientes. Cada pieza está pensada para transformar espacios de trabajo, estudio y almacenamiento, combinando resistencia,

funcionalidad y diseño moderno. Trabajamos con atención al detalle y compromiso con la durabilidad, brindando soluciones que elevan la experiencia de quienes las usan.”

4.4 Visión

“Nuestra visión para el año 2029, ser una empresa líder a nivel nacional en el diseño y fabricación de mobiliario metálico, reconocida por su calidad superior, acabados impecables, cumplimiento y atención al cliente, así como por su compromiso con la innovación sostenible. Aspiramos a crecer con conciencia, promoviendo procesos responsables con el medio ambiente, reduciendo el impacto de nuestra operación y apostando por el uso eficiente de materiales. En Metal Sander S.A.S, creemos que ser una gran empresa también implica generar bienestar social, por eso aspiramos desarrollar iniciativas de responsabilidad social que aporten valor a nuestras comunidades y fortalezcan el tejido empresarial colombiano.”

4.5 Productos principales

La empresa Metal Sander S.A.S fabrica una amplia variedad de muebles metálicos dirigidos principalmente a empresas, instituciones educativas y entidades del sector público y privado. Aunque muchos de sus productos se pueden adaptar a diferentes entornos, es posible agruparlos en cuatro grandes categorías, según su uso y funcionalidad:

Muebles de almacenamiento: En esta categoría se incluyen productos como archivadores, archivos rodantes, folderamas, lockers y otros muebles personalizados. Están pensados para organizar y proteger documentos, objetos personales, materiales de oficina, medicamentos, herramientas entre otros, y son muy utilizados en espacios de trabajo, fábricas, instituciones educativas y áreas administrativas.

Muebles de oficina: Aquí se encuentran escritorios operativos y gerenciales, mesas de juntas, sillas y divisiones modulares para oficina. Estos productos están diseñados para crear espacios cómodos, funcionales y organizados dentro de ambientes laborales, con acabados resistentes y adaptables a las necesidades del cliente.

Estanterías y muebles de exhibición: Esta línea incluye estantería metálica liviana, semipesada, pesada y góndolas, así como muebles diseñados para exhibir productos, como en el caso de tiendas o puntos de venta. Son útiles para almacenamiento en bodegas, archivos o zonas de exposición, y se fabrican en diferentes tamaños y capacidades de carga.

Muebles educativos: En esta categoría se encuentran productos como pupitres, mesas de profesor y otros elementos para dotación institucional. Están diseñados para ser resistentes, ergonómicos y adaptables a los entornos escolares o universitarios.

4.6 Maquinaria

En los últimos años, Metal Sander S.A.S ha venido fortaleciendo su infraestructura productiva mediante la adquisición de maquinaria, lo que le ha permitido avanzar hacia la integración de la mayoría de los procesos involucrados en la fabricación de sus productos. Gracias a este crecimiento, actualmente la empresa puede cubrir de manera interna prácticamente todas las etapas productivas de sus referencias más representativas.

A continuación, se presentan las principales máquinas con las que cuenta la empresa, junto con los procesos que se realizan en cada una:

- **Guillotina o cizalla manual:** utilizada en la primera etapa del proceso para el corte de láminas metálicas según las dimensiones requeridas.

- **Prensa dobladora manual:** encargada de dar forma a las piezas mediante el doblado de las láminas para dar forma al cuerpo y partes de los muebles.
- **Punzonadora:** empleada para el troquelado o perforado de piezas, principalmente en puntos de ensamble o ventilación.
- **Máquinas de soldadura MIG:** permiten el ensamble de muebles, uniendo componentes metálicos de forma permanente.
- **Pulidoras:** utilizadas para el desbaste, nivelación y acabado superficial previo a la pintura.
- **Equipo de pintura electrostática:** donde se realiza la aplicación de pintura en polvo, garantizando un recubrimiento uniforme y de alta resistencia.
- **Horno de curado:** encargado de fijar la pintura mediante calor, asegurando durabilidad y acabado profesional.
- **Taladros y herramientas menores:** para operaciones complementarias como instalación de cerraduras, ruedas, manijas o acabados finales.
- **Ruteadora, caladora, sierra, sinfin:** todas son máquinas para la transformación de madera, aunque se cuenta con las máquinas, la empresa prefiere subcontratar para estas actividades.

Aunque gran parte del proceso ya se realiza de manera interna, existen aún algunas etapas que se ejecutan a través de proveedores externos, especialmente cuando se requiere maquinaria más especializada o capacidad adicional. Entre estos procesos se encuentran:

Plegadora: Dobleces en láminas de calibres 14 en adelante, los cuales son requeridos para hacer las estanterías pesadas, además de que también sirve para realizar dobleces a láminas más delgadas, pudiendo reemplazar las dobladoras que tiene actualmente la empresa.

5 Marco de Referencia

5.1 Marco de Antecedentes

5.1.1 Mejoramiento del proceso productivo de la empresa Vitemp S.A.S.

Como primer antecedente se tomó el trabajo de grado realizado por Brenda Yulieth Arias Álvarez (Arias, 2020), titulado “Mejoramiento del proceso productivo de la empresa Vitemp S.A.S.” En el cual desarrolla un diagnóstico inicial, sobre unos productos seleccionados como más vendidos, con el objetivo de identificar las oportunidades de mejoramiento del proceso, en cual detalla las herramientas, las cuales fueron relevantes para tener en cuenta en el diagnóstico del presente proyecto. La autora encontró los mayores despilfarros en el método de trabajo empleado, la dirección y el estado de orden de la planta con un promedio de 41.4% de cumplimiento. Para lo cual se propuso la implementación del programa 5'S, generando un nuevo cumplimiento de 88% de orden y aseo en la planta de producción, también una reducción del tiempo de alistamiento en un 56%.

También resalta como problema importante el incumplimiento en los pedidos, pues de los pedidos estudiados, el 68.42% se entregaron atrasados, solo el 7.14% se entregaron en la fecha pactada, de modo que se implementó una herramienta ofimática como apoyo a la programación de la producción y de una prueba piloto se obtuvo un 88% de cumplimiento en los pedidos gracias a esto. Esto es de interés para el presente trabajo, pues en la empresa objeto de estudio los pedidos no se administran y planifican de forma clara, lo que podría ser una oportunidad de mejora relevante.

Puesto que la empresa no contaba con ello, se realizó un Manual de procesos, con la documentación de 20, adicionalmente, se eliminaron actividades innecesarias, reduciendo los tiempos de procesamiento en un 37.7%.

5.1.2 Plan de mejoramiento para el proceso de producción de la línea de espuma laminada en la empresa Espumas Santander S.A.S

El proyecto realizado por Kevin Santiago Saavedra Álvarez (Saavedra, 2025) se tuvo en cuenta como segundo antecedente, menciona como Espumas Santander S.A.S enfrenta problemas considerables de desperdicios en el proceso de producción de su línea de espuma laminada, la tasa de desperdicio supera el 15% en promedio por bloque, incrementando sus costos de producción y dificultando su competitividad.

Se inicia realizando un diagnóstico del estado actual del proceso utilizando herramientas tanto cualitativas como cuantitativas, para identificar las oportunidades de mejora. Como resultado de este diagnóstico el autor encontró la necesidad de realizar diagramas del proceso productivo y mantenerlos actualizados, mediante esto se puede estandarizar el proceso e implementar mejoras basadas en datos claros. Con la observación directa encontró que la empresa utilizaba planillas de registro de datos obsoletas, con la actualización de las mismas, se mejoró la confiabilidad de los datos y se contribuye al mantenimiento de estándares de calidad.

En cuanto a la problemática de mayor relevancia, desperdicios del 15%, se ajustaron las dimensiones de los bloques y se mejoraron los procedimientos de manipulación y corte, llegando a índices de desperdicio cercanos al 4%. Finalmente se establecieron indicadores de medición de las propuestas implementadas y se capacitó el personal para adecuarse a las mejoras implementadas.

5.1.3 Plan de mejoramiento de los procesos productivo y logístico de la Ferretería Sánchez D S.A.S.

Como tercer antecedente se tomó el trabajo de grado de Luis Carlos Jiménez Fajardo y Cristhian Andrés Rojas García (Jiménez & Rojas, 2022). Los autores encontraron por medio de un diagnóstico de los procesos, ineficiencias en la gestión de las compras y los inventarios, generando con esto desabastecimiento e impidiendo que los operarios puedan realizar sus labores, generando retrasos y la necesidad de pago de horas extras, en promedio 353 horas mensuales, a su vez, disminuyendo la rentabilidad de las operaciones. Una accidentalidad de 8 veces en promedio por mes, retrasos en la entrega de los pedidos de 2.55 días en el 39% de las fechas estipuladas Por lo que buscan establecer un plan de mejoramiento de los sistemas productivo y logístico de la empresa, basados en conceptos de la ingeniería industrial.

Dentro de las mejoras propuestas estuvo la implementación de la metodología 5S, disminuyendo la accidentalidad en un 70%, el tiempo estándar de producción en un 7.27%.

También se mejoró el abastecimiento por medio de un pronóstico de la demanda, garantizando la disponibilidad de materias primas y aprovechando de mejor manera el tiempo de los operarios, con esto se redujo el pago de horas extras en un 31%. Sumando a esto la implementación de una herramienta ofimática para la gestión de inventarios, se redujeron los pedidos retrazados en un 64%.

5.2 Marco Teórico

5.2.1 Análisis Pareto

“En el año XIX, Vilfredo Pareto, en un estudio sobre la distribución de la riqueza en Milán, descubrió que 20% de las personas controlaban 80% de la riqueza.” (Chase & Jacobs, 2014). Esta

lógica de la minoría con la mayor importancia y la mayoría con la menor importancia se puede aplicar a diversos ámbitos, en particular, se busca priorizar el 20% de los problemas o productos más importantes que están generando el 80% de los resultados y así obtener la mayor ventaja con el menor esfuerzo.

5.2.2 Diagrama de flujo del proceso

Sirve para registrar operaciones e inspecciones, muestran todos los retrasos de movimientos y almacenamiento a los que se expone un artículo a medida que recorre la planta, es necesario es uso de símbolos, como un círculo representando una operación, un cuadrado una inspección, una flecha transporte, un triángulo equilátero parado en su vértice representa almacenamiento, además de una letra D mayúscula que representa retraso. Este diagrama es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales, una vez estos se3. identifican, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos y por ende reducir los costos (Niegel & Freivalds, 2009).

5.2.3 Diseño de sistemas productivos

La producción es una actividad económica de la empresa, cuyo objetivo es la obtención de uno o más productos o servicios, para satisfacer las necesidades de los consumidores. La producción se lleva a cabo en un sistema productivo, los elementos que componen un sistema productivo son:

-Un conjunto de medios humanos y materiales, que constituyen los llamados factores de la producción, integrados por los materiales y productos a partir de los cuales se llevará a cabo la actividad de producción y los elementos que se utilizarían en la misma.

- El proceso de producción, elemento central del sistema productivo, compuesto por un conjunto de actividades coordinadas que representan la ejecución física de la producción. Estas actividades incluirán las operaciones propias del proceso, junto con otras actividades complementarias, que servirán para preparar las operaciones (Cuatrecasas, 2013).

La distribución de planta implica la ordenación física de los elementos industriales. Incluyendo tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las actividades, como el equipo de trabajo y el personal de taller. Puede comprender, solamente, un lugar de trabajo individual, o la ordenación completa de muchos acres de propiedad industrial. Pero en todos los casos, se debe planear para lograr una distribución eficiente. Generalmente la misión es encontrar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo que la más segura y satisfactoria para los empleados. (Muther, 1970).

5.2.4 Tipos de sistemas de producción

El patrón general de flujo de trabajo define los formatos para ordenar los departamentos de una instalación. Hay tres tipos básicos de formatos:

Centro de trabajo, también llamado taller de trabajo o distribución por funciones. Agrupa funciones o departamentos similares, como todos los tornos en un área y todas las prensas en otra.

Línea de ensamble, también llamada distribución de flujo del trabajo. El equipo se ordena según las etapas progresivas de la fabricación del producto. La ruta de cada pieza es una línea recta.

Celda de manufactura. Reúne distintas máquinas para trabajar en productos con formas y requerimientos de procesamiento semejantes.

Distribución por proyecto. El producto está fijo en un lugar y el equipo de producción va al producto, no a la inversa, como en las obras de construcción (Chase & Jacobs, 2014).

5.2.5 Diagrama de recorrido

A pesar de que el diagrama de flujo de proceso proporciona la mayor parte de la información referente al proceso de un producto, no muestra un plan pictórico del flujo de trabajo, esta información es útil para desarrollar un nuevo método. Se realiza con un diagrama de las áreas de la planta involucradas, y después se bosquejan las líneas de flujo, indicando el flujo del material de una actividad a otra. Es una representación gráfica de la distribución de los pisos que muestra la ubicación de todas las actividades en el diagrama de flujo del proceso. La dirección del flujo se indica colocando pequeñas flechas periódicamente a lo largo de las líneas de flujo. Es un complemento útil del diagrama de flujo del proceso, pues indica las áreas posibles de congestión de tráfico y facilita el desarrollo de una configuración ideal de planta (Niegel & Freivalds, 2009).

5.2.6 Incentivos salariales

Los estándares de tiempo son fundamentales para lograr la eficiente operación de cualquier empresa, puesto que proporcionan el denominador común del que surgen todos los elementos del costo. Los estándares tienen muchos usos en una empresa, pero la necesidad de que sean consistentes y confiables se hace más notoria en el pago salarial. “Sin estándares equitativos no tendrá éxito ningún plan de incrementos que compense en proporción a la producción, y sin una medida no es posible evaluar el desempeño individual” (Niegel & Freivalds, 2009). Así mismo, cualquier bono por productividad depende del cálculo de estándares de tiempo confiables.

Una de las formas de motivar a los trabajadores son los incentivos salariales, consisten en vincular directamente sus ingresos a una determinada medida de rendimiento. Existe evidencia de

que es un incentivo muy poderoso, “diversos estudios señalan que la productividad aumenta entre un 15% y un 35% cuando se ponen a funcionar sistemas de incentivos”. Dentro de los sistemas de incentivos salariales que menciona la autora, se considera de particular importancia el **sistema Helsey**, “este sistema garantiza un salario base hasta la eficiencia normal, cuanto esta es aumentada, se concede al trabajador el 50% del tiempo ahorrado. La formula se obtiene sumando al salario base el producto de multiplicar el porcentaje de bonificación acordado, por el tiempo ahorrado, y todo esto por el salario por hora. (Noriega Aranibar, Los incentivos salariales, 1994)

$$Sal = [Sb + P(He - Hr)] * Sh$$

Donde:

Sal: Salario

Sb: Salario base

P: Porcentaje de bonificación

He: Hora estándar

Hr: Hora real

Sh: Salario hora

5.2.7 Metodología 5S Orden y Limpieza

El método de las 5S es aplicado para obtener y mantener el orden y la limpieza en el espacio de trabajo. El nombre proviene de las iniciales de cinco palabras japonesas: seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke. El método de las 5S permite al mismo tiempo aumentar la productividad, mejorar la calidad, seguridad e introducir los principios básicos de administración y control visual. Los beneficios obtenidos de la implementación de 5S pueden ser medidos utilizando indicadores

de productividad, cantidad de espacio ganado, defectos, lead time (tiempo de ciclo), y accidentalidad.

Seiri: Significa escoger y separar, es decir, escoger las actividades útiles dentro de un proceso y separarlas de las que no lo son, subsecuentemente remover del área todo lo que no es útil para el proceso. Esto reduce los defectos e interferencias dentro del flujo de valor, mejorando la calidad y productividad.

Seiton: Significa organizar, en este caso organizar herramientas, equipo y todo lo demás que es usado durante el proceso, esto hace más fácil y rápido para los trabajadores encontrar y usar lo que necesitan. Se organiza lo que en el paso anterior se definió como necesario, asignar un lugar específico a cada objeto.

Seiso: Significa limpiar y mantener el área limpia. Los trabajadores y supervisores tienen que evaluar la eficiencia del sistema de orden y limpieza aplicado.

Seiketsu: Significa estandarizar, en este caso hacer las instrucciones y su aplicación fáciles y simples de entender tanto para los trabajadores como para los supervisores. De tal manera, el área tiene que mantenerse limpia y ordenada de acuerdo con los pasos anteriores, que tienen que ser repetidos para mantener el orden.

Shitsuke: Significa mantener, es decir asegurarse de que la compañía puede mantener y mejorar el orden y la limpieza obtenidos. Es necesaria la disciplina y severidad cuando se aplican estos procedimientos porque ellos deben convertirse en parte de la rutina. (Chiarini, 2013).

5.2.8 Planificación y control de la producción

La planificación y el control de la producción (PCP) son funciones fundamentales dentro de la gestión de operaciones, ya que permiten organizar de forma eficiente los recursos, materiales,

tiempos y actividades necesarias para satisfacer la demanda de productos en cantidad, calidad y tiempo oportuno. Según Chapman (2006), la principal función de prácticamente toda organización es generar productos o servicios a través de ciertos procesos, y para lograrlo de forma efectiva, es necesario aplicar principios de planificación y control que permitan coordinar y supervisar dichos procesos.

La planificación se encarga de determinar qué productos deben fabricarse, en qué cantidad y en qué momento, teniendo en cuenta tanto la demanda del mercado como la capacidad instalada de la empresa. Esto incluye decisiones de mediano y corto plazo, como la asignación de materiales, programación de la producción, y carga de trabajo por centro. Por otro lado, el control de la producción busca garantizar que las operaciones se ejecuten conforme a lo planificado, identificando desviaciones, retrasos o cuellos de botella, y permitiendo tomar decisiones correctivas de manera oportuna. Un sistema bien estructurado de PCP contribuye a reducir desperdicios, mejorar el uso de los recursos, optimizar inventarios y asegurar la entrega a tiempo.

Dependiendo del grado de personalización del producto, existen diferentes enfoques de producción. Por ejemplo, en el modelo Make to Stock (MTS) se produce para inventario, mientras que en el enfoque Make to Order (MTO) o Engineer to Order (ETO), la producción se activa en función de las especificaciones individuales del cliente. También existen modelos intermedios como Assemble to Order (ATO), donde se combinan subcomponentes ya disponibles para formar un producto personalizado.

Estas categorías no solo determinan cómo se planifica la producción, sino también cómo se diseña el proceso. Chapman también clasifica los procesos productivos en cinco tipos: proyectos únicos, talleres de trabajo, procesamiento por lotes, procesamiento repetitivo y procesos continuos, cada uno con distintos niveles de especialización, volumen y flexibilidad. Por ejemplo, el

procesamiento por lotes se ajusta bien a empresas que fabrican tanto productos estándar como personalizados, ya que permite mantener cierta variedad sin perder eficiencia.

Comprender estas diferencias es clave para implementar mejoras efectivas en el sistema de producción, especialmente en empresas que buscan profesionalizar sus procesos y adaptarse a un entorno con demandas diversas.

5.2.9 Estudio de tiempos

Generalmente el tiempo se estudia con un cronometro en el lugar en cuestión o con un video de la labor. El trabajo o la tarea objeto de estudio se divide en partes o elementos medibles, y se cronometra el tiempo de cada uno de manera individual. Algunas reglas para clasificar los elementos son:

- Definir cada elemento del trabajo de modo que dure poco tiempo, pero lo bastante para cronometrarlo y anotarlo.
- Si el operario trabaja con equipo que funciona por separado, dividir las acciones del operario y las del equipo en elementos diferentes.
- Definir las demoras del operador o del equipo en elementos separados.

Tras varias repeticiones se promedian los tiempos registrados. (Se puede calcular la desviación estándar para obtener una medida de la variación de los tiempos del desempeño.) Se suman los promedios de los tiempos de cada elemento y así se obtiene el tiempo del desempeño del operario. Para que el tiempo de este operario sea aplicable a todos los trabajadores, se debe incluir una medida de la velocidad, o índice de desempeño, que será lo “normal” para ese trabajo. La aplicación de un factor del índice genera el llamado tiempo normal. Por ejemplo, si un operario desempeña una labor en dos minutos y el analista del estudio de tiempos considera que su

desempeño es alrededor de 20% más rápido del normal, el índice de desempeño de ese operario sería 1.2 o 120% del normal. El tiempo normal se calcula así, (TN denota al tiempo normal):

$$TN = \text{Tiempo del desempeño observado por unidad} \times \text{Índice de desempeño}$$

Cuando se observa un operario durante un periodo, la cantidad de unidades que produce y el índice del desempeño, se tiene

$$TN = \frac{\text{Tiempo trabajado}}{\text{Cantidad de unidades producidas}} \times \text{Índice del desempeño}$$

El tiempo estándar se encuentra mediante la suma del tiempo normal más ciertas permisibilidades para necesidades personales (descansos para ir al baño o tomar café), demoras inevitables (descomposturas del equipo o falta de materiales) y fatiga del trabajador (física o mental). Su ecuación es:

$$TE = TN (1 + \text{permisibilidades})$$

El estudio de tiempos considera que una cantidad relativamente pequeña de observaciones es representativa de los muchos ciclos subsiguientes que desempeñará el trabajador. Benjamín Niebel indica que lo “suficiente” está en función de la duración del ciclo y del número de repeticiones del trabajo en un período de planeación de un año (Chase & Jacobs, 2014).

5.2.10 Gestión de bodega

“Una bodega o almacén puede definirse como un espacio planificado para ubicar, mantener y manipular mercancías y materiales” (García L. A., 2011). En esta definición las dos funciones principales son el almacenamiento y el manejo de materiales. Adicionalmente se plantean cinco objetivos de la gestión:

1. Minimizar el costo total de la operación.
2. Suministrar los niveles adecuados de servicio a los usuarios finales.
3. Mantener y cuidar el mantenimiento de los productos almacenados.
4. Dotar el centro de distribución de la infraestructura necesaria para su operación.
5. Desarrollar la trazabilidad de los productos manejados para validar su flujo efectivo.

Estos objetivos deben ser logrados mediante los tres elementos principales: mano de obra, espacio y equipo. Dentro de este enfoque, un “sistema de manejo de materiales” es aquel que integra personas, máquinas, instalaciones físicas y métodos de trabajo relacionados al proceso de mover, almacenar, y controlar materiales.

5.2.10.1 Sistemas de recepción de mercancías. El autor la define como la primera operación que se realiza en la bodega, y se completa al momento previo de almacenar las mercancías en su respectivo lugar dentro de las instalaciones, es decir, es descargada, revisada, validada y puesta en zona de tránsito para ser almacenada. Como objetivos de la recepción de mercancías se tienen los siguientes:

- Asegurar que la mercancía cumpla con las especificaciones exigidas por la compañía, la cantidad, calidad y tiempo de entrega.
- Identificar a tiempo las no conformidades.
- Recibir las mercancías ágilmente para mantener la fluidez de los procesos en bodega.

5.2.10.2 Sistemas de almacenamiento

El autor destaca que cada almacén o bodega debe utilizar al máximo el volumen del edificio, definiendo el sentido del flujo de materiales con base en el tipo de operación, con una clara zonificación y clasificación de los productos en familias. Además, expone los factores que condicionan el funcionamiento óptimo del almacén:

1. Espacio disponible para el almacenamiento de los materiales.
2. Tipos de materiales que serán almacenados.
3. Número de artículos guardados.
4. Velocidad de atención necesaria.
5. Tipo de embalaje.

Desde una perspectiva teórica se destaca la importancia de la identificación y demarcación, de ubicaciones y mercancías. Todas las zonas deben estar perfectamente identificables y ser conocidas por todo el personal de bodega, con codificación única, cuyo método es decisión propia de la empresa.

Con mayor importancia, la totalidad de las mercancías debe ser debidamente codificada. Dentro del sistema de codificación, la empresa también debe dividir los inventarios en grupos A, B y C. En los productos “A” se encuentra la mayor inversión, en los “B” una menor inversión que en los productos “A”, los productos “C” son la gran mayoría, que requieren una pequeña inversión. Esta división permite a la empresa determinar el tipo de procedimientos de control para cada grupo de productos, siendo los “A”, los que requieren controles de inventarios más rigurosos, mientras que los “B” y “C” estarían sujetos a controles menos estrictos.

5.2.10.3 Control de inventarios. Se considera el control de inventarios como la parte operacional de los inventarios, comprendiendo las actividades realizadas a la hora de almacenar el producto. Entre estas se encuentran: cómo se debe realizar el conteo de inventario, cada cuánto se debe realizar, cómo deben ser los registros en el manejo de inventarios (entradas, salidas, fechas, lotes), cómo se deben poner las órdenes de pedido, cómo se deben recibir las órdenes de despacho, cómo realizar la inspección de órdenes de recibo y cómo asegurar un adecuado almacenamiento (bodega, estantería, luz, ventilación).

6. Diagnóstico

“Es fundamental comprender cómo funcionan los procesos para garantizar la competitividad de una empresa. Un proceso que no se ajuste a las necesidades de la compañía la perjudicará cada minuto que opere” Jacobs, F. R. (2022). En este sentido se realiza un diagnóstico del proceso productivo actual con el propósito de que pueda responder de manera eficiente el crecimiento en las ventas, resultado de las estrategias de marketing que se están implementando. Para ello se presenta de manera clara y ordenada la información recolectada del estado inicial del área a intervenir, dónde se emplearon herramientas cualitativas y cuantitativas que permitieran identificar las oportunidades de mejora y orientar la toma de decisiones.

6.1 Metodología del diagnóstico

“Kaizen, pretende mejorar constantemente maquinaria, materiales, utilización de mano de obra y métodos de producción mediante la aplicación de sugerencias e ideas de los equipos de la empresa” (Chase & Jacobs, 2014). Con el objetivo de considerar las ideas de los colaboradores y

directivos de la empresa, se plantea como primera herramienta para el diagnóstico realizar **entrevistas**, con una serie de preguntas predefinidas que permitan conocer los principales problemas percibidos por quienes desarrollan continuamente estas tareas, así como posibles mejoras a estos problemas.

Metal Sander S.A.S fabrica una gran variedad de productos, unos que se encuentran dentro de un catálogo estandarizado, así como la posibilidad de que los clientes soliciten productos personalizados de acuerdo con unos planos suministrados. Por esto se requiere el análisis de producción histórica, con el objetivo de identificar los productos que tienen una mayor representación en las ventas y sobre estos realizar las mejoras, mediante la realización de un **análisis Pareto**. Para posteriormente realizar la descripción detallada del proceso productivo de los productos seleccionados como más vendidos. Esto con el objetivo de identificar mejoras significativas, identificando cada paso y actividad del proceso productivo.

Revisión del sistema de planeación y control de producción. Se considera importante analizar la forma en que se gestionan los pedidos, la planificación de la producción y el control de inventarios para detectar oportunidades de mejora en la gestión de la demanda y el abastecimiento de materiales. Para esto se analizan las políticas de inventario que tiene la empresa actualmente, así como las políticas de compras de materias primas, debido a que una mala gestión de las compras puede desencadenar sobrecostos y desaprovechamiento del talento humano.

Como señala Jacobs (2022) “Las actividades asociadas con un proceso suelen afectarse entre sí, por lo que es importante considerar la ejecución simultánea de una serie de ellas, es decir, que todas operen al mismo tiempo.” Mediante un **Diagrama de flujo de proceso** se puede obtener una representación visual del proceso que se quiere analizar, permitiendo identificar la secuencia

de las actividades, las inspecciones, las esperas y los puntos de decisión, y como menciona el autor, la relación entre las operaciones.

“La distribución de las instalaciones es donde se ve la realidad de las cosas en lo que respecta al diseño y la operación de un sistema de producción. Una buena distribución de la fábrica proporciona una verdadera ventaja competitiva porque facilita los procesos de flujo de materiales e información. También mejora la vida laboral de los empleados” (Chase & Jacobs, 2014). Adicionalmente Muther resalta que “Una encuesta entre directores de compañías indica que, de todos los planes de mejora, la distribución de planta era el segundo en importancia, después de la instalación de nueva maquinaria y equipo, entre todas las técnicas de reducción de costos” (Muther, 1970). Relacionado con esto, se considera fundamental en el diagnóstico tener en cuenta la distribución de las instalaciones, por esto se realiza un análisis del **diseño actual del sistema productivo o distribución de planta**.

Para ello, se utilizarán como herramientas principales el **diagrama de recorrido**, que permite visualizar el flujo real de materiales y detectar desplazamientos innecesarios o cuellos de botella; y el **análisis del uso del espacio**, con el fin de identificar zonas infrautilizadas, saturadas o mal asignadas que puedan estar afectando la eficiencia operativa. Adicionalmente, aunque la metodología 5S se aplica de forma específica en otra etapa del diagnóstico, sus principios también son fundamentales para evaluar aspectos clave de la distribución. Estas herramientas combinadas permiten tener una visión integral del sistema productivo, con el objetivo de implementar o dejar la propuesta de una distribución de planta que mejore el rendimiento de las operaciones.

Una metodología bien conocida en la ingeniería industrial, originaria de las fábricas de Toyota es la de **análisis 5s**, debido a que representa beneficios en la productividad y reducción de

riesgos laborales. Se considera relevante evaluar el estado actual de la empresa en los aspectos relacionados al orden y limpieza que plantea la metodología de las 5s.

Según Chase & Jacobs (2014), la mejora continua también implica analizar los materiales y recursos necesarios para la producción. Por ello, como parte del diagnóstico, se plantea **analizar las compras** realizadas por la empresa durante el año 2024, con el fin de identificar cuáles insumos representan mayor peso en el costo total y detectar dependencias críticas de ciertos proveedores. Este análisis busca desarrollar propuestas orientadas a mejorar el abastecimiento y reducir riesgos que puedan afectar el cumplimiento de los pedidos.

6.2 Resultados del diagnóstico

En esta sección del proyecto se aplicaron las herramientas propuestas en la metodología del diagnóstico, donde se realizó la descripción e importancia de la implementación de cada una de las herramientas seleccionadas, a continuación, se presentan los resultados obtenidos.

6.2.1 Entrevistas a directivos

A partir de una entrevista estructurada (Ver apéndice A), realizada a gerencia, identificaron aspectos clave en relación con la operación, la estructura organizacional y la gestión de recursos en la empresa.

La empresa recibe en promedio entre cuatro y cinco pedidos semanales, y realiza compras a proveedores de manera diaria. Gracias a que los principales proveedores se encuentran en Bucaramanga y Bogotá, los tiempos de entrega de materia prima suelen ser inmediatos o de máximo tres días, lo cual permite cierta agilidad operativa.

En cuanto al uso del espacio, la gerencia menciona sí tener definidos los lugares para almacenar materia prima, retales y productos en proceso, pero no se tiene demarcación de estas áreas, y los operarios suelen almacenar en los espacios de circulación. La disposición de los retales

es directamente la venta de estos como chatarra cuando ya no queda la posibilidad de usarlos para hacer partes de algún producto.

Respecto a los retrasos en las entregas, se identificó que ocurren cuando se aceptan pedidos sin capacidad real de producción o cuando se priorizan solicitudes urgentes de clientes recientes sobre otras ya programadas. Esto ha generado retrasos de entre dos y ocho días. Además, se identificó que el proceso de doblado de láminas actúa como un recurso restrictivo en los productos más vendidos.

En cuanto al estado de la maquinaria, esta cuenta con mantenimiento preventivo anual, y las fallas se presentan aproximadamente cada cuatro o cinco meses. No obstante, el impacto de estas fallas es bajo gracias a que existen equipos de respaldo en varios procesos.

Los controles de calidad se realizan de manera informal, basándose en revisiones entre operarios al pasar las piezas de un proceso a otro. Aunque esto permite cierta detección de errores, no hay procedimientos documentados ni responsables asignados. Por su parte, las devoluciones o reclamos son poco frecuentes y se presentan principalmente en productos personalizados, debido a errores en medidas o acabados.

Como complemento a la información proporcionada por gerencia, se levantó un inventario de la maquinaria actualmente disponible en la planta (Ver apéndice B). Este inventario permite tener una visión clara de la capacidad instalada, el estado general de los equipos y su distribución dentro del proceso productivo

6.2.2 Entrevistas a operarios

Posteriormente se tuvo en cuenta la perspectiva de los problemas actuales y las posibles oportunidades de mejora que identifican los colaboradores. Su opinión se hace relevante en gran medida puesto que son los actores directamente involucrados en el proceso, además de que el

diseño de mejoras se debe enfocar entre otras cosas, en brindarles seguridad y comodidad para el desempeño de sus funciones.

Se realizaron entrevistas estructuradas (Ver apéndice A), de manera presencial, individual y estuvieron dirigidas a todos los colaboradores directos que tiene actualmente la empresa. Las entrevistas se realizaron con una duración promedio de 15 a 25 minutos por persona, y se realizó documentación de las respuestas (Ver apéndice A), para luego realizar una clasificación y análisis de estas.

Uno de los hallazgos es la presencia de sobrecarga de tareas a ciertos operarios, lo cual genera lentitud en la ejecución de actividades y dificulta mantener un flujo de trabajo constante. En varias ocasiones, actividades que requieren más de una persona deben ser asumidas por un solo operario debido a que se encuentra ocupado realizando otra actividad con mayor urgencia. Además, se identificaron problemas en la gestión de materiales y en la planeación de pedidos, ya que los retrasos en la entrega de insumos afectan directamente el cumplimiento de los plazos de fabricación y generan tiempos de espera innecesarios.

También se destacó la falta de comunicación y coordinación entre áreas, lo cual repercute en demoras, retrabajos y en la pérdida de eficiencia operativa. Adicionalmente, se percibe una ausencia de liderazgo efectivo, lo cual dificulta el control del cumplimiento de responsabilidades y la implementación de correctivos cuando se presentan incumplimientos.

Aunque la mayoría del personal manifestó contar con las herramientas básicas necesarias para trabajar, surgieron algunas recomendaciones puntuales relacionadas con la incorporación de nuevos equipos que podrían facilitar tareas críticas y reducir el esfuerzo físico. Asimismo, se evidenció que algunas propuestas de mejora realizadas por el personal no han sido atendidas con

prontitud, lo que resalta la importancia de establecer mecanismos formales para canalizar y dar seguimiento a las iniciativas internas, promoviendo la mejora continua.

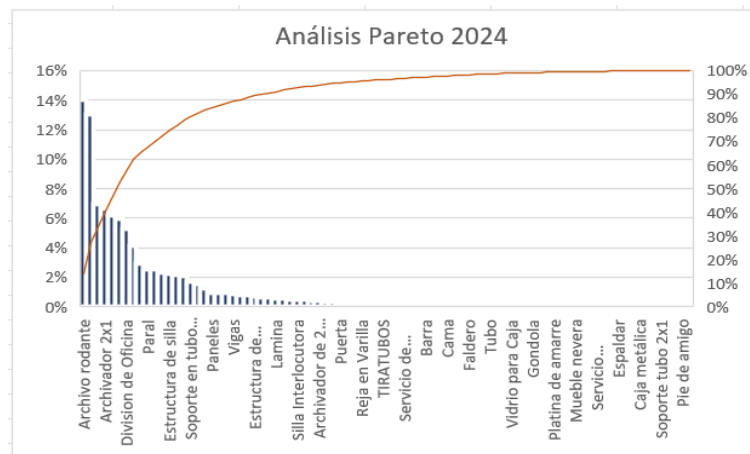
Finalmente, los trabajadores manifestaron el deseo de ver una planta más organizada, visualmente agradable y funcional, que proyecte una imagen profesional tanto para el equipo interno como para los clientes o visitantes.

6.2.3 Análisis Pareto de las ventas de los años 2024, 2023 y 2022

Como Metal Sander S.A.S tiene una amplia oferta de productos, además de la posibilidad de realizar variaciones en los detalles que los clientes soliciten, se hizo necesario realizar el análisis Pareto para identificar el producto más representativo en las ventas. Para esto se analizaron las facturas de venta anuales en los períodos de 2022, 2023 y 2024 (Ver apéndice C).

Figura 2.

Análisis Pareto de ventas 2024

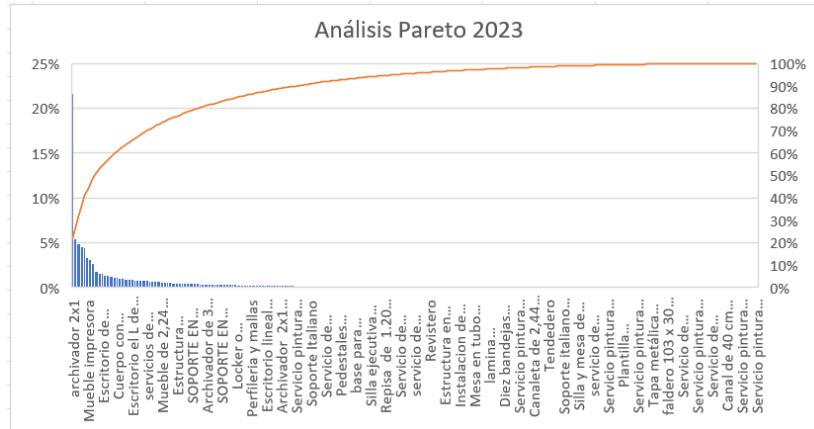


En la figura 2, se tiene el análisis Pareto del año 2024, se encontró que los productos con características estándar más vendidos fueron, el archivador 2x1, el locker y el archivador 4 gavetas, con un 6.64%, 4.15% y 2.30% respectivamente de las ventas realizadas en el año. Debido a la gran

variedad de productos que ofrece la empresa, algunos productos con porcentajes inferiores a 1% se alcanzaban a clasificar dentro del 20% de los más importantes, pero no fueron tenidos en cuenta.

Figura 3.

Análisis Pareto de ventas 2023



En la figura 3 se presenta el análisis de Pareto correspondiente al año 2023, donde el archivador 2x1 concentró el 21.61% de las ventas, seguido por el pedestal cuadrado con 4.53%, el folderama con 4.50%, el estante liviano con 2.72% y el escritorio operativo o en L con 1.54%.

Figura 4.

Análisis Pareto de ventas 2022



En la figura 4 se presenta el análisis correspondiente al año 2022, donde el archivador 2x1 nuevamente fue el producto más representativo, con un 16.28% de las ventas, seguido del folderama con 12.32%, el pedestal cuadrado con 9.08%, y el escritorio operativo o en L con 5.05%. Otros productos que, aunque menos representativos, cumplieron con los criterios para ser considerados fueron el estante (2.68%), el soporte italiano (1.37%), el locker de nueve puestos (1.25%), el escritorio con soportes italianos (1.12%) y el archivador de 4 gavetas (1.08%).

Finalmente, se concluye que, entre los productos con características estándar, los más representativos durante los tres años analizados fueron el archivador 2x1, el folderama, el locker de nueve puestos, el pedestal cuadrado, el estante liviano y el escritorio en L o puesto de trabajo. Estos productos se destacaron no solo por sus volúmenes de venta, sino también por su recurrencia a lo largo del tiempo. Aunque el archivador de 4 gavetas también presentó una alta participación en las ventas, no fue incluido en el análisis debido a que su proceso de fabricación es muy similar al del archivador 2x1, ya contemplado en esta selección.

6.2.4 Revisión del sistema de planeación y control de la producción

Metal Sander S.A.S es una empresa que trabaja por proyectos principalmente, esto quiere decir que la empresa se ajusta exactamente a las necesidades del cliente, fabrica muebles a medida de los espacios disponibles, adaptando el calibre de los materiales de acuerdo con el uso que se les va a dar, además de los colores y demás acabados. Pero también tiene algunos productos estandarizados que son de un uso común en las empresas, como son los archivadores, los escritorios, folderamas, estanterías, lockers, entre otros, y piezas metálicas para el ensamble de muebles con otros materiales como madera, tela, o vidrio. Por esta razón en el numeral 5.2.3, se realizó el análisis para escoger así los productos más representativos dentro de los que son estandarizados.

El proceso de planeación comienza una vez se confirma el pedido por el cliente y se consigna un anticipo del 50% del valor cotizado. En el caso de los productos estándar se inicia con la validación de disponibilidad de los materiales necesarios para los procesos iniciales, y se programa el pedido de acuerdo con la carga actual de trabajo. Por otra parte, para los pedidos personalizados, se requiere un análisis previo que incluye la revisión de planos, diseño de soluciones específicas y de ser necesario, visitas para toma de medidas, a partir de esto se realiza una cotización detallada que debe ser aprobada por el cliente y de igual manera realizar un anticipo.

Una vez aprobado el pedido, la producción es planificada y distribuida por el encargado del área, quien actualmente realiza esta labor de forma empírica, sin apoyarse en cronogramas ni software especializado que permitan consignar, consultar o hacer seguimiento a la programación de órdenes de producción. Esto implica una dependencia directa a una persona, que, aunque cuenta con amplia experiencia, podría presentar errores, u olvidos, especialmente en temporadas de altas cargas de trabajo.

La asignación de tareas se basa principalmente en el orden de llegada de los pedidos, pero en la práctica se realizan constantes ajustes para priorizar entregas urgentes o proyectos atrasados. Esta metodología es flexible, pero carece de estandarización que permita gestionar de manera eficiente la capacidad instalada, evidencia de esto es que una vez se encuentran cerca las fechas de entrega se trabajan horas extras a último momento para poder cumplir, e incluso incurriendo en la entrega retrasada de pedidos.

Adicionalmente, la ausencia de indicadores de gestión y seguimiento del estado de las órdenes limita la trazabilidad del proceso productivo. La información de los tiempos estimados, estado de avance, prioridades y secuencia del trabajo no está disponible para los operarios ni para otros actores del proceso, generando dependencia de la comunicación verbal y demoras en la toma

de decisiones. La información se recolectó mediante unas preguntas (Ver apéndice D) y observación directa.

6.2.5 Diagrama de flujo de proceso

Como se mencionó en el análisis Pareto, los productos objeto de estudio del proyecto son el archivador 2x1, el folderama, el pedestal cuadrado, el locker de nueve puestos, el estante liviano y el escritorio operativo, sobre ellos se realizaron los respectivos diagramas de flujo (Ver apéndice E) del proceso, con el objetivo de conocer su proceso de manera detallada, identificando los recursos asociados a cada fase, los tiempos y los posibles puntos críticos del proceso.

En la Tabla 1 se resumen las actividades involucradas en el proceso de fabricación de los productos seleccionados, incluyendo operaciones, transportes, demoras, inspecciones y almacenamientos, así como el tiempo total estimado de ejecución en minutos y la distancia total recorrida por producto en metros. Se observa que el escritorio presenta la mayor cantidad de actividades (17 operaciones y 15 transportes), lo cual se explica en parte porque su estructura incluye la fabricación previa de dos pedestales y un archivador, aumentando así la complejidad del proceso y la necesidad de integrar componentes.

Tabla 2.

Resumen diagramas de flujo de proceso

| Producto | Operación | Transporte | Demora | Inspección | Almacenamiento | Tiempo total | Distancia total |
|------------|-----------|------------|--------|------------|----------------|--------------|-----------------|
| Archivador | 12 | 10 | 1 | 0 | 2 | 269 | 97,97 |
| Folderama | 12 | 10 | 1 | 0 | 2 | 382 | 83 |
| Pedestal | 10 | 9 | 1 | 0 | 2 | 129 | 69 |
| Locker | 12 | 10 | 1 | 0 | 2 | 491 | 74 |
| Estante | 9 | 9 | 1 | 0 | 2 | 194 | 84 |
| Escritorio | 17 | 15 | 1 | 0 | 2 | 398 | 109 |

Al analizar los diagramas de flujo correspondientes a los productos más representativos de la empresa, se identificó que comparten una estructura similar en sus etapas productivas, lo cual facilita la estandarización de procesos y permite identificar oportunidades de mejora de forma transversal.

A pesar de que las etapas de horneado y enfriado presentan una duración significativa dentro del flujo productivo, estas no representan una restricción en la capacidad del sistema, ya que permiten el procesamiento simultáneo de múltiples piezas. Esto indica que el cuello de botella no se encuentra en dichas etapas térmicas, sino probablemente en actividades con mayor intervención manual o tiempos de espera acumulados entre procesos.

Un aspecto importante por resaltar es que, de acuerdo con el levantamiento de información, no se evidencia la realización de actividades de inspección dentro del flujo productivo. Esta ausencia puede representar un riesgo para el aseguramiento de la calidad del producto final y podría estar generando reprocesos o insatisfacción en el cliente, en caso de que no se detecten oportunamente posibles fallas.

6.2.6 Análisis de la distribución de planta

Como parte del análisis de la distribución de planta, se utilizaron dos herramientas principales: el diagrama de recorrido y el análisis del uso del espacio, con el fin de evaluar la eficiencia del flujo de materiales y la disposición de las áreas dentro del taller.

6.2.6.1 Diagramas de recorrido. El diagrama de recorrido (Ver apéndice F) permite visualizar el trayecto real que siguen los productos durante el proceso productivo, lo cual facilita la identificación de posibles fuentes de desperdicio, como desplazamientos innecesarios o cruces de rutas. Para ello, se elaboraron los diagramas correspondientes a los productos más representativos

El escritorio no fue representado mediante un diagrama individual, ya que su fabricación depende de la integración de dos pedestales y un archivador, cuyos recorridos ya fueron considerados. Esta condición refuerza la complejidad de su flujo productivo, al involucrar múltiples componentes y zonas de trabajo.

En los diagramas elaborados se evidencian trayectos con múltiples desplazamientos entre estaciones de trabajo, así como cambios de nivel en algunos casos, especialmente en productos como el archivador, cuyo armado final se realiza en el segundo piso. También, se observa que los procesos presentan un patrón de desplazamientos extensos y con varios cruces innecesarios. La distribución actual de los puestos de trabajo genera recorridos largos, en zigzag y con múltiples retrocesos, lo cual se traduce en un consumo innecesario de tiempo y recursos.

Además, existe una separación significativa entre procesos que deberían estar cercanos, como por ejemplo entre la zona de pintura y el área de armado, que se encuentra en un piso distinto, lo cual incrementa el tiempo de transporte y la manipulación de piezas terminadas. También se identifican trayectorias que obligan a retornar a áreas ya recorridas, lo cual evidencia una falta de linealidad en la disposición de los puestos de trabajo, contraria a los principios de eficiencia y flujo continuo.

Por otra parte, aunque el área de almacenamiento de materia prima está estratégicamente ubicada cerca del acceso, el recorrido que sigue el material hasta integrarse al flujo productivo presenta desviaciones que podrían evitarse con una reorganización de los primeros puntos de operación. En conjunto, estas observaciones indican que la disposición actual responde a una lógica funcional tradicional, pero no necesariamente a una mejora integral del flujo de procesos, lo cual representa una oportunidad clara de intervención para mejorar el desempeño operativo de la planta.

6.2.6.2 Análisis de uso del espacio. El análisis del uso del espacio permite evaluar cómo se encuentra distribuida la planta en función del aprovechamiento de las áreas disponibles, identificando zonas subutilizadas, congestionadas o mal organizadas. Esta herramienta facilita detectar oportunidades de redistribución que contribuyan a mejorar el flujo de trabajo, la seguridad y la eficiencia operativa. Para ello, se realizó un diagnóstico visual y funcional de la distribución actual, considerando las áreas operativas y de almacenamiento. Se levantaron unos planos con demarcación de los espacios como se están utilizando actualmente (ver Apéndice I).

Las áreas de la planta se clasificaron en las siguientes categorías:

- Área productiva: incluye las zonas ocupadas por la maquinaria y la oficina administrativa.
- Áreas de inventarios: destinadas al almacenamiento de materia prima (MP), productos en proceso (PP) y productos terminados (PT).
- Áreas de circulación: comprenden tanto la circulación horizontal (pasillos) como la circulación vertical (escaleras).
- Áreas sin losa: corresponden a espacios con doble altura, que quedan como vacío dentro del plano.
- Áreas de almacenamiento de objetos varios: abarcan espacios ocupados por sobrantes de pedidos anteriores, piezas defectuosas, chatarra acumulada y maquinaria en desuso, que no se encuentran asociados directamente ni a la producción ni al inventario activo.

En Excel se realizaron los cálculos necesarios para determinar las áreas ocupadas actualmente, según la clasificación previamente definida (ver Apéndice J). La Tabla 2 presenta un

resumen de los resultados, expresados en metros cuadrados (m²) y el porcentaje que cada tipo de área representa respecto al total de la superficie de la planta.

Tabla 3.

Resumen análisis de uso del espacio

| Tipo de área | Área (m ²) | % sobre total |
|---|------------------------|---------------|
| Áreas operativas | 76,19 | 11,29% |
| Inventarios | 23,40 | 3,47% |
| Circulación | 191,25 | 28,33% |
| Área sin losa: espacio vacío (doble altura) | 125,75 | 18,63% |
| Área para almacenamiento de objetos varios | 140,35 | 20,79% |
| Área total ocupada | 556,94 | 82,51% |

Del análisis se observa que un porcentaje relevante del espacio corresponde a área que no genera valor directo para el proceso productivo, especialmente el área de almacenamiento de objetos varios (20,79%) y las áreas que no está siendo aprovechadas (17,49%), que son la diferencia entre el 100% y las áreas ocupadas actualmente.

En contraste, las áreas efectivamente productivas ocupan solo un 11,29% del total y las áreas de inventario un 3,47%, lo que refleja una oportunidad importante de redistribuir espacios improductivos y mejorar el orden en planta para liberar área que pueda ser destinada a actividades de mayor valor agregado.

Estos resultados sirven como base objetiva para formular propuestas de mejora, priorizando el aprovechamiento del espacio actualmente ocupado por objetos sin uso, y proponiendo ajustes en la distribución para reducir los desplazamientos internos y mejorar la productividad.

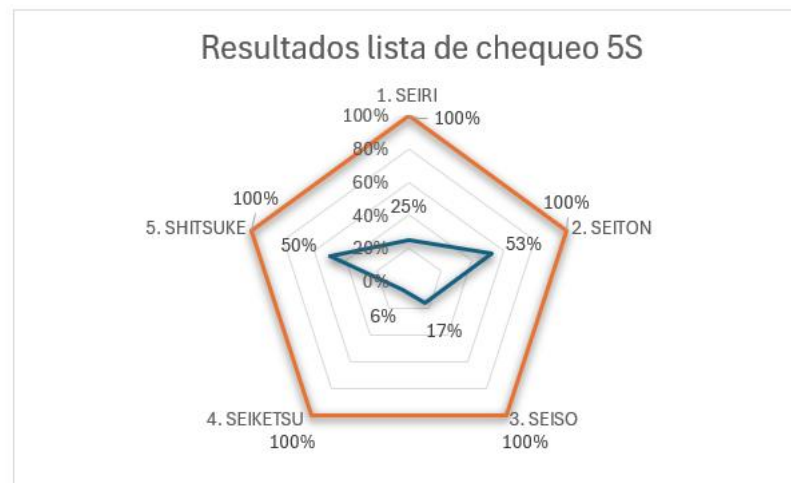
6.2.8 Análisis 5s

A partir de la aplicación de una lista de chequeo (ver Apéndice G), se evaluó el estado actual de la planta de producción frente a los principios de la metodología 5S de orden y limpieza. La lista incluyó opciones de respuesta “Sí”, “Parcial” y “No”, las cuales fueron cuantificadas asignando valores numéricos de 1, 0.5 y 0 respectivamente, para facilitar su análisis.

En la Figura 5 se presentan los resultados globales obtenidos, y posteriormente se describen de forma detallada los hallazgos de cada uno de los numerales evaluados, complementados con comentarios de los operarios entrevistados y la observación directa realizada en planta.

Figura 5.

Gráfico radial 5S



SEIRI – Clasificar (Eliminar lo innecesario)

En esta primera “S” se identificó que existen materiales, herramientas dañadas y equipos que no se utilizan frecuentemente, los cuales ocupan espacio en planta. Se mencionó la presencia de retazos, pulidoras viejas, una dobladora en desuso y otros objetos que no aportan valor al proceso, generando desorden y dificultando el tránsito. Asimismo, se concluyó que las

herramientas de trabajo no están correctamente ubicadas ni clasificadas, lo que podría generar demoras operativas y riesgos de seguridad. Evidencia de esto, se tiene una dobladora, que es de menor tamaño que la utilizada frecuentemente, por el desuso, los operarios la utilizan inadecuadamente para colocar las herramientas, como se evidencia en la Figura 6.

Figura 6.

Evidencia fotográfica máquina en desuso



SEITON – Ordenar (Ubicar lo necesario correctamente)

Aunque se reconoce cierto esfuerzo por mantener algunas herramientas agrupadas, el diagnóstico evidenció que no existe una organización clara del espacio y los materiales. Las áreas de almacenamiento no están señalizadas ni etiquetadas, y los materiales se reconocen visualmente por experiencia, en lugar de estar debidamente clasificados. Esta situación genera confusión y riesgo de errores. Las herramientas no siempre son devueltas a su lugar y algunos elementos son almacenados sobre equipos en desuso, lo cual no es funcional ni seguro.

SEISO – Limpiar (Eliminar la suciedad)

En esta dimensión se identificó un alto nivel de suciedad, especialmente acumulación de polvo, producto del proceso de pintura. Aunque se realizan limpiezas ocasionales, las estaciones de trabajo no se mantienen limpias de forma continua, ya que el entorno vuelve a ensuciarse rápidamente. Las máquinas y herramientas presentan residuos visibles, y no existe una rutina de limpieza sostenida que garantice condiciones higiénicas durante toda la jornada. Para dar solución a esta problemática se había planteado inicialmente reubicar el área de pintura a un espacio en la que se pudiera encerrar la zona para que los residuos se contuvieran y no se dispersaran a toda la planta. Sin embargo, aunque se efectuó el cambio de ubicación, no se realizó el encerramiento, por lo que no se obtuvieron finalmente los resultados esperados y esto sigue afectando negativamente las condiciones de aseo.

SEIKETSU – Estandarizar (Hacer las instrucciones)

Al no haberse implementado anteriormente un programa estructurado de 5S en la empresa, se evidenció la ausencia generalizada de normas visuales, procedimientos estandarizados y elementos que refuercen el orden y la limpieza de forma sostenida. No se encontraron señalizaciones visibles sobre la ubicación adecuada de herramientas, ni delimitaciones físicas de las áreas de trabajo o almacenamiento. Tampoco existen métodos formales o instrucciones para la limpieza periódica de equipos y espacios, lo que lleva a que cada trabajador actúe según su experiencia previa o juicio personal.

Por tanto, establecer procedimientos visuales y operativos claros es una necesidad clave para asegurar la sostenibilidad de las mejoras que se propongan a partir de la metodología 5S.

SHITSUKE – Mantener (Hábito y compromiso)

Finalmente, se observó que el compromiso con la disciplina y la mejora continua es parcial. Algunos trabajadores han adoptado buenas prácticas como devolver las herramientas a su lugar, pero estas acciones no son consistentes ni están internalizadas por todo el equipo. La limpieza al finalizar una actividad no siempre se realiza, salvo en el área de pintura, debido a la naturaleza de la operación, pues la usencia de la limpieza entre tareas podría generar que se mezclen los colores y afectar la calidad. Tampoco hay un mecanismo formal para reforzar comportamientos positivos o corregir desviaciones.

Mediante inspección visual de la oficina se encontró que esta tampoco se encuentra en las mejores condiciones de orden y limpieza como lo evidencian la Figura 7.

Figura 7.

Evidencia fotográfica área administrativa



Aunque suele aplicarse en áreas de producción, la metodología 5S también es clave en oficinas, especialmente en esta empresa, donde se reciben clientes, se realizan cotizaciones y se gestionan pedidos. El estado actual, como muestran las imágenes, refleja desorden, acumulación de elementos y riesgos por cableado expuesto. Implementar 5S ayudaría a mantener el espacio

limpio, ordenado y funcional, mejorando la eficiencia del trabajo y proyectando una imagen profesional ante los clientes.

La aplicación de la lista de chequeo 5s permitió evidenciar que la empresa presenta un bajo nivel de cumplimiento en la mayoría de los principios de esta metodología, principalmente en la clasificación, limpieza y estandarización, con materiales mal ubicados, acumulación de residuos y ausencia de normas visuales que brinden orientación a los colaboradores.

En este sentido, la implementación de la metodología 5s representa una oportunidad de mejora clave para transformar el entorno físico de la planta, mejorar la seguridad, aumentar la productividad, y fomentar una cultura de disciplina operativa.

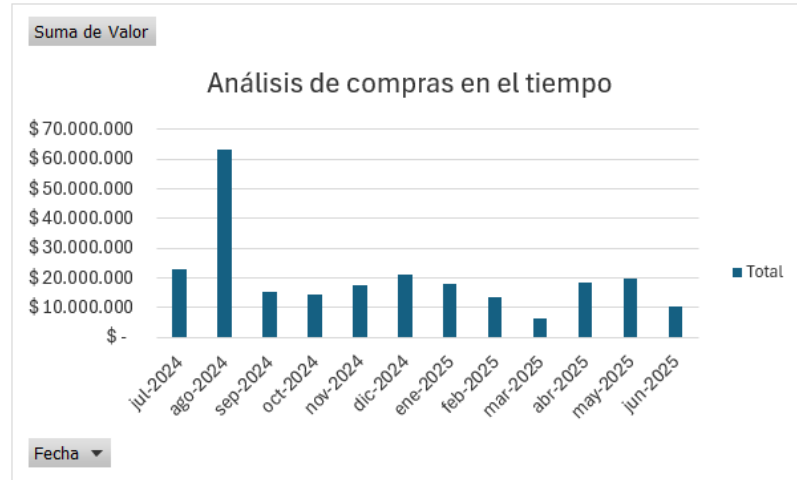
6.2.9 Análisis de las compras

Se realizó un análisis de las compras realizadas por la empresa en el período del 1 de julio del 2024 al 1 de julio de 2025 (ver Apéndice H). La información fue obtenida a partir de un informe generado en el sistema contable de la empresa, que permitió extraer los registros detallados de las compras generadas durante el período de tiempo mencionado.

En primer lugar, se realizó el análisis de las compras respecto al tiempo, con el objetivo de identificar posibles tendencias de gasto en temporadas de alta demanda. Como resultado se obtuvo la Figura 8, en la que se observa que en el mes de agosto de 2024 se presentaron compras significativamente mayores que en los demás meses del análisis.

Figura 8.

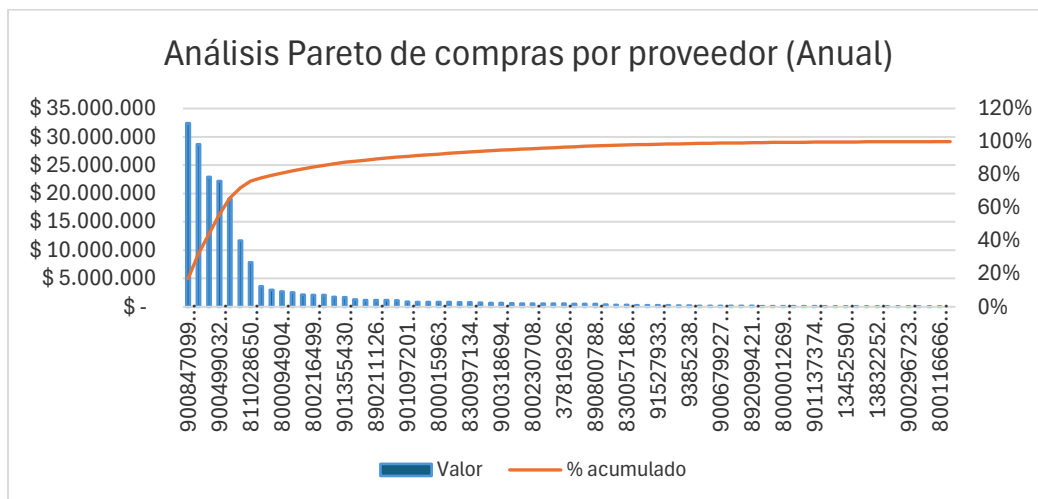
Análisis de las compras en el tiempo



Posteriormente, se agruparon los gastos realizados por proveedor, y se analizaron mediante una gráfica de Pareto, presentada en la Figura 9. Donde las compras de materias primas metálicas correspondieron a los 4 proveedores principales de la empresa.

Figura 9.

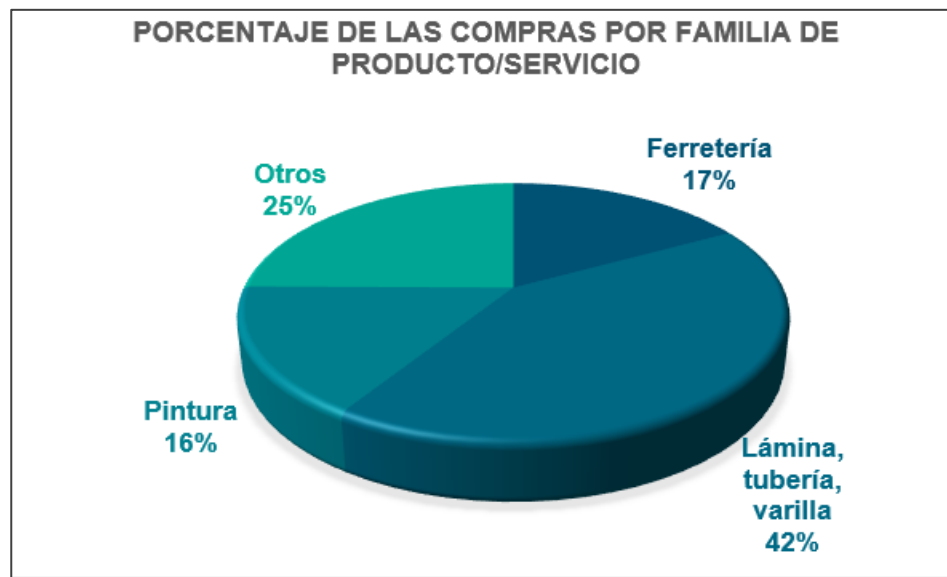
Análisis de compras por proveedor



Finalmente se realizó la Figura 10, donde se presentan los resultados de un gráfico circular en el que se clasificaron las compras por tipo de producto adquirido. Este análisis sirve para conocer las categorías de gasto que tienen mayor peso dentro de las compras totales, aportando información relevante para futuras decisiones relacionadas con la planeación, priorización de recursos y posibles negociaciones con proveedores.

Figura 10.

Compras por tipo



6.2.10 Conclusiones del diagnóstico

De la entrevista a gerencia se identificaron como fortalezas la calidad percibida de los productos y la ventaja de contar con proveedores cercanos que permiten aprovisionamiento rápido. Como oportunidades de mejora se destaca la ausencia de demarcación en las zonas de almacenamiento, la priorización empírica de pedidos que puede ocasionar retrasos y la necesidad de formalizar los controles de calidad, que actualmente se realizan de manera informal entre

operarios. También se identificó que el proceso de doblado de láminas tiende a convertirse en un recurso restrictivo para los productos más vendidos.

A partir de las entrevistas a los operarios, se identificaron como principales oportunidades de mejora la sobrecarga de tareas en algunos puestos, que dificulta mantener un flujo de trabajo constante, así como la falta de coordinación entre áreas, que ocasiona demoras y retrabajos. Se evidenció también la ocurrencia de faltantes de insumos que generan tiempos de espera innecesarios y afectan el cumplimiento de los plazos de fabricación.

Adicionalmente, surgió la necesidad de fortalecer el liderazgo en planta y establecer mecanismos formales para dar seguimiento a las propuestas de mejora internas, orientando a la organización hacia una cultura de mejora continua (Kaizen). Por último, los trabajadores expresaron el interés por contar con una planta más organizada, limpia, y visualmente agradable, que contribuya al bienestar en el trabajo.

El sistema actual de planeación y control de la producción presenta una gestión empírica, sin apoyo en cronogramas, software especializado, ni registros que respalden la programación o el seguimiento de órdenes. El trabajo simultáneo de productos estándar y personalizados, sumado a la falta de planificación estructurada, afecta la eficiencia operativa y dificulta el cumplimiento de los tiempos de entrega. Por esto, se identifican oportunidades de mejora mediante la implementación de herramientas que permitan organizar, registrar y controlar de forma más precisa el proceso productivo, para así tener la capacidad de responder a una demanda mayor y la gestión de un proceso productivo más complejo, que involucre mayor cantidad de maquinaria, personal y recursos.

El análisis mediante diagramas de recorrido evidenció desplazamientos largos, cruces innecesarios y cambios de nivel que afectan la fluidez del proceso productivo. Aunque algunos espacios, como el área de almacenamiento de materia prima, están bien ubicados en relación con la recepción, persisten recorridos en zigzag y retrocesos que revelan una distribución funcional tradicional más que un diseño orientado al flujo continuo. Esto confirma la oportunidad de mejora mediante una redistribución de planta que reduzca distancias, facilite la supervisión y mejore la eficiencia operativa.

El diagnóstico mediante lista de chequeo evidenció un bajo nivel de cumplimiento en la mayoría de los principios de la metodología 5S, destacándose la acumulación de suciedad y ausencia de procedimientos estandarizados. Estas condiciones reflejan que no se había implementado previamente un programa estructurado de orden y limpieza, lo que hace que las prácticas actuales dependan del criterio individual de los operarios. Estos hallazgos confirman que la implementación de 5S representa una oportunidad clave para mejorar el entorno físico, la seguridad y promover una cultura de disciplina y mejora continua.

7. Propuestas de mejora

7.1 Reacomodación de la distribución de planta

7.1.1 Problemática que se pretende atender

Actualmente, la distribución física de la planta no ha sido diseñada en función de un análisis técnico del flujo de trabajo, lo que ha dado lugar a una disposición desorganizada de equipos, estaciones de trabajo y zonas de almacenamiento. Como consecuencia se presentan recorridos innecesarios de materiales y operarios, acumulación de piezas en proceso en espacios improvisados y cruces de trayectorias.

Esta situación afecta directamente la eficiencia operativa, ya que incrementa los tiempos de traslado, la fatiga de personal y el riesgo de errores o accidentes. Además, la falta de asignación de zonas de almacenamiento claras dificulta la gestión del espacio cuando se fabrican productos de gran volumen, como los lockers o folderamas.

7.1.2 *Objetivos de la propuesta*

- Analizar y reordenar las estaciones de trabajo según la secuencia general de la mayoría de los productos o los más vendidos.
- Minimizar los desplazamientos de operarios y materiales.
- Definir zonas específicas para almacenamiento, productos en proceso y terminados.
- Adaptar la distribución del sistema productivo para atender tanto productos estandarizados como personalizados.

- Mejorar la seguridad, accesibilidad y limpieza de las áreas de trabajo.

7.1.3 Descripción de la propuesta

La propuesta consiste en el rediseño la distribución actual mediante el reacomodo de máquinas, espacio para la operación de las máquinas, zonas de almacenamiento y espacios de circulación, siguiendo principios de distribución de planta de acuerdo con los productos que fabrica la empresa.

Como punto de partida, se aplicará el método Systematic Layout Planning (SLP), el cual permitirá estructurar el rediseño del sistema productivo considerando los elementos clave: producto, cantidad, recorrido, servicios y tiempo. Inicialmente, se realizará un análisis de los productos y sus demandas, complementado con la definición del proceso productivo mediante el diagrama de proceso, lo que facilitará la identificación de zonas críticas, recursos restrictivos de capacidad y estaciones subutilizadas.

Posteriormente, se elaborará la tabla de relaciones de actividades y el diagrama relacional de áreas funcionales, herramientas que orientarán la evaluación de cercanías y prioridades entre los distintos procesos. A partir de esta información, se procederá al cálculo de las superficies requeridas y al diseño de la nueva distribución de planta, teniendo en cuenta restricciones estructurales, disponibilidad eléctrica, dimensiones de máquinas, espacios de circulación y normativas de seguridad.

El rediseño se complementará con un esquema gráfico de la distribución de planta propuesta, que servirá como guía para la implementación física de la redistribución. Además, se incluirán recomendaciones de señalización de rutas y delimitación de espacios mediante pintura o

cintas de demarcación, cuya ejecución se sugiere realizar luego de la etapa de limpieza y orden correspondiente a la metodología 5S.

7.1.4 Plan de implementación de la propuesta

Tabla 4.

Plan de implementación diseño de planta

| Actividad | Recursos | Duración estimada | Responsable |
|--|---|--------------------------|--|
| Análisis de la distribución de planta actual y de recorridos | Plano actual, diagrama de recorrido, observación directa | 1 día | Autor del proyecto |
| Diseño de la nueva distribución de planta y validación con operarios y dirección | Plano digital, participación del personal, software de diagramación | 5 días | Autor del proyecto |
| Planeación de la reubicación (cronograma y logística) | Plano actualizado, permisos, listado de equipos | 2 horas | Autor del proyecto Personal de planta Jefe de producción |
| Reacomodo físico de equipos y estaciones de trabajo | Herramientas, transporte interno | 2 días | Personal de planta |
| Evaluación post implementación y ajustes finales | Lista de chequeo, encuesta al personal, análisis de recorrido | 1 día | Autor del proyecto |

7.2 Análisis de capacidad

Según Chapman (2006), la capacidad es la tasa de producción de una empresa, y comúnmente se mide como la salida del proceso por unidad de tiempo.

7.2.1 Problemática que se pretende atender

Actualmente, la empresa no cuenta con información formal de su capacidad instalada ni del nivel real de la utilización de esta. Esto limita la posibilidad de planificar eficientemente la

producción, ya que no se conoce con claridad cuántos pedidos se pueden realizar en un período determinado de tiempo.

Esta situación afecta negativamente la toma de decisiones operativas, la asignación de tiempos en un sistema de planificación y control de la producción, y es un impedimento para la implementación de sistemas de incentivos salariales, ya que no se tiene información confiable de tiempos estándar que permitan calcular lo que la planta realmente puede producir bajo condiciones normales.

7.2.2 Objetivos de la propuesta

- Caracterizar recursos físicos, humanos y tecnológicos disponibles en planta.
- Medir los tiempos estándar de ejecución por producto u operación.
- Determinar la capacidad de los centros de trabajo.
- Analizar el nivel de utilización actual en comparación con su capacidad disponible.
- Identificar cuellos de botella y recursos subutilizados.
- Generar información para dar soporte a propuestas como el sistema de PCP e incentivos.

7.2.3 Descripción de la propuesta

e propone realizar un análisis de la capacidad del proceso productivo de la empresa mediante un análisis técnico de cada centro de trabajo, combinando el cálculo de tiempos estándar, la observación directa, y de ser necesario entrevistas con los operarios.

El análisis comenzará por organizar, actualizar y validar la información que se tiene de las máquinas, talleres de trabajo, herramientas y personal, clasificándolos por tipo de proceso.

Seguidamente se realizará un estudio de tiempos adaptado a las condiciones de trabajo de la empresa, esto permitirá la determinación de tiempos estándar. Finalmente se realizarán los cálculos y análisis necesarios para obtener la capacidad instalada y la identificación de cuellos de botella. Este análisis permitirá establecer una base técnica sólida para planificar la producción, evaluar la capacidad y diseñar incentivos beneficiosos y justos.

7.2.4 Plan de implementación de la propuesta

Tabla 5.

Plan de implementación análisis de capacidad

| Actividad | Recursos | Duración estimada | Responsable |
|--|---|--------------------------|--|
| Validación del inventario de recursos productivos | Listado de maquinaria, entrevistas | 3 horas | Autor del proyecto |
| Clasificación de procesos y recursos disponibles por estación de trabajo | Listado de maquinaria, herramientas y operarios por centro de trabajo | 3 horas | Autor del proyecto Jefe de producción |
| Medición de tiempos | Reloj, hoja de registro, análisis por tipo de tarea | 3 semanas | Autor del proyecto |
| Cálculo de capacidad instalada por centro de trabajo | Formato Excel, fórmula técnica, información horarios | 2 días | Autor del proyecto |
| Análisis de brechas y cuellos de botella | Comparación entre capacidad y carga real | 1 día | Autor del proyecto Jefe de producción |

7.3 Implementación de la metodología 5s

7.3.1 Problemática que se pretende atender

La empresa se encuentra en condiciones deficientes en cuanto a orden, limpieza y organización tanto en el área productiva como administrativa. El análisis diagnóstico realizado mediante la aplicación de una lista de chequeo 5s evidenció una falta generalizada de clasificación

de materiales, ausencia de señalización y delimitación de espacios, acumulación de residuos de pintura, y carencia de procedimientos estandarizados para mantener el entorno limpio y funcional. Esta situación genera desorden, dificulta el tránsito de operarios, aumenta los riesgos de seguridad, disminuye la productividad y afecta negativamente la imagen profesional de la empresa.

Adicionalmente, no existe una cultura orientada al mantenimiento del orden, limpieza, y la mejora continua, por tanto, estas acciones dependen del criterio individual de los operarios.

7.3.2 Objetivos de la propuesta

- Clasificar y eliminar materiales innecesarios que ocupan espacio o representan riesgos.
- Reubicar herramientas y materiales según criterios de frecuencia de uso, creando zonas de almacenamiento definidas y señalizadas.
- Realizar una jornada de limpieza de las máquinas y los puestos de trabajo de residuos generados en las operaciones.
- Establecer rutinas y responsables de limpieza periódica en las estaciones de trabajo.
- Crear normas visuales que faciliten la estandarización de prácticas de orden y limpieza.
- Promover hábitos sostenibles mediante la capacitación y seguimiento del personal.

7.3.3 Descripción de la propuesta

La propuesta consiste en la implementación de la metodología 5s en todas las áreas de la empresa, comenzando por el área de producción y extendiéndose al área administrativa. Esta implementación se realizará de forma secuencial, siguiendo los cinco pasos: Clasificar (Seiri), Ordenar (Seiton), Limpiar (Seiso), Estandarizar (Seiketsu) y Mantener (Shitsuke). Previo a la implementación de las 5S se realizará una capacitación de los operarios, donde se comienza

realizando una exposición del método y las etapas, finalizando con la explicación de las herramientas utilizadas para el desarrollo de la propuesta, así como tablas de programación de actividades.

En la primera fase, Clasificar (Seiri), se realizará una revisión detallada de todas las herramientas, maquinas, materiales y demás objetos presentes en planta, con el fin de identificar cuáles tienen un uso frecuente y cuáles no. Aquellos elementos que no se utilicen de forma regular serán marcados y separados para su posterior disposición. La propuesta incluye evaluar opciones de vender, donar, reutilizar o desechar los materiales y equipos en desuso, liberando espacio y reduciendo el desorden.

En la segunda fase, Ordenar (Seiton), se reorganizarán los materiales, herramientas y equipos de acuerdo con su frecuencia de uso y ubicación lógica dentro del flujo de trabajo. Se definirán zonas específicas de almacenamiento, se aplicará señalización visual, y se marcarán áreas en el piso para delimitar ubicaciones asignadas, lo que facilitará la localización rápida de cada recurso.

Posteriormente, en la fase de Limpiar (Seiso), se realizará una limpieza general de toda la planta, incluyendo pisos, estaciones de trabajo, máquinas, herramientas y superficies.

En la cuarta fase, Estandarizar (Seiketsu), se establecerán normas visuales, rutinas y procedimientos que permitan mantener el estado de orden y limpieza alcanzado. Esto incluirá carteles, hojas de verificación periódica, y formatos de limpieza por turno. Estas acciones buscan reducir la variabilidad en la ejecución de las tareas de mantenimiento del orden y limpieza.

Finalmente, en la fase Mantener (Shitsuke), se desarrollarán estrategias para reforzar el hábito y el compromiso del personal con la metodología, promoviendo el autocontrol y la

responsabilidad individual. Se asignarán responsables por área, se implementará un sistema de seguimiento y retroalimentación.

7.3.4 Plan de implementación de la propuesta

Tabla 6.

Plan de implementación 5S

| Actividad | Recursos | Duración estimada | Responsable |
|---|--|--------------------------|--|
| Socialización inicial de la metodología 5S | Presentación, material informativo y didáctico | 1 hora | Autor del proyecto Personal de planta |
| Clasificación de herramientas, maquinarias y materiales | Etiquetas, espacio de almacenamiento temporal | 3 días | Jefe de producción Jefe de producción |
| Disposición final de elementos en desuso (venta, donación o descarte) | Herramienta de transporte de residuos a lugares de disposición | 1/2 día | Personal de planta |
| Limpieza general de la planta: pisos, máquinas, herramientas | Material de limpieza, productos desinfectantes, EPP | 2 días | Personal de planta Autor del proyecto |
| Diseño e instalación de normas visuales y rutinas estandarizadas, demarcación de zonas de trabajo y áreas de almacenamiento | Carteles, impresiones, fichas estándar, recursos gráficos, cinta de marcación, pintura epóxica, plano de la nueva distribución de planta | 1/2 días | Jefe de producción Personal de planta Jefe de producción |
| Establecimiento de rutinas, asignación de responsables y seguimiento | Formatos de control, cronograma de limpieza, cuadro de responsabilidades | 2 horas | Autor del proyecto |
| Evaluación de resultados y retroalimentación del personal | Encuestas, observación directa | 1 semana | Autor del proyecto |

7.4 Adecuación del área de pintura

7.4.1 Problemática que se pretende atender

Actualmente, el área donde se realiza la aplicación de pintura electrostática no cuenta con un cerramiento adecuado, lo cual permite la dispersión de partículas de polvo por toda la planta. Esta situación ha sido identificada como una de las principales molestias por parte de los colaboradores, y representa una desviación importante respecto a los principios de la metodología 5S, principalmente en lo relacionado con limpieza (Seiso) y estandarización (Seiketsu). La presencia de polvo afecta no solo la higiene general, sino también la calidad del producto, ya que contamina otras áreas, herramientas y superficies de trabajo, además de presentar un riesgo en la salud de los colaboradores.

7.4.2 Objetivos de la propuesta

- Delimitar físicamente el área de pintura mediante cerramiento estructural.
- Instalar un sistema de extracción.
- Alinear las condiciones del área con los principios de orden y limpieza propuestos por la metodología 5S.

7.4.3 Descripción de la propuesta

La propuesta consiste en la adecuación del área de pintura mediante la instalación de un encerramiento físico que permita contener las partículas de polvo generadas durante la aplicación de la pintura. El cerramiento estará compuesto por unas puertas con estructura metálica y paneles de plástico translúcido, lo cual permite el paso de la luz natural al área, favoreciendo la visibilidad con menor iluminación artificial.

7.4.4 Plan de implementación de la propuesta

Tabla 7.

Plan de implementación adecuación área de pintura

| Actividad | Recursos | Duración estimada | Responsable |
|--|--|--------------------------|--|
| Revisión del espacio actual y diseño del cerramiento | Herramientas de medición | 1/2 hora | Jefe de producción |
| Fabricación de la estructura | Tubos, plástico | 4 horas | Personal de planta |
| Instalación del cerramiento | Estructura metálica, herramientas de instalación | 2 días | Personal de planta Jefe de producción |
| Instalación del sistema de ventilación | Extractores, filtros, conexión eléctrica, proveedor especializado o materiales para la fabricación de un extractor artesanal | 2 días | Contratista o personal de planta Jefe de producción |
| Evaluación del funcionamiento post implementación | Inspección visual, retroalimentación del personal | 1 día | Autor del proyecto Personal de planta Jefe de producción |

7.5 Implementación de un sistema de gestión de órdenes de trabajo internas

7.5.1 Problemática que se pretende atender

Actualmente, no existe un mecanismo claro para programar las tareas de los operarios ni para registrar su cumplimiento. Esto genera incertidumbre sobre lo que debe hacerse, dependencia excesiva del jefe de producción, dificultades para conocer el estado real de los pedidos y ausencia de información objetiva que permita analizar el rendimiento individual o general. Además, se evidenció en el diagnóstico problemas de comunicación entre operarios y el encargado del área, lo

que limita el liderazgo efectivo y el seguimiento oportuno. También se comentaban errores a causa de la asignación oral de tareas o pedidos, en la que los operarios olvidaban dar cumplimiento oportuno a estas.

7.5.2 *Objetivos de la propuesta*

- Facilitar la programación semanal y diaria de tareas por operario o estación de trabajo.
- Registrar el avance de pedidos y tareas en tiempo real.
- Permitir a cualquier persona (incluyendo nuevos integrantes del equipo operativo) que pueda conocer fácilmente el estado de producción sin depender de intermediarios, gracias a un sistema visual estandarizado y comprensible.
- Apoyar el liderazgo del encargado mediante información visual para la toma de decisiones.
- Promover la responsabilidad individual y la mejora continua a partir de datos visibles y medibles.
- Brindar apoyo a un futuro sistema de incentivos según desempeño.
- Servir de apoyo para el registro del avance de los pedidos en la herramienta de Excel para la gestión y control de la producción.
- Contribuir con la escalabilidad del proceso productivo, facilitando la integración de nuevos operarios o coordinadores sin depender del conocimiento, la experiencia y la intuición del personal que ya tiene tiempo trabajando en la empresa.

7.5.3 Descripción de la propuesta

Se propone implementar un sistema de control visual y documental que combina un tablero físico tipo Kanban y formatos físicos de órdenes de trabajo internas. El tablero se ubicará en un lugar central de la planta para programar y registrar las tareas asignadas por jornada o semana. En ellos se detallarán los pedidos activos y estado de avance. Cada operario será responsable de actualizar el tablero a medida que cumpla sus actividades, mientras que el supervisor podrá registrar observaciones o cambios de prioridad. Además de las respectivas tarjetas Kanban, que se moverán en el tablero de acuerdo con el estado de avance de cada pedido.

De manera complementaria, se diseñarán órdenes de trabajo internas en formato físico que se diligenciarán para cada lote o pedido. Estas órdenes permitirán un control más detallado sobre la trazabilidad del trabajo, registrando la información que se considere necesaria para que los operarios puedan realizar el pedido, como para que la gerencia pueda hacer seguimiento de esta información y usarla como soporte en la toma de decisiones. Los formatos estarán integrados con la información de los tableros, de modo que se garantice coherencia en la planeación, ejecución y retroalimentación del proceso productivo.

7.5.4 Plan de implementación de la propuesta

Tabla 8.

Plan de implementación OTI

| Actividad | Recursos | Duración estimada | Responsable |
|---|--|--------------------------|--------------------|
| Diseño del formato de los tableros, de las órdenes de trabajo internas y las tarjetas, validación con operarios | Plantillas de tablero, tarjetas kanban y órdenes de trabajo, | 1 día | Autor del proyecto |

| Actividad | Recursos | Duración estimada | Responsable |
|---|---|--------------------------|--|
| Fabricación o instalación del tablero físico y elaboración de formatos impresos | Pizarras, carteleras, imanes, materiales de oficina, papelería para formatos | 1/2 día | Personal de planta Autor del proyecto |
| Capacitación al personal sobre el uso del tablero y diligenciamiento de las órdenes de trabajo | Diapositivas, socialización, ejemplos prácticos | 1 hora | Autor del proyecto |
| Inicio del registro operativo diario en los tableros y uso de órdenes de trabajo para control interno | Fichas de producción, rotuladores, tarjetas de colores, formatos de órdenes de trabajo impresos | 1 semana | Personal de planta |
| Evaluación inicial del sistema de tableros y órdenes de trabajo, con propuesta de ajustes | Lista de chequeo, entrevistas, revisión de registros | 2 días | Autor del proyecto |
| Presentación de resultados y retroalimentación del sistema, con información para incentivos | Gráficos de avance, retroalimentación del equipo, ejemplos de registros de órdenes | 1 día | Autor del proyecto |

7.6 Implementación de un sistema de gestión de bodega orientado a mejorar la eficiencia del proceso productivo

De acuerdo con Chapman (2006), la administración de los inventarios es uno de los retos más importantes que enfrentan los directivos en cuestión de planificación y control, sobre todo en empresas de manufactura, además que juega un papel clave para dirigir un negocio con efectividad.

7.6.1 Problemática que se pretende atender

La empresa no cuenta con un sistema de gestión o administración de los inventarios. Los materiales se reciben, almacenan y consumen sin registros sistematizados ni visibilidad clara de los niveles disponibles. Esto genera dificultades para gestionar la producción y cumplir con los pedidos, pues en muchas ocasiones, al momento de iniciar un pedido no se cuenta con los materiales necesarios o no se sabe con certeza si están disponibles. Evidenciando situaciones en

las que se generan tiempos de inactividad por falta de materia prima, pérdida de retazos o materiales por no estar organizados. Teniendo en cuenta esto, la propuesta no va orientada a predecir demanda o calcular cantidades óptimas de compra, sino a responder las preguntas: ¿Qué se tiene? ¿Cuánto se tiene? Y ¿Dónde está?

7.6.2 *Objetivos de la propuesta*

- Diseñar un sistema básico de gestión de bodega que permita mejorar el control, la organización y la disponibilidad de materiales.
- Clasificar los inventarios existentes y diseñar un sistema simple de identificación con etiquetas.
- Organizar físicamente las áreas o estanterías de almacenamiento, definiendo zonas, señalización y responsables.
- Conocer las cantidades disponibles de cada material.
- Establecer procedimientos de ingreso, registro, consumo y salida de inventario.
- Diseñar un sistema simple y visual para el control físico y virtual.
- Generar formatos de entradas y salidas de inventario.
- Permitir a los responsables de producción conocer el stock disponible antes de programar pedidos.
- Reducir desperdicios, pérdidas y tiempos inactivos por falta de insumos.
- Capacitar al personal en los nuevos procedimientos y en el uso de los formatos.

7.6.3 Descripción de la propuesta

Se propone implementar un sistema de gestión de bodega adaptado a las capacidades y recursos actuales de la empresa y centrado inicialmente en las materias primas. El sistema incluirá etiquetas o códigos simples por tipo de material, controles y registro de entrada y consumo de inventario, procedimientos de revisión periódica de existencias y responsables para el manejo del inventario por zona.

La implementación del sistema se desarrollará de manera articulada con la metodología 5S, aprovechando sus primeras etapas, de clasificación, orden y limpieza de las zonas de almacenamiento. Durante este proceso se identificarán los tipos de materiales existentes, se eliminarán aquellos obsoletos o en mal estado y se organizarán los materiales útiles según su tipo y frecuencia de uso en las estanterías o áreas designadas, de manera que se facilite el orden y la ubicación rápida de los insumos.

A los materiales priorizados se les asignará un código interno (SKU) y se elaborará un inventario inicial registrando la información considerada conveniente acerca de cada ítem. Este registro se consolidará en una herramienta en Excel que permitirá llevar el control de las entradas, las salidas y existencias mediante formatos funcionales y simples, que no generen resistencia de implementación.

Adicionalmente, se establecerán procedimientos estandarizados para la recepción, almacenamiento y consumo de materiales, definiendo responsabilidades y frecuencia de registro, con el fin de documentar la información necesaria. El control del consumo permitirá conocer las cantidades utilizadas por orden de producción y mantener actualizados los niveles de inventario. Finalmente se realizará la capacitación del personal sobre el sistema propuesto.

7.6.4 Plan de implementación de la propuesta

Tabla 9.

Plan de implementación sistema de gestión de bodega

| Actividad | Recursos | Duración estimada | Responsable |
|---|--|--------------------------|--|
| Clasificación de los tipos de inventario en planta | Observación directa, entrevistas | 1 día | Jefe de producción Autor del proyecto |
| Diseño de la codificación y etiquetado por producto | Lista de materiales, etiquetas | 1 día | Autor del proyecto |
| Revisión de las zonas definidas para inventario en la distribución de planta propuesta, previo a la señalización y etiquetado de las mismas | Plano de planta, señalización con cinta o carteles y etiquetas | 1 día | Autor del proyecto Jefe de producción |
| Diseño de formatos de ingreso, consumo y control de las materias primas | Plantillas en Excel, instructivo de uso | 1 día | Autor del proyecto |
| Diseño de la herramienta en Excel para registro y control de existencias | Excel | 3 días | Autor del proyecto |
| Capacitación al personal responsable | Diapositivas, formato de ejemplo | 1 día | Autor del proyecto |

7.7 Implementación de un sistema de control y gestión de la producción

Según Chapman (2006), planificar y controlar la producción son funciones esenciales en la administración de las operaciones, pues permiten coordinar de manera eficiente los recursos, los materiales y actividades para cumplir con la demanda en cantidad, calidad y tiempo de entrega. Mediante un sistema bien estructurado se puede organizar las ordenes de producción, distribuir las cargas de trabajo, hacer un correcto seguimiento al cumplimiento de las tareas y facilitar la toma de decisiones correctivas a tiempo.

7.7.1 Problemática que se pretende atender

Actualmente la empresa gestiona la producción de forma empírica, sin el uso de cronogramas, software o herramientas técnicas. Esto ha generado limitaciones en la trazabilidad, distribución eficiente de las cargas de trabajo y cumplimiento de los tiempos de entrega. Debido al aumento proyectado de la demanda, se hace necesaria la implementación de un sistema estructurado que permita gestionar el proceso productivo de forma más organizada y eficiente.

7.7.2 Objetivos de la propuesta

- Diseñar un sistema básico de gestión y control de la producción ajustado a las condiciones actuales de la empresa.
- Establecer herramientas de programación, registro y seguimiento de las órdenes de producción.
- Mejorar la asignación de recursos y la trazabilidad del proceso productivo.
- Preparar a la empresa para responder eficientemente a una mayor demanda.

7.7.3 Descripción de la propuesta

La propuesta se compone de tres etapas. En la primera, se recopila la información del proceso productivo actual que no se haya tenido en cuenta para el diagnóstico pero que sea necesaria para la realización del sistema. En la segunda etapa, se diseña un sistema básico de planificación y control utilizando herramientas accesibles como formatos en Excel y reportes diarios de avance. En la tercera etapa se hace una prueba piloto del sistema, seguida por la socialización y ajuste de este a partir de la retroalimentación del personal.

Se busca que el sistema se adapte tanto a los productos estándar como personalizados, permitiendo priorizar pedidos, y registrar el avance de las órdenes de producción.

7.7.4 Plan de implementación de la propuesta

Tabla 10.

Plan de implementación sistema de gestión de producción

| Actividad | Recursos | Duración estimada | Responsable |
|---|---|--------------------------|--|
| Recolección de información del proceso actual | Información de planta, observación directa | 1 días | Autor del proyecto |
| Diseño del sistema de gestión y control (formatos, cronogramas, protocolos) | Computador, Excel, documentos del proceso | 3 días | Autor del proyecto |
| Socialización del sistema con el personal | Sala de reuniones, guía de explicación | 1 hora | Autor del proyecto |
| Prueba piloto del sistema con pedidos reales | Órdenes reales, participación de operarios | 1 semana | Autor del proyecto |
| Ajustes y recomendaciones finales | Observaciones, retroalimentación del equipo | 2 días | Autor del proyecto Jefe de producción |

7.8 Establecer un plan de incentivos salariales

7.8.1 Problemática que se pretende atender

La empresa no cuenta con un sistema que reconozca el desempeño individual o colectivo de los operarios en la planta, todos reciben una remuneración fija de acuerdo con el nivel de habilidades necesarias para la realización de los cargos, independiente del cumplimiento de metas, tiempos, calidad o actitud frente al trabajo.

Actualmente, se ha identificado que algunos trabajadores prefieren mantenerse inactivos en sus estaciones de trabajo en lugar de colaborar con sus compañeros de procesos anteriores para agilizar el flujo de producción. Esta actitud se presenta especialmente cuando la operación de su

propia área depende de que los productos en proceso lleguen desde otra estación, y mientras eso ocurre, optan por esperar en lugar de apoyar o adelantar tareas relacionadas.

Esta situación no solo refleja una falta de cultura de trabajo en equipo, sino que también genera cuellos de botella, tiempos muertos innecesarios y una desconexión entre las distintas etapas del proceso productivo. Además, limita la productividad general de la planta y evidencia la necesidad de establecer mecanismos que promuevan la responsabilidad compartida, la cooperación entre áreas y el compromiso con los resultados colectivos.

7.8.2 Objetivos de la propuesta

- Que la producción aumente, más allá de los incentivos considerados como gasto, dejando utilidades.
- Que los costos unitarios resulten más bajos en el largo plazo.
- Fomentar la responsabilidad, puntualidad y disciplina en planta, pues así aumentará cada operario sus ingresos en el tiempo que dispone de su jornada.
- Mejorar el ambiente laboral y retención del talento.
- Complementar las herramientas de control y seguimiento

7.8.3 Descripción de la propuesta

La propuesta consiste en implementar un sistema de incentivos salariales basado en el sistema Halsey, en el que los operarios recibirán un pago adicional calculado con base en el tiempo que ahorren respecto a un tiempo estándar previamente definido para cada operación o producto. Este sistema ofrece un pago fijo por hora trabajada, y un bono adicional equivalente a un porcentaje

del tiempo ahorrado (usualmente 50%), lo cual promueve la productividad sin afectar la seguridad ni calidad del trabajo.

7.8.4 Plan de implementación de la propuesta

Tabla 11.

Plan de implementación incentivos salariales

| Actividad | Recursos | Duración estimada | Responsable |
|--|---|--------------------------|--|
| Realización de un estudio de tiempos de los productos estandarizados | Datos del estudio previo, fichas de proceso | 1 mes | Autor del proyecto |
| Diseño del formato de control y cálculo bajo plan Halsey | Plantillas en Excel, hoja de trabajo por operario | 1 día | Autor del proyecto |
| Socialización del sistema con operarios y gerencia | Presentación, ejercicios de ejemplo, cartilla explicativa | 1 día | Autor del proyecto |
| Implementación piloto del sistema con referencias seleccionadas | Hojas de seguimiento, medición de tiempo real vs. estándar | 2 semanas | Jefe de producción |
| Evaluación de resultados del piloto | Informe comparativo, retroalimentación de operarios | 2 días | Autor del proyecto |
| Ajustes y propuesta para implementación general | Validación financiera, ajuste de estándares si es necesario | 1 día | Jefe de producción Autor del proyecto |

8 Implementación de las propuestas de mejora

Algunas propuestas quedaron planteadas para una implementación futura. El sistema de gestión de bodega no fue implementado durante la realización del proyecto por decisión de la empresa. De igual manera, la propuesta de incentivos salariales se diseñó para aplicarse en un escenario de mayor demanda, donde sea posible trabajar con lotes más grandes y estandarizados que permitan evaluar el desempeño e implementar el sistema de manera efectiva y equitativa para

los trabajadores. No obstante, los directivos de la empresa coincidieron en la importancia de ambas propuestas y manifestaron su interés en implementarlas posteriormente.

8.1 Reacomodación de la distribución de planta

En términos generales, Muther menciona que, la misión es ordenar productores, materiales, máquinas y servicios auxiliares (mantenimiento, transporte, etc.) de modo que sea posible fabricar el producto a un coste suficientemente reducido para poder venderlo con un buen margen de beneficio en un mercado competitivo. Para esto el propone los siguientes seis principios básicos para la distribución de planta:

- 1. Principio de la integración de conjunto:** la mejor distribución es la que integra a los hombres, las máquinas, los materiales, las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor; convierte la planta en una máquina única.
- 2. Principio de la mínima distancia recorrida:** a igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que los materiales recorran la distancia más corta entre operaciones. Esto significa que debemos colocar las operaciones sucesivas inmediatamente adyacentes unas a otras.
- 3. Principios de circulación o flujo de materiales:** es complemento al principio anterior, propone que el material se moverá progresivamente de cada operación a la siguiente sin que haya retrocesos o movimientos transversales. De modo que cada operación esté en el mismo orden que se transforman los materiales.
- 4. Principio del espacio cúbico:** la economía se obtiene utilizando de modo efectivo todo el espacio disponible, tanto horizontal como vertical. Una distribución es la ordenación del espacio de los elementos que componen el sistema productivo, todos ellos en tres dimensiones,

por tanto, una buena distribución debe usar la tercera dimensión tanto como el área del suelo, aprovechando el espacio libre por encima de las cabezas, como bajo el nivel del suelo.

5. **Principio de la satisfacción y de la seguridad:** el trabajo debe ser satisfactorio y seguro para los operarios, esto producirá costes de operación reducidos y mayor moral para los empleados, además de que una distribución no puede ser efectiva si somete a los trabajadores a riesgos o accidentes.
6. **Principio de la flexibilidad:** en un entorno que avanza con rapidez, se requiere que la industria le siga el ritmo de avance. Entonces, se esperan mejores beneficios de una planta fácilmente adaptable, con una distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo e inconvenientes.

Tipo de distribución actual y tipo de distribución que debe adaptarse

El sistema productivo actual corresponde a una distribución por proceso o por talleres de trabajo, dado que las máquinas están agrupadas según su función, y en su mayoría existe una o dos unidades por tipo de operación. Esta configuración es coherente con la variedad de productos que fabrica la empresa, los cuales presentan diferencias en tamaño, colores, materiales y pueden ser personalizados según los requerimientos del cliente, como se ha mencionado anteriormente.

De acuerdo con Muther, este tipo de distribución es apropiado cuando se desea mantener flexibilidad, ya que permite agrupar toda la maquinaria de un mismo tipo, lo que facilita asignar cada pieza a cualquier máquina libre del grupo, y a su vez redistribuir al personal según la necesidad de carga. Además, este tipo de diseño es adecuado para contextos donde no se emplean máquinas altamente costosas, lo que permite tolerar períodos en los que algunas se encuentren inactivas sin que ello genere un impacto económico significativo.

En comparación con otras configuraciones, como la distribución en línea (adecuada para altos volúmenes y baja variedad) o la distribución celular (orientada a familias de productos con procesos similares), la distribución por proceso ofrece una mayor adaptabilidad ante pedidos diversos y personalizados, como es el caso de esta empresa. Por tanto, el diseño actual responde adecuadamente a las condiciones del sistema productivo y los requerimientos del mercado que atiende.

8.1.1 Implementación de la metodología SLP

La metodología seleccionada para la redistribución de la planta fue la SLP (Systematic Layout Planning), la cual considera los siguientes elementos:

(P) Producto: o material a fabricar, incluyendo variaciones y características.

(Q) Cantidad o volumen de cada tipo de producto que debe fabricarse

(R) Recorrido o procesos operacionales y secuencia en que se deben realizar

(S) Servicios y actividades auxiliares que son necesarias en los diferentes departamentos para que se puedan llevar a cabo las tareas correspondientes

(T) Tiempo o medición de tiempos que relaciona P, Q, R y S.

8.1.1.1 Análisis de productos y cantidades. Las materias primas procesadas son principalmente láminas y tubos de acero laminado en frío (cold rolled), que varían en calibres y tamaños. En menor medida se emplean insumos como cajas de pintura en polvo electrostática, madera, chapas, rieles, tornillos, niveladores, rodachines, entre otros, los cuales varían dependiendo el tipo de producto.

Los tamaños de los productos que se fabrican pueden variar desde uno tan pequeño como un archivador de dos cajones, o una silla metálica, hasta estructuras de mayor tamaño como folderamas de 2 m x 1.20 m o portones de fincas.

Se realizó un análisis y clasificación de las unidades vendidas por referencia en los años 2022, 2023, 2024 y en el período comprendido entre enero y agosto de 2025 (Ver Apéndice K). Para este análisis, los productos se agruparon por tipo, sin considerar variaciones de color o medida. Con esta información se consolidaron tablas que registran la cantidad de unidades vendidas en cada período y el valor que dichas ventas representaron. Posteriormente, se estimó la demanda bimensual de los productos y se obtuvo un promedio, con el fin de contar con una demanda bimensual representativa. Estos cálculos fueron necesarios para determinar los costos unitarios de transferencia en las matrices Origen–Destino.

Con el objetivo de que la aplicación de la metodología SLP arrojara resultados realmente adaptados a las necesidades de la empresa, se incluyeron como criterios tanto el precio de venta de los productos como su tamaño. De esta manera, los productos de mayor tamaño y valor tuvieron mayor peso en las matrices, evitando que la redistribución de las máquinas favoreciera artículos con alto volumen de ventas, pero bajo valor económico o reducido tamaño.

Ecuación para determinar el costo unitario de transferencia:

$$Cu \text{ de transferencia} = \text{factor físico de transporte} * \text{factor de importancia económica}$$

El factor físico de transporte se define teniendo en cuenta la dificultad de transporte, el peso y el tamaño de las unidades. Se asignaron valores así: Pequeño = 1.0, Mediano = 1.5, Grande = 2.0.

Factor de importancia económica se define teniendo en cuenta los precios de venta de los productos seleccionados, dividiendo cada uno de los valores entre el mayor valor, para que este quede con un valor de 1, y los demás sean proporcionales.

En la Tabla 12 se presentan los productos con mayores demandas, el valor estimado de la demanda promedio bimensual, el costo unitario de venta correspondiente al año en curso, así como el valor asignado para el factor de importancia económica y el tamaño. En la última columna se muestra el resultado de la multiplicación de estos dos factores, de acuerdo con la fórmula previamente definida.

Tabla 12.

Análisis de productos - cantidades SLP

| Producto | Cantidad promedio bimensual | Cu de venta | Cu/MAX | Tamaño | Cu de transferencia |
|--------------|-----------------------------|--------------|--------|--------|---------------------|
| Archivadores | 51,00 | \$ 410.000 | 0,25 | 1,50 | 0,37 |
| Lockers | 4,00 | \$ 1.210.000 | 0,73 | 2,00 | 1,45 |
| Estantes | 9,00 | \$ 347.000 | 0,21 | 1,50 | 0,31 |
| Escritorios | 2,00 | \$ 1.224.000 | 0,73 | 2,00 | 1,47 |
| Folderamas | 7,00 | \$ 1.667.000 | 1,00 | 2,00 | 2,00 |
| Pedestal | 82,00 | \$ 109.000 | 0,07 | 1,00 | 0,07 |

Posteriormente, al multiplicar el costo unitario de transferencia (Cu) por la demanda promedio bimensual de cada producto, se obtuvieron los valores requeridos para la construcción de la matriz Origen–Destino. Dichos resultados se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13.

*Demanda * Cu de transferencia*

| Demandas y Cu de transferencia | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|
| Producto | Cantidad promedio bimensual | Cu de transferencia | D* Cu transferencia |
| Archivadores | 51,00 | 0,37 | 18,82 |
| Lockers | 4,00 | 1,45 | 5,81 |
| Estantes | 9,00 | 0,31 | 2,81 |
| Escritorios | 2,00 | 1,47 | 2,94 |
| Folderamas | 7,00 | 2,00 | 14,00 |
| Pedestal | 82,00 | 0,07 | 5,36 |

8.1.1.2. Definición del proceso productivo. En esta etapa se deben definir las actividades del proceso productivo y ordenarlas de manera secuencial; esto se realiza mediante el diagrama de flujo de proceso. No obstante, dado que este análisis ya se desarrolló en la fase diagnóstica del proyecto, en esta sección se consolidó la información en un diagrama multiproducto, el cual se presenta en la Figura 11.

Figura 11.

Diagrama multiproducto

| SECC/CT | Productos | | | | | |
|-------------------|-----------|-------|-------|---------|-------|--------|
| | A (50) | L (4) | E (5) | ESC (2) | F (7) | P (81) |
| R RECEPCIÓN MP | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| MP ALMACÉN MP | ▽ | ▽ | ▽ | ▽ | ▽ | ▽ |
| C CORTE LÁMINA | 2 | 2 | 2 | 7 | 2 | 2 |
| CT CORTE TUBERÍA | | | | 2 | | 2 |
| TL TALADRO | | | | 3 | | 3 |
| TR TROQUELADO | | | 3 | | | |
| T TRAZADO | 3 | 3 | | | 8 | 3 |
| CTJ CORTE TIJERAS | 4 | 4 | | | 9 | 4 |
| D DOBLADO | 5 | 5 | 4 | | 10 | 5 |
| S SOLDADURA | 6 | 6 | 5 | 4 | 11 | 6 |
| PU PULIDO | 7 | 7 | | 5 | 12 | 7 |
| L LIMPIEZA | 8 | 8 | 6 | 6 | 13 | 8 |
| PI PINTURA | 9 | 9 | 7 | 7 | 14 | 9 |
| H HORNO | 10 | 10 | 8 | 8 | 15 | 10 |
| E ENSAMBLE | 11 | 11 | | 9 | 16 | 11 |
| EM EMPAQUE | 12 | 12 | 9 | 17 | 12 | 12 |
| PT ALMACÉN PT | ▽ | ▽ | ▽ | ▽ | ▽ | ▽ |

A partir del diagrama multiproducto y de la tabla con los valores de $D \times Cu$ de transferencia, se construyó la matriz Origen-Destino, en la cual se representan los flujos de materiales entre las distintas máquinas o centros de trabajo de la planta. En cada celda se indica el volumen transferido entre un par de máquinas, junto con el costo asociado a dicho traslado, previamente explicado. Las filas corresponden a las máquinas de origen y las columnas a las máquinas de destino. Los resultados se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14.*Matriz Origen – Destino (volúmenes totales)*

| Matriz origen - destino (Costo por unidad de distancia) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| From\To | R | MP | C | CT | TL | TR | T | CTJ | D | S | PU | L | PI | H | E | EM | PT |
| R | | 49,74 | | | | | | | | | | | | | | | |
| MP | | | 43,5 | 6,242 | | | | | | | | | | | | | |
| C | | | | | | 2,81 | 40,69 | | | | | | | | | | |
| CT | | | | | 5,36 | | | | | | | | | | | | |
| TL | | | | | | | | | | 6,242 | | | | | | | |
| TR | | | | | | | | | 2,81 | | | | | | | | |
| T | | | | | | | | 40,69 | | | | | | | | | |
| CTJ | | | | | | | | | 40,69 | | | | | | | | |
| D | | | | | | | | | | 43,5 | | | | | | | |
| S | | | | | | | | | | | 46,93 | 2,81 | | | | | |
| PU | | | | | | | | | | | | 46,93 | | | | | |
| L | | | | | | | | | | | | | 49,74 | | | | |
| PI | | | | | | | | | | | | | | 49,74 | | | |
| H | | | | | | | | | | | | | | | 46,93 | 2,81 | |
| E | | | | | | | | | | | | | | | | 46,93 | 0 |
| EM | | | | | | | | | | | | | | | | | 49,74 |
| PT | | | | | | | | | | | | | | | | | |

8.1.1.3. Definición de relaciones de proximidad. Para la determinación de los niveles de proximidad entre las áreas y máquinas de la planta se utilizó la Tabla 15, que expone la escala estándar de relaciones de cercanía. En esta escala se clasifica el grado de importancia de la proximidad en seis niveles, que van desde “absolutamente necesaria” hasta “no deseable”. Como complemento se consideraron las razones que justifican cada relación, tales como compartir personal, compartir espacio, la secuencia del flujo de trabajo, la ejecución de operaciones similares, el contacto documental o el contacto frecuente. Esto permitió establecer criterios sólidos para la ubicación relativa de los centros de trabajo dentro de la redistribución propuesta (Ver Apéndice L).

Tabla 15.*Escala de niveles de intensidad de cada relación*

| Valor | Cercanía | Cod | Razón |
|-------|--------------------------|-----|----------------------------|
| A | Absolutamente necesaria | 1 | Comparten personal |
| E | Especialmente importante | 2 | Comparten espacio |
| I | Importante | 3 | Secuencia flujo de trabajo |
| O | Ordinaria en importancia | 4 | Ejecutar trabajo similar |
| U | Sin importancia | 5 | Contacto documentación |
| N | No deseable | 6 | Contacto frecuente |

Los rangos se determinaron tomando como referencia el valor máximo y el valor mínimo de los costos de transferencia. La diferencia entre estos valores se dividió en cuatro intervalos de igual amplitud, lo que permitió establecer un rango específico para cada nivel de proximidad. De esta manera, los valores más altos corresponden a relaciones de mayor relevancia y los más bajos a relaciones de menor importancia, tal como se presenta en la Tabla 15.

Tabla 16.

Conversión de valores cuantitativos a categorías de cercanía

| Valor | Rango | Interpretación |
|-------|---------------|----------------|
| A | 38,01 - 49,74 | ≡≡≡ |
| E | 26,28 - 38,01 | ≡≡≡ |
| I | 14,54 - 26,28 | ≡≡ |
| O | 2,81 - 14,54 | ≡ |

A partir de los valores de costo de transferencia calculados y de los rangos definidos en la etapa anterior, se construyó la Matriz de relaciones de actividad, en la cual se refleja el nivel de

cercanía requerido entre las diferentes áreas y centros de trabajo de la planta. Esta matriz constituye la base para la elaboración de los diagramas relacionales que permiten visualizar gráficamente las interacciones más relevantes entre procesos.

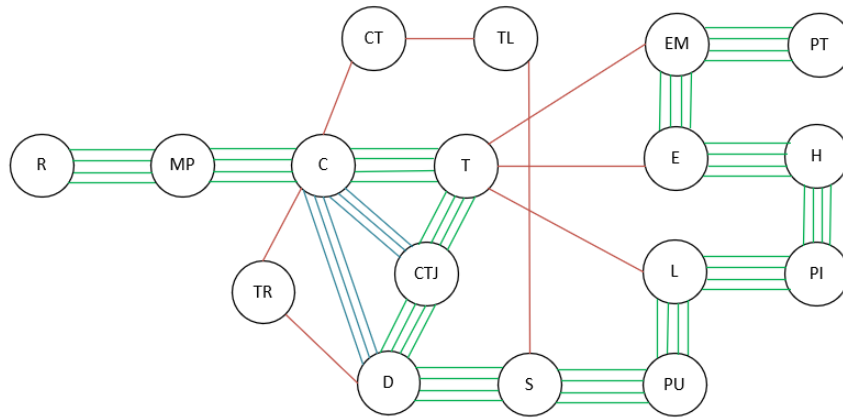
Figura 12.

Matriz de relaciones cualitativas de actividad

| Matriz de relaciones de actividad | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|----|---|----|----|----|---|-----|---|---|----|---|----|---|---|----|----|
| From\To | MP | C | CT | TL | TR | T | CTJ | D | S | PU | L | PI | H | E | EM | PT |
| R | A | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MP | A | O | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | O | A | | | | | | | | | | |
| | | | CT | O | | | | | | | | | | | | |
| | | | | TL | | | | | O | | | | | | | |
| | | | | | TR | | | | | O | | | | | | |
| | | | | | | T | A | | | | | | | | | |
| | | | | | | | CTJ | A | | | | | | | | |
| | | | | | | | | D | A | | | | | | | |
| | | | | | | | | | S | A | O | | | | | |
| | | | | | | | | | | PU | A | | | | | |
| | | | | | | | | | | | L | A | | | | |
| | | | | | | | | | | | | PI | A | | | |
| | | | | | | | | | | | | | H | A | O | |
| | | | | | | | | | | | | | | E | A | |
| | | | | | | | | | | | | | | | EM | A |

Con base en la matriz de relaciones de actividad, se construyó el Diagrama relacional de actividades, en el cual se representa de manera gráfica el nivel de cercanía requerido entre los diferentes procesos productivos y áreas de la planta. En este diagrama se incorporan tanto los criterios derivados del análisis de flujo de materiales y costos de transferencia, como aquellos asociados al compartir espacio físico y personal operativo, con el fin de reflejar de manera más integral la interacción entre procesos.

Cada celda triangular representada en la Figura 13 indica la relación entre dos áreas, expresada mediante un código de cercanía (A, E, I, O, U, N) y acompañada, en algunos casos, por el número que justifica la razón de dicha relación (por ejemplo, compartir operarios o espacio). De esta manera, el diagrama constituye una herramienta fundamental para orientar las decisiones en

Figura 14.*Diagrama de relaciones de actividad*

8.1.1.4. Definición de las necesidades de espacio. Para la definición del área por centro de trabajo se tuvo en cuenta la Resolución 2400 de 1979, “por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo”. Se tomaron medidas más rigurosas de las máquinas, teniendo en cuenta sus superficies estáticas y móviles, el número de lados por los cuales se operan las máquinas y el número de operarios que las pueden operar de manera simultánea. Con esto se realizaron las gráficas de cada máquina y el área requerida en Ms Visio, para posteriormente usar estas gráficas en el plano de planta de la distribución final.

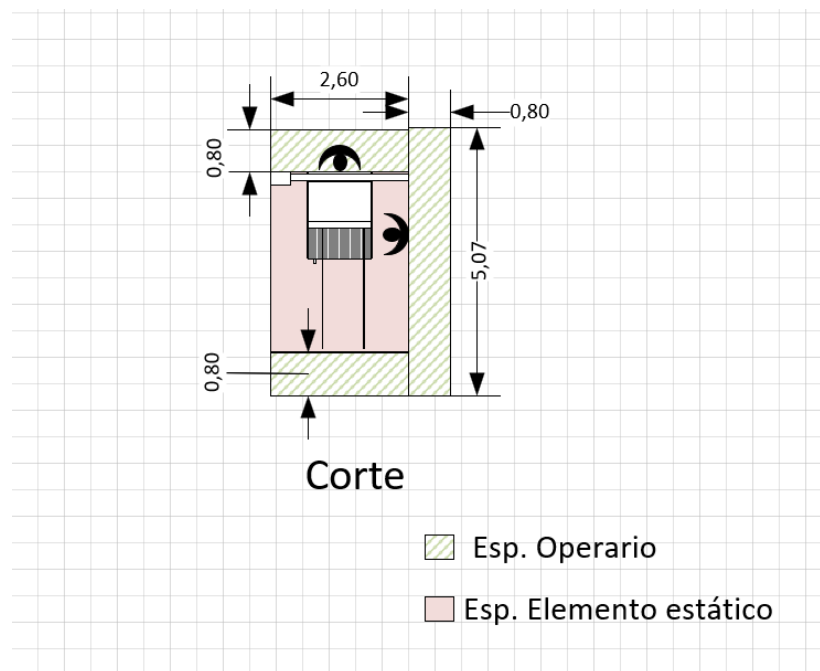
Se tuvo en cuenta que “la superficie de pavimento por trabajador no debe ser inferior a 2 m², sin tener en cuenta la superficie y el volumen ocupados por los aparatos, equipos, materiales, instalaciones, etc.”, (Resolución 2400, artículo 9). Así mismo, se tuvo en cuenta que “la distancia entre máquinas, aparatos, equipos, etc., será la necesaria para que el trabajador pueda realizar su

labor sin dificultad o incomodidad, evitando los posibles accidentes por falta de espacio, no será menor en ningún caso de 0.80 m” (Resolución 2400, artículo 12 párrafo 1 y 2).

Se tomaron las medidas de las máquinas considerando tanto su estructura fija como el alcance máximo de sus cuerpos móviles, de manera que puedan procesar materiales de grandes dimensiones. Con estas dimensiones se definió el espacio estático correspondiente a cada equipo dentro del proceso productivo. Adicionalmente, se identificaron los lados de operación y el número de operarios que intervienen en cada máquina, con el fin de determinar el área libre necesaria para que las labores se realicen de forma cómoda y segura, conforme a las normas aplicables (Ver Apéndice M). Esta información se utilizó como base para el diseño del plano de redistribución de la planta. En la Figura 15 se tiene un ejemplo de esto aplicado a la máquina de corte.

Figura 15.

Definición de espacio de la máquina de corte

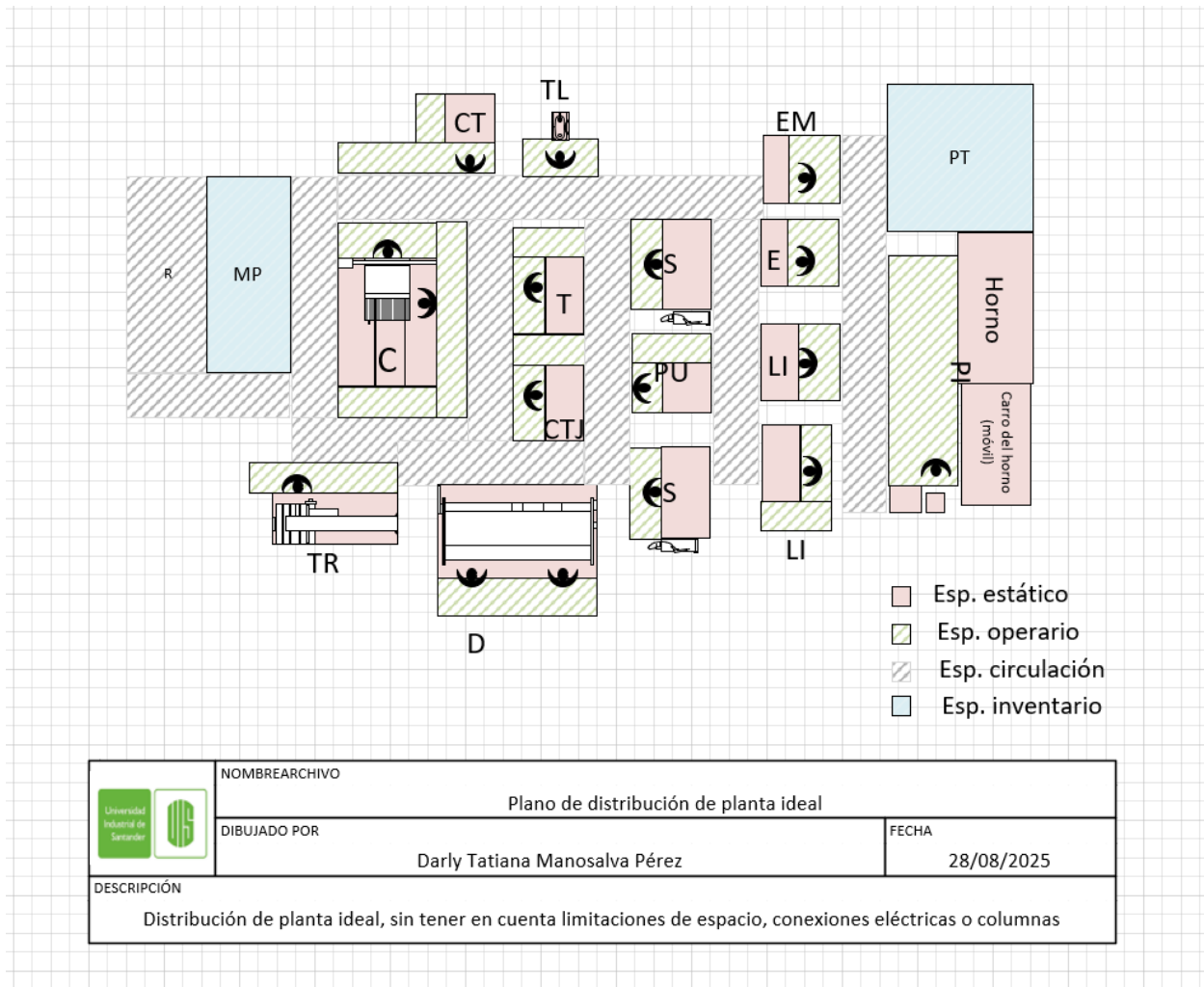


8.1.1.5. Propuesta de redistribución de planta. Definidas las necesidades de espacio por máquina y las relaciones entre las áreas de trabajo, se elaboró la primera propuesta de redistribución de planta ideal. Muther (1973) señala que *“el concepto inicial de la distribución deberá presentar un plan teórico ideal, sin tener en cuenta las condiciones existentes ni el coste, para más tarde hacer los ajustes necesarios y adaptarse a las limitaciones de los edificios y otros factores, llegando a una distribución simple y práctica”*.

Con base en esta premisa, se diseñó una distribución ideal de los centros de trabajo, sin contemplar aún los espacios de almacenamiento de productos en proceso ni detalles complementarios, como áreas de herramientas, servicios sanitarios o similares, presentada en la Figura 16. El objetivo de este diseño preliminar fue ilustrar un esquema que garantizara recorridos cortos, flujos de materiales sin retrocesos, y espacios adecuados tanto para la circulación como para la operación de las máquinas, todo ello en concordancia con la normativa aplicable. Este enfoque permitió disponer de un punto de partida técnico y objetivo, libre de condicionantes iniciales o prejuicios erróneos, que posteriormente se ajustará a las realidades físicas y operativas de la planta.

Figura 16.

Distribución ideal



Con el fin de seleccionar la alternativa más adecuada para la empresa, a continuación, se presentan los diseños de distribución que fueron propuestos y evaluados en conjunto con la gerencia, con el propósito de definir la opción a implementar. Estas propuestas se elaboraron considerando criterios como las condiciones reales de espacio disponibles, las conexiones eléctricas, las necesidades asociadas al manejo de materiales y otros factores relevantes. El análisis

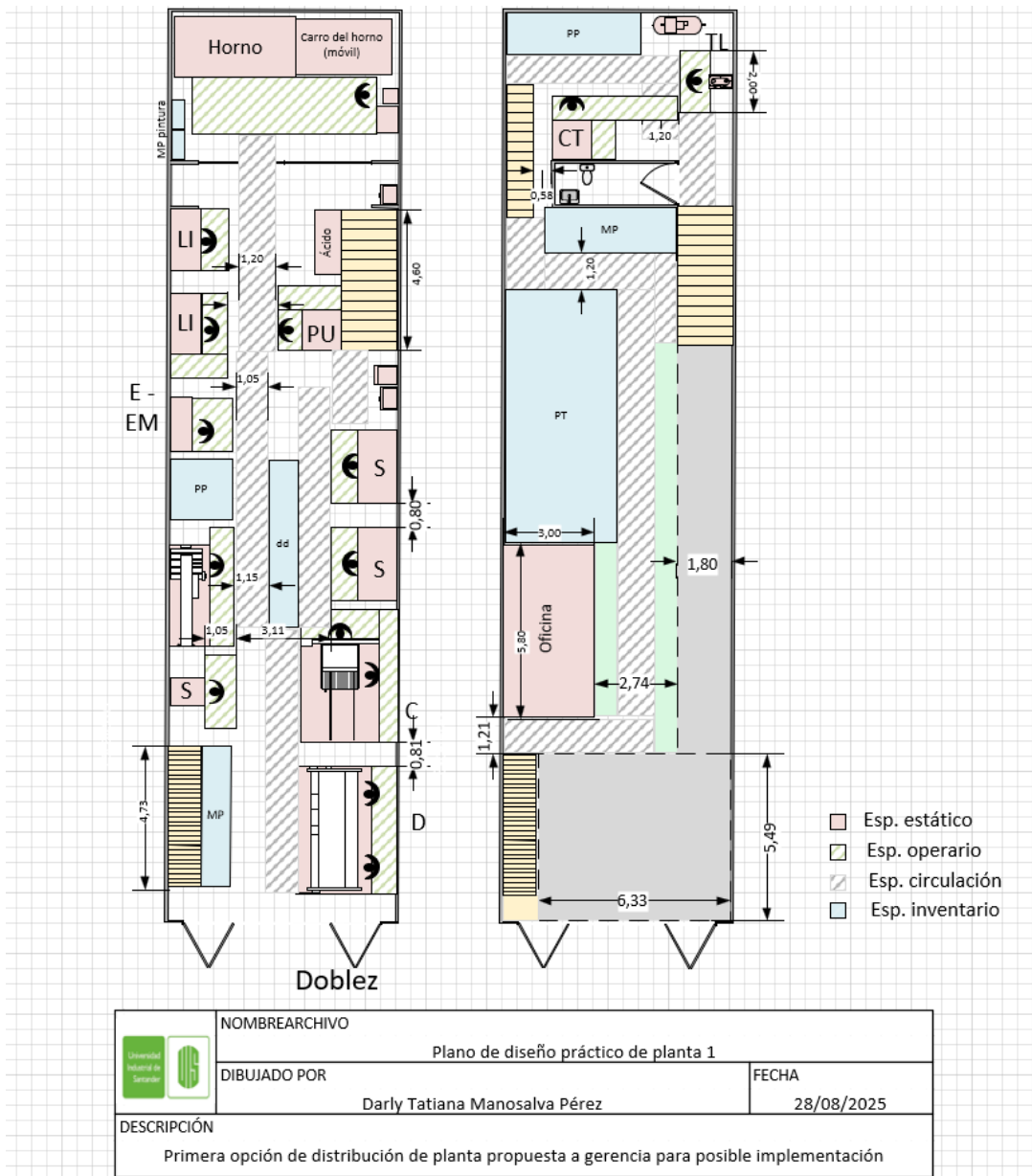
comparativo de estas alternativas permitió identificar la distribución final más viable, destacando por los beneficios que ofrece en términos de eficiencia, seguridad y aprovechamiento del espacio.

Se decidió no reubicar la máquina dobladora manual, dado que la gerencia indicó que, por las necesidades de espacio vertical, no era posible trasladarla a otro sector de la planta debido a la altura del mezanine. Esta restricción implica recorridos más largos, un mayor transporte de materiales y la presencia de cruces en el flujo de trabajo.

En la figura 17 se presenta el primer diseño de distribución práctica ajustada a los requerimientos productivos y limitaciones del edificio. Para el primer diseño, a diferencia de las demás propuestas se priorizó el cumplimiento de las normativas de seguridad, con la excepción de que en algunos de los pasillos de la primera planta no fue posible conservar el ancho de 1.20 m, debido a la necesidad de destinar espacio para el almacenamiento de los inventarios en proceso y el espacio de 80 cm entre máquinas. Así mismo, se reubicó desde la segunda a la primera planta el mesón para armado de los archivadores, pues el traslado entre plantas suponía un aumento muy elevado del recorrido de uno de los productos que más tiene demanda. En cambio, se subió el compresor, el taladro y la cortadora de tubo, asegurando que entre las máquinas y en las áreas de operación de los trabajadores se conservaran los espacios establecidos por la normativa vigente.

Figura 17.

Diseño 1 distribución práctica



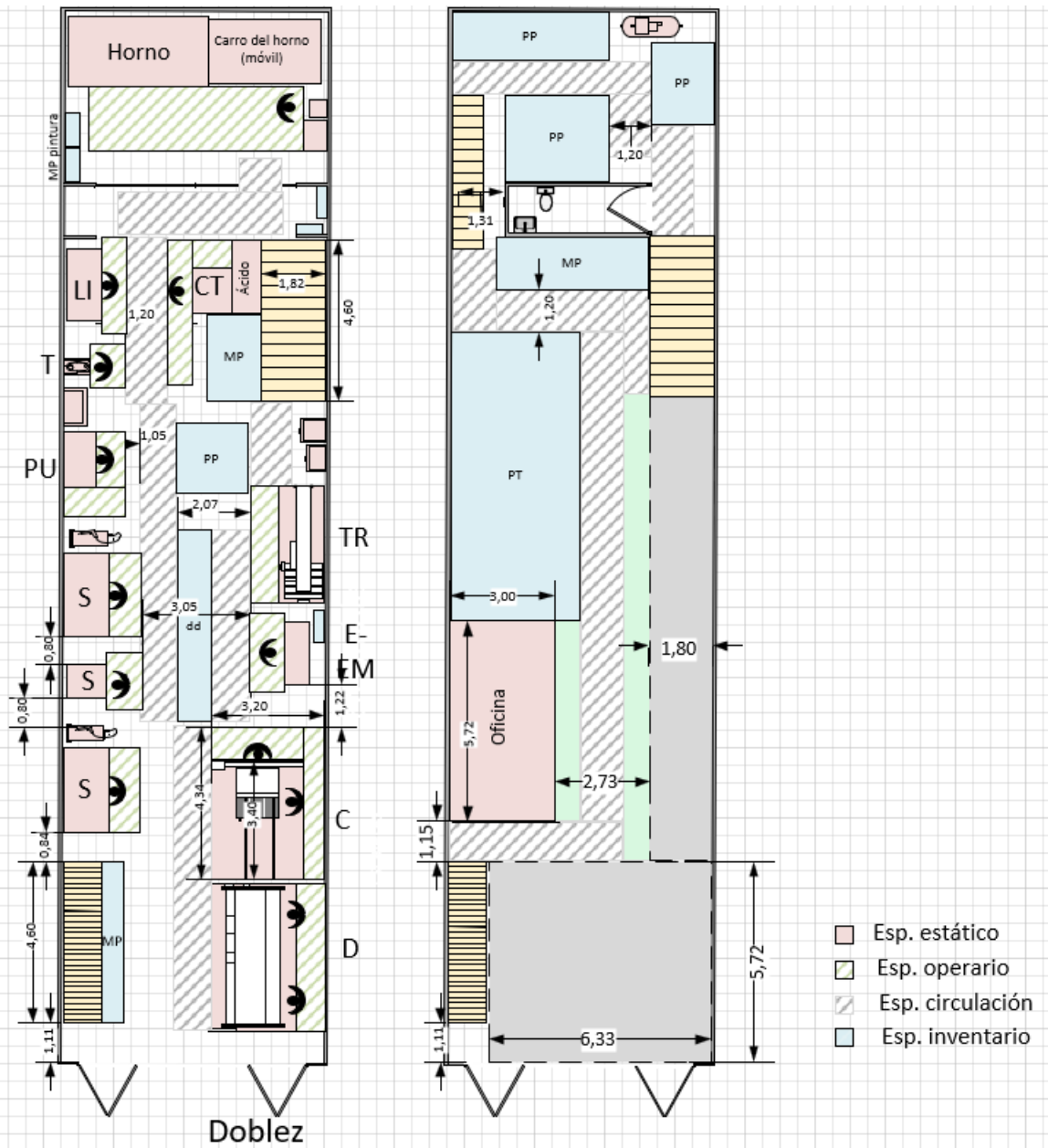
En la Figura 18 se presentó el segundo diseño se mantuvo la cortadora de tubo en el primer piso, sin la posibilidad de que el espacio asignado para el operario fuera el necesario para el cumplimiento de la norma, ni el necesario para el manejo del material, esto genera que no se pueda operar en la zona pulidora de manera simultánea con la cortadora de tubo, lo cual no es gran


problemática, pues la pulidora se puede operar de ser necesario en uno de los mesones de armado, de limpieza o de soldadura si se encuentra libre.

Así mismo, como la empresa actualmente tiene la mayoría de las máquinas en la primera planta se tuvo en cuenta para este diseño mantener en la primera planta el taladro, y del diseño anterior conservar la modificación del compresor, manteniéndolo en la segunda planta. Para esto se vieron afectados los espacios de operación de los trabajadores en la troqueladora, el soldador de punto y el taladro. Esta alternativa, aunque no es ideal, presenta una opción a gerencia en la que se disminuyen los recorridos, y debido a que se redujo los espacios en máquinas que no se operan muy seguido, no se aumenta significativamente los riesgos asociados a la reducción de estos espacios.

Figura 18.

Diseño 2 distribución práctica



| | | |
|---|--------------------------------------|------------|
|  | NOMBRE ARCHIVO | |
| | Plano de diseño práctico de planta 2 | |
| DIBUJADO POR | Darly Tatiana Manosalva Pérez | FECHA |
| | | 26/02/2026 |
| DESCRIPCIÓN | | |
| Segunda opción de distribución de planta propuesta a gerencia para posible implementación | | |

Los puestos de trabajo fueron movidos por los operarios de planta, debido a que la mayoría de los que necesitaban ser reubicados, fueron los mesones de trabajo, para soldadura, para limpieza, para pulido y ensamble, no tienen pesos difíciles de manipular. La troqueladora también debía ser ubicada en otra zona de la planta, debido a su peso, esta tarea fue realizada con la ayuda de un montacargas, como se puede observar en la Figura 19.

Figura 19.

Transporte de la máquina troqueladora



En la etapa diagnóstica, 5.2.6 Análisis de la distribución de planta, se analizó la distancia recorrida por el Archivador, identificado como el producto más vendido. Como se puede evidenciar en la Figura 20, se obtuvo una distancia de 97 metros recorridos, que disminuyeron a

64 metros, se logró reducir la distancia recorrida por los operarios en un 34%. En la Figura 21 se presenta el diagrama de recorrido actualizado.

Figura 20.

Metros recorridos para fabricar un archivador

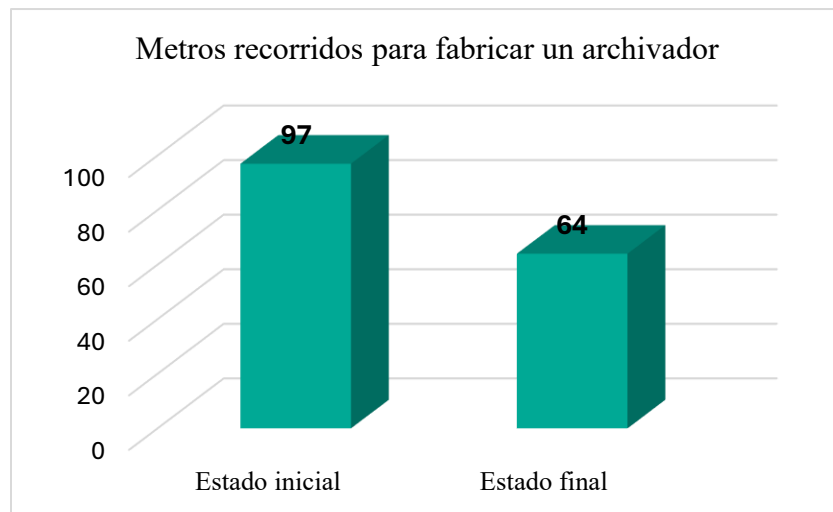
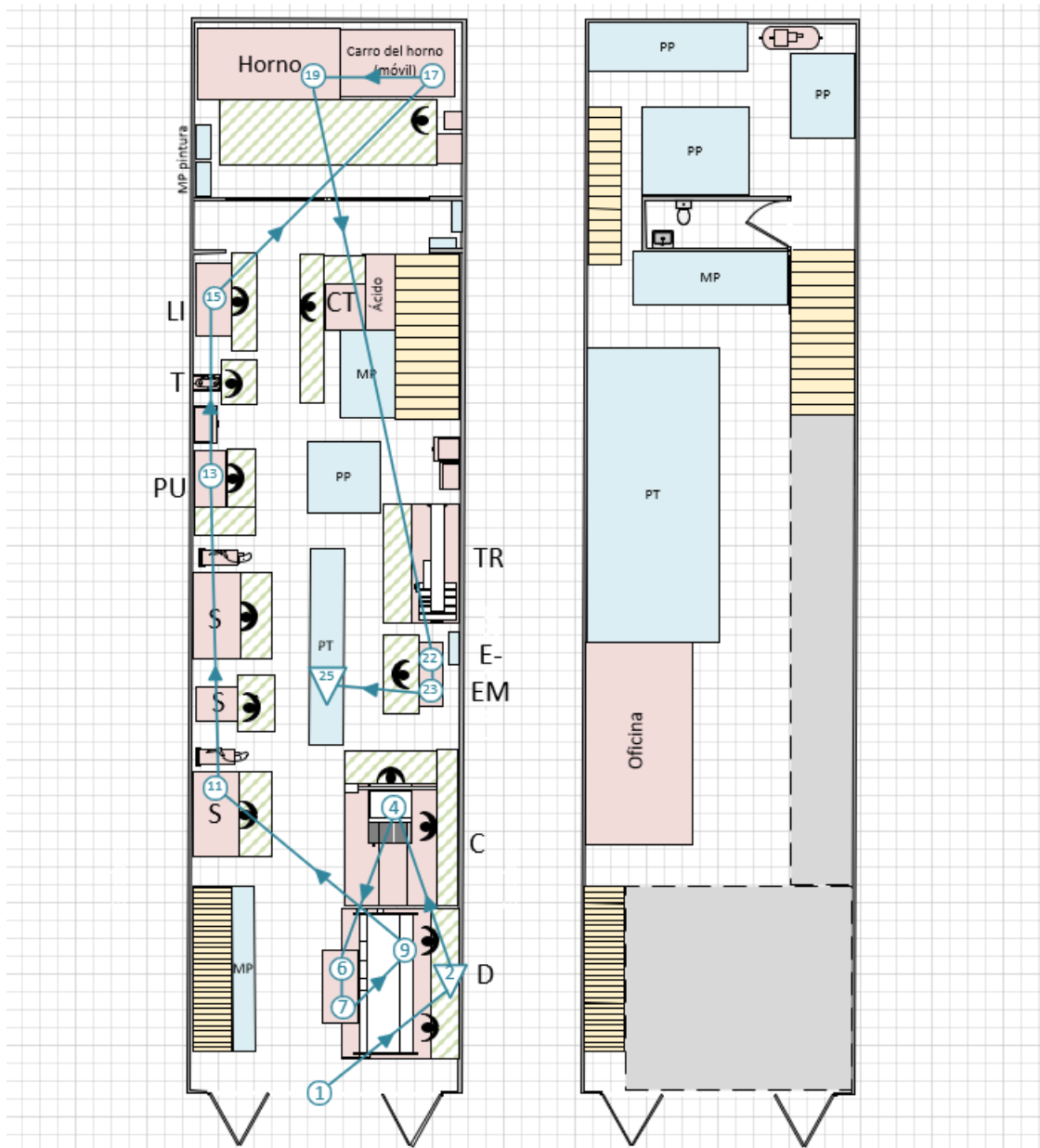



Figura 21.

Diagrama de recorrido actualizado



| | | |
|---|--|------------|
|  | NOMBRE ARCHIVO | |
| | Plano diagrama de recorrido archivador actualizado | |
| | DIBUJADO POR | FECHA |
| | Darly Tatiana Manosalva Pérez | 01/04/2026 |
| DESCRIPCIÓN | | |
| Segunda opción de distribución de planta propuesta a gerencia para posible implementación | | |

8.2 Definición de la capacidad instalada

Como se evidenció en el diagnóstico, la empresa no cuenta con un análisis ni una planeación técnica de su capacidad productiva, ya que la incorporación de recursos se ha realizado de manera reactiva, respondiendo a necesidades detectadas durante la ejecución de las actividades. Si bien en las entrevistas con la gerencia no se reportaron retrasos significativos en las entregas, resulta fundamental determinar la capacidad de producción real de la compañía, especialmente en el contexto de las estrategias de marketing que han incrementado el nivel de demanda potencial.

Tal como lo señalan Chase y Jacobs, “si la capacidad no es adecuada, la empresa puede perder clientes debido a un servicio lento o que permite que los competidores entren al mercado”. Por esta razón, disponer de datos confiables sobre la capacidad instalada permitirá respaldar decisiones estratégicas relacionadas con la planeación y el control de la producción, así como definir medidas de ajuste oportunas, tales como horas extras, redistribución de personal o subcontratación.

8.2.1 Caracterización de los recursos disponibles

Como punto de partida para la definición de la capacidad instalada se caracterizó de manera detallada los recursos productivos de la empresa, agrupándolos por operación. En esta etapa se identificaron las máquinas y herramientas disponibles, registrando sus características principales, ubicación, y su estado actual, diferenciando aquellas en funcionamiento de las que se encontraban fuera de servicio. Finalmente se caracterizó el talento humano, considerando el número de operarios necesarios por proceso y los procesos en los que interviene cada uno de los integrantes del equipo operativo que tiene actualmente la empresa. Esta información permite obtener una

visión integral de la situación actual del sistema productivo, identificando restricciones como cuellos de botella, recursos inactivos o insuficientes, y constituye la base para diferenciar entre la capacidad teórica de producción y la capacidad real disponible en la organización (Ver Apéndice N).

8.2.2 Cálculo de la capacidad instalada en términos de horas máquina

Debido a la variedad de productos que maneja la empresa y la limitada información disponible para analizar el proceso productivo, se definió la capacidad instalada de producción en términos de horas máquina disponibles por día.

Para este cálculo se consideraron únicamente las máquinas activas, ya que son las que realmente contribuyen a la capacidad productiva y para las cuales se contempló espacio en el diseño de planta propuesto. Las máquinas inactivas se mantienen como respaldo en situaciones eventuales, pero al no estar en operación, no contribuyen a la capacidad instalada actual.

Las máquinas se enlistaron por operación, registrando el número de equipos en funcionamiento, las horas por turno y el número de turnos diarios. Adicionalmente, se asignaron tiempos de apoyo y preparación, establecidos en la mayoría de los casos en media hora por turno, que comprenden los ajustes iniciales de máquina, los cambios de lote, microparadas, resolución de problemas menores, actividades de orden y limpieza (5S) y posibles retrabajos. En el caso particular del equipo de pintura, se consideró un tiempo de preparación de 1 hora, debido a que el operario debe colocarse un equipo de protección más completo y la máquina requiere limpieza exhaustiva entre aplicaciones de diferentes colores para evitar contaminación cruzada.

Se incluyó también un factor de eficiencia, el cual se estableció en 70%. Este valor se determinó teniendo en cuenta que la mayoría de los equipos son manuales, que las operaciones

son repetitivas y que los operarios se encuentran capacitados. Sin embargo, se optó por utilizar un valor que subestime la capacidad, con el fin de reflejar la incertidumbre existente en el proceso productivo.

El procedimiento para el cálculo del tiempo operativo (h/día), el tiempo calendario (h/día) y las horas máquina disponibles (h/día), se resumen en las siguientes ecuaciones:

$$\text{Tiempo calendario} = N^{\circ} \text{ de máquinas} \times \text{Horas por turno} \times \text{Turnos por día}$$

$$\text{Tiempo operativo} = \text{Tiempo calendario} -$$

(Tiempo de preparación \times Turnos por día \times N° de máquinas)

$$\text{Horas máquina disponibles} = \text{Tiempo operativo} \times \frac{\text{Factor de eficiencia}}{100}$$

Los resultados de los cálculos de capacidad instalada se presentan en la Tabla 18.

Tabla 17.

Cálculo de horas-máquina disponibles por recurso

| Máquina | N° de Máquinas | Horas por Turno | Turnos por Día | Tiempos de apoyo y preparación (h/turno) | Factor de Eficiencia (%) | Tiempo Calendario (h/día) | Tiempo Operativo (h/día) | Horas Máquina Disponibles (h/día) |
|--------------------|----------------|-----------------|----------------|--|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Corte de lámina | 1 | 8 | 1 | 0,5 | 70 | 8 | 7,5 | 5,25 |
| Corte de tubería | 1 | 8 | 1 | 0,5 | 70 | 8 | 7,5 | 5,25 |
| Taladro | 1 | 8 | 1 | 0,5 | 70 | 8 | 7,5 | 5,25 |
| Troquelado | 1 | 8 | 1 | 0,5 | 70 | 8 | 7,5 | 5,25 |
| Doblado lámina | 1 | 8 | 1 | 0,5 | 70 | 8 | 7,5 | 5,25 |
| Doblado tubo | 1 | 8 | 1 | 0,5 | 70 | 8 | 7,5 | 5,25 |
| Soldadura | 2 | 8 | 1 | 0,5 | 70 | 16 | 15 | 10,5 |
| Soldadura acero | 1 | 8 | 1 | 0,5 | 70 | 8 | 7,5 | 5,25 |
| Soldadura de punto | 1 | 8 | 1 | 0,5 | 70 | 8 | 7,5 | 5,25 |
| Pulido | 4 | 8 | 1 | 0,5 | 70 | 32 | 30 | 21 |
| Pintura | 2 | 8 | 1 | 1 | 70 | 16 | 14 | 9,8 |

De manera complementaria, para el horno de pintura electrostática, se definió su capacidad instalada en función del número de horneadas que pueden realizarse por día. Según información del jefe de producción, en condiciones normales se realizan dos horneadas, mientras que en situaciones de mayor demanda pueden alcanzarse hasta cuatro horneadas diarias.

8.2.3 Determinación de tiempos estándar representativos

Para la definición de la capacidad se hizo necesaria la determinación de tiempos estándar de los productos. En un escenario ideal, mediante un estudio de tiempos, técnica fundamental en la Ingeniería de métodos, que permite medir y analizar la duración de las actividades productivas con el objetivo de establecer tiempos estándar confiables, permitiendo que prácticas como la programación de la producción y la asignación de incentivos se fundamenten en datos reales, no en estimaciones subjetivas.

Sin embargo, la realización de esta técnica enfrenta limitaciones en la empresa objeto de estudio. Debido a que no se dispone de hojas de instrucciones ni métodos de trabajo aplicados y documentados formalmente, por esto las operaciones dependen en gran medida de la experiencia práctica de los operarios. Durante las observaciones realizadas se constató que cada puesto cuenta con uno o dos operarios, las tareas son ejecutadas de manera homogénea entre ellos, sin diferencias notorias en el uso de herramientas ni en la secuencia de movimientos. Esto sugiere que existe una metodología empírica, que permite el desarrollo de las actividades en condiciones normales, pero que no ha sido estandarizado de manera formal.

En este sentido, la implementación de un estudio de tiempos convencional se considera inviable, debido a que el ciclo de fabricación de los productos seleccionados abarca un número muy elevado de operaciones y elementos, lo que dificulta realizar la comprobación detallada del

método previo al estudio de tiempos, teniendo en cuenta el alcance del proyecto. Por otro lado, la técnica de muestreo del trabajo tampoco resulta adecuada, ya que en el transcurso de una jornada los operarios pueden cambiar con frecuencia las referencias de productos en proceso, lo que impide garantizar la representatividad de las observaciones.

Teniendo en cuenta estas condiciones, se optó por una metodología alternativa para la toma de tiempos, que consiste en suministrar a los operarios formatos simples donde registren, para cada lote de producción, la hora de inicio, la hora de finalización, y la cantidad de unidades fabricadas (teniendo en cuenta buenas y rechazadas). Con esta información se calculará el tiempo neto empleado por lote y posteriormente el tiempo unitario por producto, por centro de trabajo, descontando las paradas. Esta estrategia permitirá contar con un conjunto de tiempos representativos y confiables, ajustados a la realidad de la planta.

De esta manera es posible contar con tiempos estándar representativos y útiles según los requerimientos de la empresa, aunque no cumplen con todo el rigor metodológico de un estudio de tiempos clásico o muestreo del trabajo.

Como se mencionó, se inició con el diseño del formato en el cual los operarios realizarían los registros de la información, (Ver apéndice S. Gestión documental de formatos) en el diseño se intentó mantenerlos lo más simplificados posible de manera que se les facilitara el uso de estos. En la Figura 22 se presenta el formato utilizado.

Figura 22.*Formato toma de tiempos*

| Formato toma de tiempos | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Fecha: | Hora de inicio del turno: |
| Nombre: | Producto: |
| Hora de inicio del lote: | Hora de finalización del lote: |
| Unidades fabricadas: | Observaciones/paradas: |
| Operación: | |
| Unidades buenas: | Unidades rechazadas: |
| | |
| Firma | |

Seguidamente se hizo la instrucción a los operarios del procedimiento a seguir, con el propósito de un correcto diligenciamiento de estos, asegurando la confiabilidad de la información recopilada.

La instrucción se llevó a cabo con cada operario, en cada estación de trabajo, en sesiones cortas que no interfirieron con la operación normal de la planta. En primer lugar, se explicó el objetivo de la actividad, que no tendría fines de evaluación individual del desempeño, sino que se orientaba a tener información realista para calcular la capacidad instalada y diseñar mejoras en la gestión de la producción. Posteriormente se socializó detalladamente cada uno de los campos del formato, brindando además ejemplos prácticos para ilustrar de manera más clara el diligenciamiento en diferentes situaciones, tales como el cambio de referencia de producto durante el turno o la presencia de tiempos de parada.

8.2.4 Ejemplo de cálculo de capacidad para el producto más vendido

Con base en la información de los formatos, se determinaron los tiempos unitarios de fabricación, haciendo uso de la información registrada por los operarios.

Se calcula en primer lugar la duración bruta del lote, expresada en minutos, mediante la diferencia entre la hora de finalización y la hora de inicio:

$$T_{bruto} = Hora_{fin} - Hora_{inicio}$$

Después a este valor se restaron los tiempos de parada presentados durante el lote, obteniendo el tiempo neto de producción:

$$T_{neto} = T_{bruto} - T_{paradas}$$

Con el tiempo neto establecido, se obtuvo el tiempo unitario dividiendo el tiempo neto entre el número de unidades buenas (Q):

$$T_u = \frac{T_{neto}}{Q}$$

El resultado se expresó en minutos/unidad para facilitar el análisis.

En la Tabla 19 se presentan los resultados obtenidos del análisis de capacidad, en el cual se identifica al proceso de doblado como el recurso restrictivo del sistema, es decir, la operación que determina la capacidad de producción del proceso productivo. Considerando que el tiempo requerido para producir una unidad en la máquina de doblado es de 22.7 minutos y que la jornada laboral dispone de 315 minutos, se estima una capacidad de producción de 13 archivadores por día.

Tabla 18.*Tiempo por unidad en cada operación*

| Operación/Estación | Tiempo por unidad (minutos) |
|----------------------------|-----------------------------|
| Corte | 7.80 |
| Trazado y corte con tijera | 17.45 |
| Doblez | 22.70 |
| Soldadura | 21.98 |
| Pulido | 18.37 |
| Limpieza | 21.39 |
| Pintura | 20.01 |
| Horneado | 5.25 |
| Ensamble | 17.32 |

8.3 Implementación de la metodología 5s

8.3.1 Capacitación del equipo de trabajo

Como se mencionó en el planteamiento de la propuesta, el proceso inició con una capacitación al personal mediante la explicación teórica de la metodología, así como los beneficios esperados de la implementación, como lo son la reducción de la accidentalidad, incremento de la productividad, generación de disciplina y respeto por lo establecido, entre otros (ver Apéndice P). Es fundamental resaltar que la metodología 5S no se limita únicamente a mantener áreas de trabajo limpias y ordenadas, sino que busca fomentar la mejora continua y la adopción de nuevos hábitos,

lo cual genera beneficios sostenibles a largo plazo. Al socializar estos beneficios con los trabajadores, se esperaba una mayor disposición y apoyo en el desarrollo de la implementación.

De igual manera, la actividad tuvo como propósito fortalecer el compromiso de la dirección, mostrando de forma práctica las ventajas de retirar de los puestos de trabajo todos aquellos elementos innecesarios que entorpecen el proceso productivo. Para esto se contó con una presentación mediante diapositivas.

8.3.2 Seiri (Selección)

Una vez realizada la capacitación, se inició, con una implementación general de la primera S en las partes críticas de la planta, pues se tenían espacios con acumulación excesiva de cosas innecesarias, como se puede evidenciar en la Figura 23.

Figura 23.

Área con acumulación de objetos innecesarios



En esta etapa no se demarcaron con etiquetas de colores, sino que se ubicaban en la zona designada para disponer de ellos directamente, como se puede observar en la Figura 24, dada la gran cantidad de estos, la tarea fue realizada por dos operarios dirigidos por el jefe de producción.

Figura 24.

Área temporal de acopio para material en desuso



En la Figura 25, se evidencia la disposición de carros manuales, que salieron cargados con materiales metálicos en desuso, los cuales fueron vendidos según el tipo de metal y algunos en mal estado, vendidos como chatarra.

Figura 25.

Evidencia fotográfica disposición de chatarra



8.3.3 Seiton (Ordenar)

Una vez retirados los objetos innecesarios se procedió a ordenar. Para ello, los operarios de cada puesto de trabajo, junto con el jefe de producción, clasificaron los objetos por frecuencia de uso, asignando un lugar más cercano a los objetos más usados, y un lugar de almacenamiento en áreas comunes para los objetos que no se usan con tanta frecuencia. Así mismo, se tuvo en cuenta ubicar objetos semejantes en el mismo lugar, de manera que cualquiera los pueda ubicar rápidamente.

En la Figura 26 se puede evidenciar el cambio logrado en el área de pintura, donde previamente fueron retirados objetos innecesarios, como un equipo de pintura adicional en desuso y pintura en malas condiciones. Adicionalmente, se asignó el respectivo lugar a los objetos que estaban mal ubicados, como taladros, guantes, etc.

Figura 26.

Antes y después implementación Seiton

**8.3.4 Seiso (Limpiar)**

En la tercera etapa de la implementación de la metodología 5S se buscó eliminar la suciedad de las áreas de trabajo, así como identificar las causas que la originan y tomar acciones correctivas. Los operarios de cada puesto realizaron la limpieza de las máquinas y las herramientas necesarias para su actividad, como se puede evidenciar en la Figura 27.

Figura 27.

Limpieza de las áreas de trabajo



Debido a la naturaleza propia de los procesos de fabricación, algunas paredes se encontraban manchadas y en mal estado, como se evidencia en la Figura 28, las cuales fueron limpiadas y pintadas, brindando una imagen más limpia y un espacio de trabajo más luminoso y agradable para los colaboradores.

Figura 28.*Antes y después pintura*

Para esta etapa se diseñaron dos herramientas, la primera es la “Planilla del plan de limpieza”, que sirve para establecer la frecuencia y los responsables de la limpieza en las distintas áreas productivas, la frecuencia y los responsables fueron escogidos mediante un acuerdo entre el jefe de producción y los operarios. La segunda herramienta es el “Registro de limpieza” que permite verificar el cumplimiento al plan de limpieza propuesto. Se encuentran en el Apéndice Q. Implementación metodología 5S.

8.3.5 Seiketsu (Estandarizar)

En la cuarta S, se busca mantener las condiciones de trabajo logradas con las tres primeras S, conservar un espacio de trabajo seguro, ordenado y limpio. Para ello se implementaron herramientas de control visual, la primera de ellas, la demarcación de las áreas de productivas, las áreas designadas para almacenamiento de materias primas y productos en proceso teniendo en

cuenta la normativa aplicable para cada caso, estos cálculos y el diseño de los espacios designados se realizaron en la sección “7.1 Reacomodación de la distribución de planta”. En la Figura 29, se evidencia la realización de esta actividad, la cual fue ejecutada por dos operarios de planta, que marcaron la zona con cintas para posteriormente pintar.

Figura 29.

Demarcación de áreas



La segunda herramienta de control visual fue el etiquetado de las herramientas, de manera que tengan un espacio asignado, al cual deban ser regresadas mientras no se estén utilizando, como se puede evidenciar en la Figura 30.

Figura 30.

Etiquetado de herramientas de corte



Debido a que las herramientas de pulido estaban ubicadas de manera desordenada, se fabricó un mesón con cajones, de manera que se pudiera adecuar un lugar para cada cosa. De la Figura 31 a la 34 se muestra el estado antes y después de implementar la metodología.

Figura 31.

Antes y después pulido



Figura 32.

Etiquetado herramientas pulido



Figura 33.

Antes y después puesto de ensamble



Figura 34.

Antes y después puesto soldadura

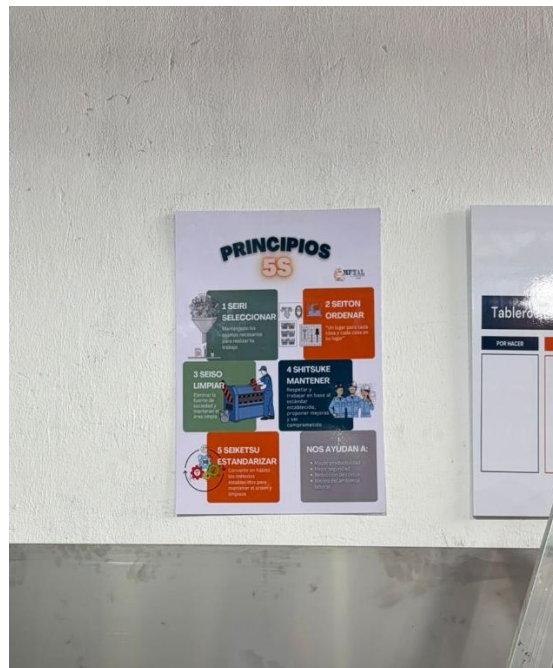


8.3.6 Shitsuke (Mantener)

Con el fin de reforzar el compromiso con la mejora continua y promover la disciplina operativa, se instaló un póster, como se puede evidenciar en la Figura 35, que resume los principios de la metodología 5S, como un recordatorio permanente del acuerdo de implementación asumido por los operarios y la dirección de la empresa. Este elemento visual tiene el propósito de evitar el retorno a las condiciones iniciales, con desorden, acumulación de cosas innecesarias y alto riesgo de accidentes previamente identificadas.

Figura 35.

Póster 5S



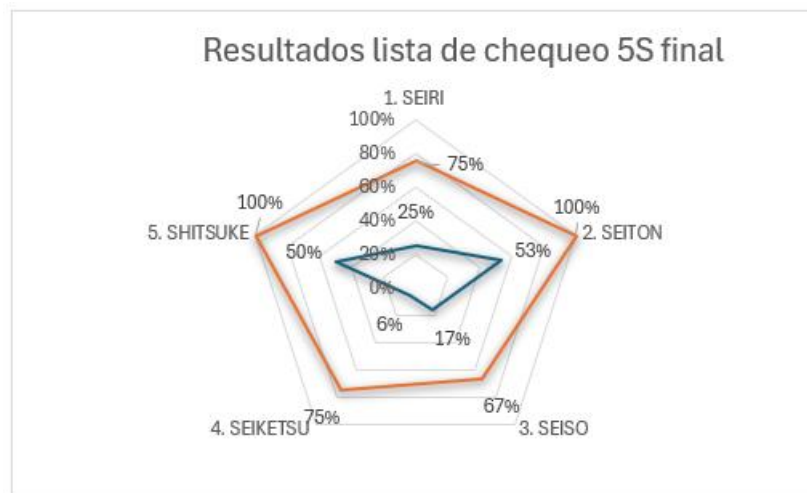
8.3.7 Medición y análisis de resultados

Finalmente, se evaluaron los resultados obtenidos tras la implementación del programa 5S, para lo cual se aplicó nuevamente la lista de chequeo utilizada en la etapa diagnóstica. En la Figura 36 se presenta el gráfico radial que muestra la comparación de los resultados antes (línea azul) y después (línea naranja) de la implementación de la metodología.

Los resultados evidencian una mejora significativa en todos los principios que propone la metodología. Se obtuvieron incrementos importantes, SEIRI (de 25% a 75%), SEITON (de 53% a 100%), SEISO (de 17% a 67%), SEIKETSU (de 6% a 75%) y SHITSUKE (de 50% a 100%). De manera general, el nivel de cumplimiento del programa 5S pasó de un 30% en la evaluación inicial, a un 83% en la evaluación final, reflejando un avance considerable en el mejoramiento de las condiciones de orden y limpieza dentro de la planta.

Figura 36.

Resultados lista de chequeo 5S final



8.4 Adecuación del área de pintura

Dentro de la metodología 5S, se promueve el mantenimiento de la limpieza mediante la generación de hábitos sostenidos en el tiempo, que son definidos según las necesidades de la empresa. Sin embargo, más allá de un plan de limpieza periódica, esta metodología resalta la importancia de identificar y eliminar las causas que originan la suciedad, como parte del enfoque en la mejora continua.

En este sentido, se identificaron los residuos de la aplicación de la pintura electrostática en polvo como la mayor fuente de suciedad en la planta, de acuerdo con esto, se implementó un sistema de cerramiento para el área de pintura, con el fin de controlar la dispersión de estas partículas por todo el proceso productivo.

El jefe de producción fue quién diseñó el cerramiento, inició tomando las medidas del espacio, y definió la instalación de una estructura superior fija, anclada a la pared, que debajo iba a constar de tres puertas grandes, una fija y dos de corredera, ajustadas al sistema superior antes mencionado. En la Figura 37, se puede observar el cerramiento instalado.

Figura 37.

Antes y después adecuación del área de pintura



La fabricación inició de la estructura del marco, en tubo metálico, cubierto con plástico flexible de calibre grueso, esto con la intención de que permitiera el paso de la luz al área de pintura, disminuyendo el gasto energético en iluminación artificial. Posteriormente operarios de planta realizaron la instalación de la estructura, la cual fue anclada a la pared y al techo.

Con el objetivo de mejorar las condiciones dentro del área, se instalaron ductos de ventilación, ubicados en puntos opuestos, de manera que uno se destinó a la entrada de aire y el otro a la extracción de este. El funcionamiento simultáneo de estos ductos permite la circulación de aire al interior del área, manteniendo así una temperatura fresca y condiciones cómodas de trabajo para el pintor.

8.5 Implementación de tableros de programación y seguimiento operativo

Para la asignación y seguimiento de los pedidos internamente en la empresa se diseñaron tres formatos complementarios: el formato de órdenes de trabajo internas, las tarjetas Kanban y el tablero Kanban. El primero asegura que los operarios cuenten con la información necesaria para

ejecutar sus tareas, el segundo permite representar visualmente cada pedido dentro del flujo, y el tercero facilita el seguimiento global de los pedidos en curso. La integración conjunta de estos tres elementos ofrece un sistema de control coherente con la herramienta en Excel propuesta para el seguimiento y control operativo.

8.5.1 Formato de órdenes de trabajo internas

El formato de órdenes de trabajo internas es la herramienta de guía para cada operario en su puesto de trabajo. En este documento se encuentra la información detallada del pedido, tales como: número de orden, producto, cantidades, especificaciones, fecha de entrega, fecha de inicio y de finalización programadas de la orden, si incluye planos y finalmente la fecha de emisión del documento.

La función principal es asegurar que el operario tenga toda la información necesaria para ejecutar la operación de manera correcta, sin que se presenten problemas de comunicación verbal, al tiempo que deja un registro físico de la trazabilidad del pedido. La orden de trabajo se genera al tiempo que se genera la orden en Excel, garantizando que los datos sean consistentes entre los documentos y el sistema de control general. En la Figura 38 se presenta el formato propuesto.

Figura 38.*Formato órdenes de trabajo internas*

| Orden de trabajo interna (OTI) | |  | |
|--------------------------------|-------------|--|---------|
| Fecha de entrega | | Número de orden | |
| Material | | | |
| Código del producto | Descripción | Cantidad | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Fecha de inicio programada | | Incluye plano | SI / NO |
| Fecha de finalización prog | | Fecha de emisión | |


8.5.2 Formato tarjetas Kanban

Las tarjetas Kanban fueron diseñadas como un soporte visual que permite representar los pedidos dentro del flujo productivo. Contienen la información esencial de la orden: producto, medidas, cantidad, color, número de orden, fecha de entrega y cliente. Lo cual permite la rápida identificación de los pedidos.

Se propone la implementación mediante tarjetas adhesivas, en las cuales se escribe a mano el formato propuesto en la Figura 39, pero se deja la sugerencia de adquirir notas adhesivas personalizadas con el formato, de manera que sea más práctico el proceso de diligenciamiento.

Al igual que las órdenes de trabajo, cada tarjeta Kanban corresponde a una orden registrada en el Excel de control, de modo que el movimiento de la tarjeta es la guía para el registro del estado de la orden en el sistema. Esta relación asegura coherencia entre el control visual en la planta y el seguimiento en el registro digital.

Figura 39.*Formato tarjeta Kanban*

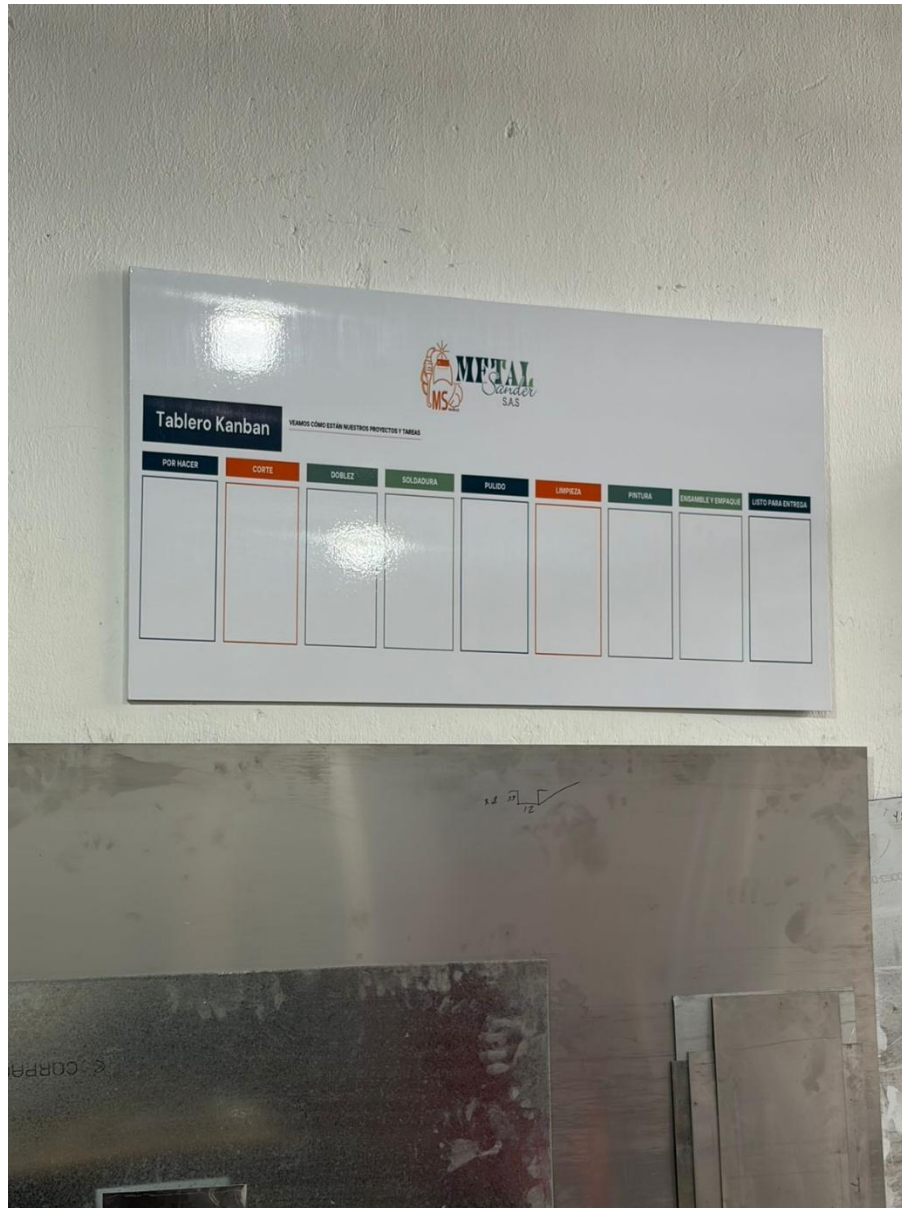
Tarjeta Kanban 

| | | | |
|------------------|--|---------------------|--|
| Producto: | | | |
| Medidas | | Orden de producción | |
| Cantidad | | Color | |
| Fecha de entrega | | Cliente | |

8.5.3 Tablero Kanban

El tablero Kanban es la herramienta de apoyo para colocar y actualizar las tarjetas de cada pedido. Este tablero está organizado en columnas que representan las etapas del proceso productivo, de manera que las tarjetas se van desplazando conforme avanza la fabricación del pedido.

La función principal del tablero, junto con las tarjetas, es mostrar de manera rápida y clara el estado de cada pedido, lo que permite a los operarios y al área de producción conocer el avance real de la carga de trabajo. Además, como ya se mencionó, el movimiento de las tarjetas en el tablero es la base para la actualización del Excel de control y seguimiento de la producción presentado (Ver apéndice T). En la figura 40 se presenta el diseño propuesto para el tablero.

Figura 40.*Tablero Kanban*

En resumen, el tablero y las tarjetas funcionan como el enlace entre la operación diaria en planta y el registro formal en la herramienta de control, garantizando que los datos reflejen el estado real de la producción. De manera complementaria, los formatos de órdenes de trabajo

internas aseguran una comunicación estandarizada de los pedidos, evitando errores derivados de la comunicación verbal.

8.6 Implementación de una herramienta de control y seguimiento de la producción

Debido a la proyección de incremento en la demanda, se identificó la necesidad de implementar un sistema de control y seguimiento de la producción. En la situación actual, la empresa se compromete con tiempos de entrega de 10 días para los pedidos, sin contar con una herramienta que permita dar trazabilidad a los trabajos en curso ni con un registro centralizado del estado de cada orden. Esta limitación genera incertidumbre sobre el avance real de la producción y dificulta la identificación temprana de riesgos de incumplimiento.

Con la propuesta, basada en una herramienta desarrollada en Excel, (Ver Apéndice O. Sistema de gestión y control de la producción) es posible realizar un seguimiento sistemático de los pedidos, registrando información clave como fechas de orden, plazos de entrega, avances por proceso y estado actual de los pedidos. De esta manera la empresa puede contar con datos confiables y accesibles que soportan la toma de decisiones, anticipándose a los pedidos próximos a vencer y priorizando los recursos de forma adecuada.

Actualmente, el seguimiento de la producción se realiza de forma empírica, ya que el jefe de producción gestiona los pedidos de memoria y los va ejecutando según su criterio, lo que representa un alto riesgo de pérdida de información y la posibilidad de que se presenten retrasos o confusiones en el cumplimiento de las entregas.

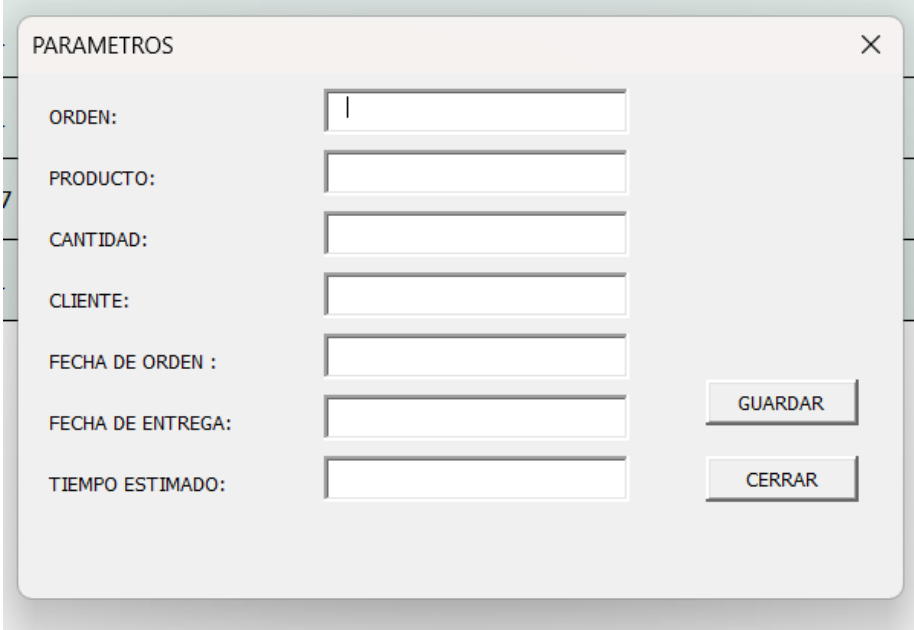
Se optó por desarrollar la herramienta en Excel, principalmente por el bajo costo que representa para la empresa, no requiere pago de licencias adicionales ni personal especializado,

además de ser una herramienta muy completa y flexible, permite hacer los ajustes y adaptaciones necesarias según la operación de la empresa. A diferencia de las versiones gratuitas de herramientas especializadas, la solución en Excel ofrece la posibilidad de escalar y ampliar sus funciones de manera prácticamente ilimitada.

Para facilitar el uso de la herramienta y garantizar que el registro de la información fuera práctico y con un llenado uniforme, se implementaron macros y programación en Visual Basic for Applications (VBA). Estas funciones permiten automatizar tareas que, de realizarse manualmente, serían más propensas a errores y demandarían mayor tiempo de ejecución, además del riesgo de que se alteren los datos reales, para lo cual se protegieron ciertos datos, como se mencionará más adelante.

Entre las automatizaciones incluidas se encuentran:

Ingreso de pedidos mediante formulario: se diseñó un formulario en VBA que permite registrar la información relevante de cada pedido (número de orden, producto, cantidad, cliente, fecha de orden, fecha de entrega y el tiempo estimado de fabricación) como se presenta en la Figura 41. Además de dos botones, uno para guardar la información y otro para cerrar el recuadro de ingreso de los parámetros. Al confirmar la información, los datos se transfieren automáticamente a la tabla, asegurando un registro ordenado de la información.

Figura 41.*Formulario de datos VBA*

The image shows a dialog box titled "PARAMETROS" with a close button (X) in the top right corner. The dialog contains seven input fields, each with a label to its left: "ORDEN:", "PRODUCTO:", "CANTIDAD:", "CLIENTE:", "FECHA DE ORDEN :", "FECHA DE ENTREGA:", and "TIEMPO ESTIMADO:". The "ORDEN:" field contains the number "1". To the right of the input fields are two buttons: "GUARDAR" and "CERRAR".

Inserción automática de filas: una vez ingresado en pedido en el formulario, la macro inserta una nueva fila en la posición correspondiente, aplicando el formato establecido y manteniendo la consistencia en los datos.

Protección de los datos: se configuró la hoja de trabajo de manera que únicamente se puedan editar las celdas destinadas a la actualización del avance de los pedidos y las observaciones, mientras que las fórmulas y los datos ingresados en el formulario permanecen protegidos. Con esto se busca reducir el riesgo de modificaciones indeseadas o pérdida de información. Mediante la macro se configuró la clave que desprotege la información, además de que luego de un nuevo registro en el formulario se proteja el archivo de manera automática.

Botones de acción: se incluyeron botones vinculados a macros que permiten ejecutar de forma intuitiva tareas como abrir el formulario, abrir la hoja de KPI, guardar los datos y cerrar el

archivo. De esta manera se facilita el uso de la herramienta, sin la necesidad de abrir el modo edición de Excel.

La hoja denominada “Tablero” fue diseñada como la interfaz principal de la herramienta, en la cual se encuentran las opciones necesarias para la consulta, registro, y actualización de la información, que facilita al usuario identificar el estado actual de los pedidos y acceder rápidamente a las funciones necesarias, en la Figura 42 se puede visualizar el diseño de la interfaz.

Entre las principales características que ofrece esta interfaz se encuentran:

Botones de comando: se pueden visualizar en la parte izquierda los botones para abrir el formulario y para el desplazamiento entre hojas, además de encontrar en la parte superior los botones de guardar los datos y de cerrar el entorno controlado de la herramienta.

Filtro interactivo: se agregó la posibilidad de filtrar la tabla por el estado actual de los pedidos, de manera que se pudieran presentar, si así se quisiera, solo los pedidos pendientes, solo los pedidos en proceso, etc. Brindando orden y fácil acceso a la información cuando se tengan mayores volúmenes de datos que los presentados en el ejemplo.

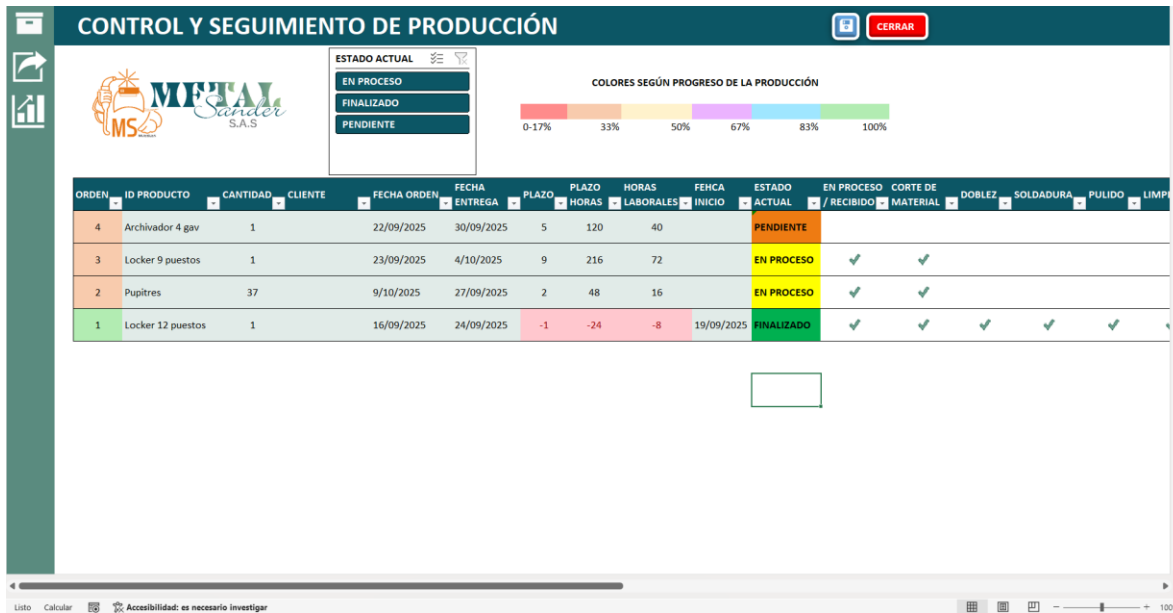
Plazos de entrega: a partir del ingreso en el formulario de la fecha de orden y la fecha de entrega se agregaron tres columnas, para el cálculo del plazo de entrega en días, en horas netas y en horas laborales, que permiten identificar rápidamente los pedidos más urgentes.

Registro de avance operativo: se agregaron columnas correspondientes a las operaciones principales que componen el proceso productivo, de manera que se pueda registrar el avance de los pedidos, esto con relación al tablero Kanban que se implementó como otra propuesta de mejora. De tal forma es posible identificar el proceso que puede requerir apoyo, por tener más tareas pendientes. Además de una columna denominada “Detenido” que permite registrar si un producto

presenta problemas que impidan su procesamiento, como ausencia de materiales, o fallas de calidad.

Figura 42.

Tablero de control y seguimiento de producción



Registro de tiempos y control de rechazos: las últimas columnas a la derecha de la tabla (ver Figura 43) permiten comparar el tiempo estimado frente al tiempo real de fabricación de cada pedido, tanto en días como en horas. A partir de esta información se calcula automáticamente el retraso en días, lo que facilita identificar desviaciones respecto a la proyección inicial. Finalmente, la columna de observaciones sirve como espacio de apoyo para registrar comentarios relevantes sobre el avance en cada caso.

Figura 43.

Continuación tablero control y seguimiento de producción

| DOBLEZ | SOLDADURA | PULIDO | LIMPIEZA | PINTURA | ENSAMBLE Y EMPAQUE | LISTO PARA ENTREGA | DETENIDO | TERMINADO ENVIADO | PROGRESO | TIEMPO ESTIMADO (D) | TIEMPO ESTIMADO (H) | TIEMPO REAL (D) | TIEMPO REAL (H) | RETRASO DÍAS | OBSERVACIONES |
|--------|-----------|--------|----------|---------|-----------------------|-----------------------|----------|----------------------|----------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|---------------|
| | | | | | | | | | 0,00% | 8 | 64 | 0 | 0 | -45930 | |
| | | | | | | | | | 22,22% | 10 | 80 | 0 | 0 | -45934 | |
| | | | | | | | | | 22,22% | 15 | 120 | 0 | 0 | -45927 | |
| ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 25/09/2025 | 100,00% | 8 | 64 | 6 | 48 | 1 | |

Estado actual de producción: en otra hoja de Excel se presenta un consolidado de las órdenes de producción, clasificadas en pendientes, enviadas, detenidas y finalizadas. Además, permite llevar el conteo acumulado tanto de la cantidad de productos como del número total de órdenes, brindando una visión general del estado de la producción. En la Figura 44 se puede visualizar.

Figura 44.*Estado actual de producción*

La implementación de esta herramienta no solo permite sistematizar el control de la producción, sino que asegura una trazabilidad clara de cada pedido y facilita la toma de decisiones oportunas. Para garantizar su efectividad, se establece que el responsable de diligenciar y actualizar la información actualmente sea el jefe de producción, con registro periódico al cierre de cada jornada. Esta propuesta representa un primer paso para que la empresa adopte una gestión más organizada de su proceso productivo, especialmente frente a una proyección de un aumento en la demanda. De esta manera, la empresa no solo mejora su capacidad de respuesta actual, sino que también se sientan las bases para consolidar una organización más estructurada, con visión de crecimiento en el tiempo.

9. Indicadores de desempeño planteados

La empresa objeto de estudio no cuenta actualmente con un sistema de indicadores o métricas de desempeño de ningún tipo que soporten la toma de decisiones. Como lo menciona Harrington: “La medición es el primer paso que conduce al control y, eventualmente, a la mejora. Si no puedes medir algo, no puedes entenderlo. Si no puedes entenderlo, no puedes controlarlo. Si no puedes controlarlo, no puedes mejorarlo” (Harrington, 1991).

En coherencia con esta afirmación, se escogieron indicadores de desempeño que permitieran conocer los resultados de la implementación de las mejoras del proyecto, pero que su implementación también fuera entendible, relevante, oportuna, orientada al propósito, verificable y la relación costo-beneficio de calcularlos, convenientes de acuerdo con las condiciones específicas de la empresa.

9.1 Indicador de productividad de la mano de obra

La productividad es un indicador que mide la relación entre productos obtenidos e insumos utilizados en la fabricación, para el proyecto se planteó calcular la productividad parcial de los factores, midiendo de manera individual la productividad respecto a dos insumos que son la mano de obra y la maquinaria, es fundamental para identificar posibles usos ineficientes de los recursos y establecer oportunidades de mejora. En empresas manufactureras, contar con un control sistemático de la productividad facilita la comparación de resultados en diferentes períodos, la evaluación del impacto de mejoras implementadas, y la toma de decisiones estratégicas orientadas a mejorar el desempeño del proceso productivo, reducir los costos y aumentar la competitividad. En las Figuras 45 y 46 se presentan las fichas de los indicadores de productividad de la mano de obra y productividad del equipo respectivamente.

Figura 45.

Productividad de la mano de obra

| Ficha del indicador | | | | | |
|---|---|--------------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|
| Nombre del indicador | Productividad de la mano de obra | | | | |
| Objetivo | Medir la relación entre la cantidad de productos generados y los recursos utilizados en su fabricación (horas-hombre). Permite evaluar el grado de aprovechamiento de los recursos disponibles y detectar oportunidades de mejora en la gestión de la producción. | Definición de variables | <i>Unidades producidas: número de piezas buenas fabricadas en un período</i> <i>Horas hombre: tiempo trabajado por los operarios en el período considerado</i> | | |
| Unidad de medida | Unidades por hora-hombre (u/hh) | Aspectos metodológicos | Registrar de manera semanal el total de unidades producidas por referencia y el número de horas hombre utilizadas en su fabricación. El cálculo se hará semanalmente para identificar tendencias y comparaciones entre áreas o líneas de producción. | | |
| Fórmula para calcularlo | $Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Horas\ hombre\ utilizadas}$ | Periodicidad | Semanal | | |
| Fuente de datos | Formatos de control de tiempos de los operarios | Meta | >= 95% del estándar | | |
| Responsables de generar el indicador | Jefe de producción o asistente administrativo | Rangos de evaluación | Bueno ≥ 90% del estándar | Regular 65% - 85% del estándar | Inaceptable ≤ 65% del estándar |

Figura 46.

Productividad del equipo

| Ficha del indicador | | | | | |
|---|--|--------------------------------|---|--------------------------------|--------------------------------|
| Nombre del indicador | Productividad del equipo | | | | |
| Objetivo | Medir la relación entre la cantidad de productos generados y los recursos utilizados en su fabricación (horas-máquina). Permite evaluar el grado de aprovechamiento de los recursos disponibles y detectar oportunidades de mejora en la gestión de la producción. | Definición de variables | <i>Unidades producidas: número de piezas buenas fabricadas en un período</i> <i>Horas máquina: tiempo de funcionamiento de los equipos</i> | | |
| Unidad de medida | Unidades por hora-máquina (u/hm) | Aspectos metodológicos | Registrar de manera semanal el total de unidades producidas por referencia y el número de horas máquina utilizadas en su fabricación. El cálculo se hará semanalmente para identificar tendencias y comparaciones entre áreas o líneas de producción. | | |
| Fórmula para calcularlo | $Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Horas\ máquina\ utilizadas}$ | Periodicidad | Semanal | | |
| Fuente de datos | Formatos de control de tiempos de los operarios | Meta | >= 95% del estándar | | |
| Responsables de generar el indicador | Jefe de producción o asistente administrativo | Rangos de evaluación | Bueno ≥ 90% del estándar | Regular 65% - 85% del estándar | Inaceptable ≤ 65% del estándar |

9.2 Indicador de cumplimiento de los tiempos de entrega

El indicador de cumplimiento de tiempos de entrega se diseñó para evaluar en qué medida los pedidos son entregados en la fecha acordada con el cliente, permitiendo conocer el nivel de cumplimiento de los compromisos establecidos y la confiabilidad del proceso productivo.

Este indicador refleja la capacidad de la empresa para gestionar adecuadamente los tiempos de producción, coordinar los recursos disponibles y responder a los requerimientos del cliente, disminuyendo el riesgo de retrasos que puedan afectar su satisfacción.

En el contexto del proyecto, la medición de este indicador es clave para evaluar el impacto de las mejoras implementadas en el proceso productivo, verificando si estas contribuyen a reducir los tiempos de retraso y a garantizar un mayor cumplimiento en las fechas de entrega pactadas.

Figura 47.

Indicador cumplimiento de tiempos de entrega

| Ficha del indicador | | | | | |
|---|---|--------------------------------|---|-------------------|-------------------|
| Nombre del indicador | Cumplimiento de tiempos de entrega | | | | |
| Objetivo | Medir el grado en que los pedidos son entregados en la fecha acordada con el cliente, asegurando el cumplimiento de los compromisos establecidos. | Definición de variables | <i>Pedidos a tiempo: número de pedidos entregados en la en la fecha acordada o antes</i> <i>Pedidos totales: número total de pedidos entregados en el período analizado</i> | | |
| Unidad de medida | Porcentaje | Aspectos metodológicos | Se comparan las fechas de entrega acordadas con las fechas reales de entrega. Se considera como "cumplido" aquel pedido entregado en la fecha pactada o antes. Los pedidos entregados después de la fecha acordada se consideran incumplidos. | | |
| Fórmula para calcularlo | $\text{Cumplimiento (\%)} = \frac{\text{Pedidos a tiempo}}{\text{Pedidos totales}} \times 100$ | Periodicidad | Mensual | | |
| Fuente de datos | Sistema de programación de la producción y registros de órdenes de trabajo internas atendidas | Meta | ≥ 95% | | |
| Responsables de generar el indicador | Jefe de producción o asistente administrativo | Rangos de evaluación | Bueno ≥ 95% | Regular 85% - 94% | Inaceptable ≤ 84% |

9.3 Indicador de tiempo medio de flujo

El tiempo medio de flujo es un indicador que permite medir la duración promedio requerida para la fabricación de una unidad de producto, desde el inicio hasta la última operación del proceso. Permite comprobar los resultados reales frente a los estándares definidos, además de ser información que se puede contrastar a lo largo del tiempo.

Este indicador es una herramienta clave para la toma de decisiones futuras, como la inversión de maquinaria o la ampliación de capacidad, ya que permite comprender el uso de recursos como maquinaria y mano de obra en cada lote de producción. De igual manera al proporcionar datos precisos sobre la duración real de los procesos, el tiempo medio de flujo permite pulir el cálculo de los costos de producción de cada producto, los cuales actualmente se realizan con valores estimados. Por tanto, este indicador no solo refleja la eficiencia del proceso, sino que favorece la toma de decisiones estratégicas

Figura 48.

Indicador de tiempo medio de flujo

| Ficha del indicador | | | | | |
|---|--|--------------------------------|--|----------------------------------|---------------------------------|
| Nombre del indicador | Tiempo medio de flujo | | | | |
| Objetivo | Medir el tiempo promedio requerido para fabricar una unidad de producto desde el inicio hasta el final de la operación. Este indicador permite identificar cuellos de botella, evaluar la eficiencia del proceso y comparar los resultados reales frente al estándar definido. | Definición de variables | <i>Tiempo total de producción: tiempo en minutos utilizado en la fabricación de un lote o referencia</i> <i>Unidades producidas: cantidad de piezas buenas obtenidas en el mismo periodo</i> | | |
| Unidad de medida | Minutos por unidad (min/u) | Aspectos metodológicos | Los operarios registran manualmente hora de inicio, fin y cantidad producida por lote en el formato diseñado para la toma de tiempos. Con esta información se calcula el tiempo por unidad y se consolida semanalmente un promedio de todos los lotes, que servirá para comparar el desempeño real frente a estándares o tiempos históricos. | | |
| Fórmula para calcularlo | $\text{Tiempo medio de flujo} = \frac{\text{tiempo total de producción}}{\text{unidades producidas}}$ | Periodicidad | Semanal | | |
| Fuente de datos | Registros diligenciados por los operarios en el formato de control de tiempos | Meta | ≤ 100% del estándar | | |
| Responsables de generar el indicador | Jefe de producción o asistente administrativo | Rangos de evaluación | Bueno ≤ 100% del estándar | Regular 101% - 119% del estándar | Inaceptable ≥ 120% del estándar |

10. Análisis y socialización de resultados

10.1 Productividad

Para el cálculo de la productividad de la mano de obra antes y después de la implementación de las mejoras, se tomaron los datos registrados por los operarios en los formatos de toma de tiempos. Como se observa en la Tabla 20, para dos lotes de producción de 10 unidades del mismo producto, se evidenció una reducción en las horas hombre, pasando de 39.26 a 37.35 horas. Esta disminución indica un mejor aprovechamiento del recurso humano en el proceso productivo. En consecuencia, el indicador de productividad de la mano de obra presentó un incremento, pasando de 0.25 a 0.27 unidades por hora hombre.

Tabla 19.

Resultados productividad de la mano de obra

| Resultado indicador de productividad | | |
|--------------------------------------|----------------|--------------|
| Variable | Estado inicial | Estado final |
| Unidades producidas | 10 | 10 |
| Horas hombre | 39.26 | 37.35 |
| Productividad en horas hombre | 0.25 | 0.27 |

Para el análisis de la productividad del equipo, se consideraron las horas máquina registradas durante la producción de los mismos lotes. Tal como se muestra en la Tabla 21 y en la Figura 49, se presentó una reducción en el tiempo de uso de maquinaria, pasando de 41.6 a 38.6 horas. De igual manera, el indicador de productividad en horas máquina aumentó de 0.24 a 0.26

unidades por hora máquina. Los valores obtenidos presentan una variación moderada, lo cual es coherente con la naturaleza del proceso productivo, caracterizado por tiempos de fabricación elevados por unidad, debido a que la mayoría de las máquinas utilizadas son de operación manual.

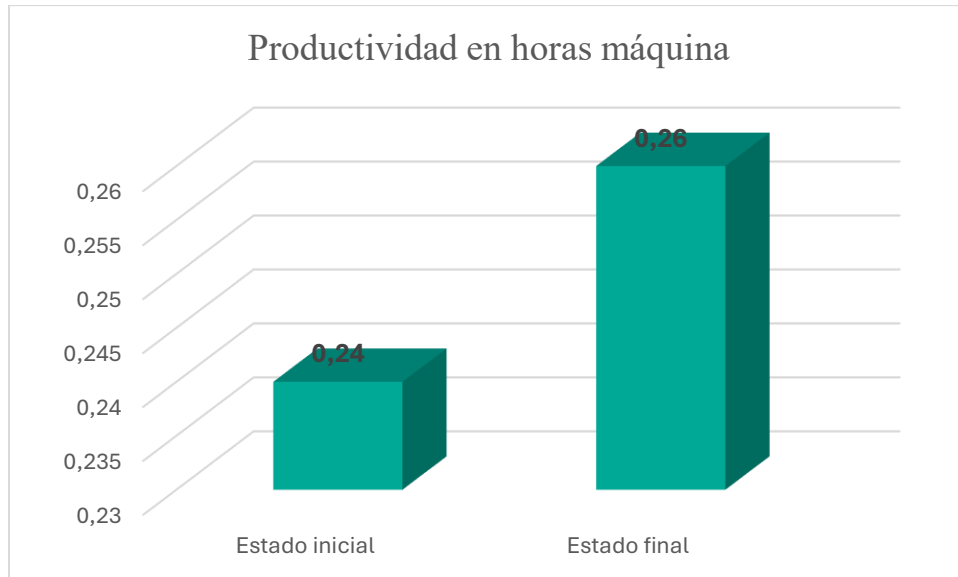
Tabla 20.

Resultados productividad del equipo

| Resultado indicador de productividad | | |
|--------------------------------------|----------------|--------------|
| Variable | Estado inicial | Estado final |
| Unidades producidas | 10 | 10 |
| Horas máquina | 41.6 | 38.6 |
| Productividad en horas máquina | 0.24 | 0.26 |

Figura 49.

Productividad en horas máquina



10.2 Cumplimiento de tiempos de entrega

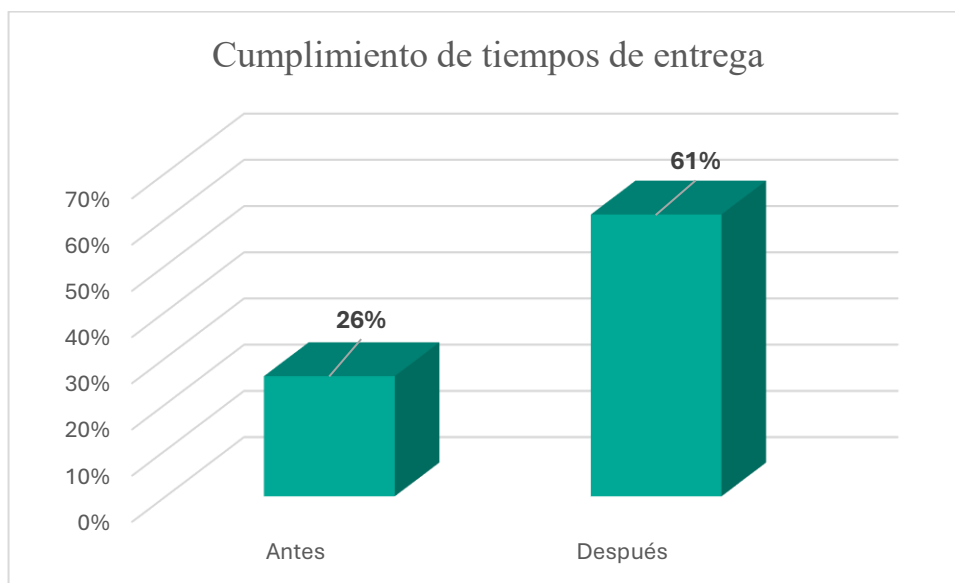
La implementación de la herramienta de control y seguimiento de la producción en Excel permitió registrar y consolidar la información correspondiente a las órdenes de trabajo, incluyendo las fechas de entrega acordadas y las fechas reales. A partir de estos registros, se realizó la medición del indicador de cumplimiento de tiempos de entrega, con el fin de evaluar el desempeño de la empresa antes y después de la implementación de las mejoras propuestas.

Para ello, se tomó la información correspondiente a las órdenes gestionadas durante el mes de octubre de 2025, reflejando la situación inicial de la empresa en cuanto al cumplimiento de los compromisos con los clientes. En este período se registraron 15 órdenes de producción, de las cuales 4 fueron entregadas en el tiempo acordado, con un porcentaje de cumplimiento del 26%.

Posteriormente, se analizaron los datos registrados en la herramienta para el mes de marzo de 2026, periodo en el cual ya se encontraban implementadas las mejoras en el proceso productivo. Como se puede evidenciar en la Figura 50, en el periodo evaluado, se registraron 13 órdenes de producción, con 8 entregadas a tiempo, cuyo porcentaje de cumplimiento fue de 61%.

Figura 50.

Cumplimiento de los tiempos de entrega

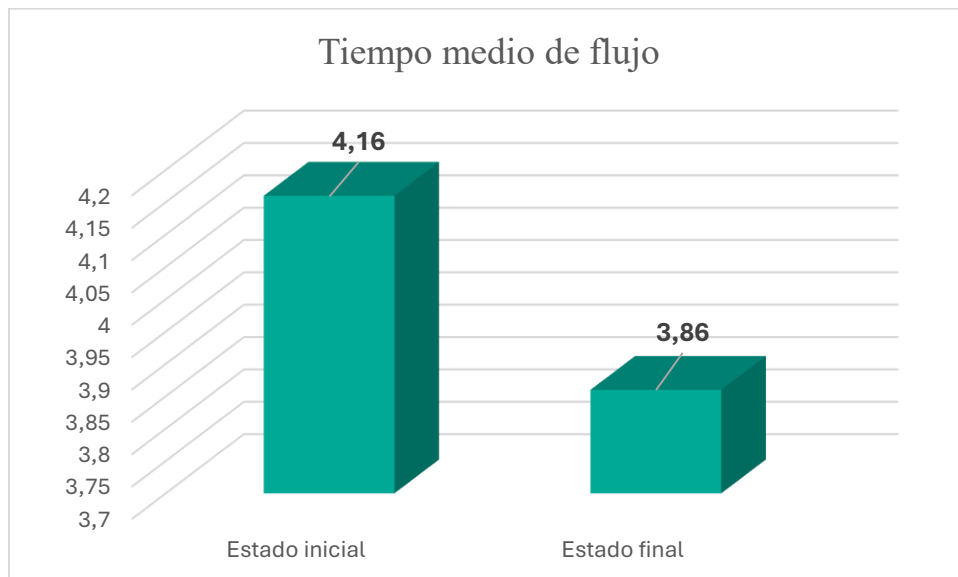


10.3 Indicador de tiempo de medio de flujo

Los tiempos medios de flujo fueron igualmente recolectados mediante de los formatos de toma de tiempos, como se observa en la Tabla 22 y en la Figura 51, los tiempos de ciclo presentan una disminución en los resultados posteriores a la implementación de las mejoras, esta disminución está directamente relacionada con las mejoras implementadas, principalmente con la nueva distribución de planta, que evita subir escaleras y recorridos largos innecesarios. Estos resultados reflejan un proceso productivo más ágil, que aumenta la capacidad de producción.

Tabla 21.*Resultados indicador tiempo medio de flujo*

| Resultado indicador de tiempo medio de flujo | | |
|--|----------------|--------------|
| Variable | Estado inicial | Estado final |
| Tiempo total de producción | 41.6 | 38.6 |
| Unidades producidas | 10 | 10 |
| Tiempo medio de flujo | 4.16 | 3.86 |

Figura 51.*Tiempo medio de flujo*

11. Conclusiones

A partir del diagnóstico realizado inicialmente se encontró una distribución de las máquinas que no favorecía el desempeño del proceso productivo, generaba recorridos largos, cruces innecesarios, retrocesos y el transporte de productos por escaleras, aumentando así el consumo de tiempo y recursos. En diferentes lugares de la planta se encontraba acumulación de piezas innecesarias, como máquinas en desuso, retales y piezas dañadas, que representaban obstáculos en áreas de circulación, y disminuían el espacio de almacenamiento de productos en proceso, materias primas y los espacios requeridos para operar las máquinas. Se observó máquinas, herramientas, e inventarios en malas condiciones de orden y limpieza, disminuyendo la productividad.

Mediante el análisis y diseño de una distribución de planta, se logró evitar que los operarios suban y bajen escaleras y realicen recorridos largos innecesariamente, a través del análisis del diagrama de recorrido del producto más vendido (Archivador 2x1), se disminuyó de 97 a 64 metros recorridos por unidad, con una reducción del 34% de la distancia, generando una disminución considerable en los tiempos de desplazamiento, una menor fatiga en los operarios y un mejor desplazamiento de los productos dentro del flujo productivo.

En consecuencia, con la disminución de los recorridos, se logró pasar de un tiempo medio de flujo de 4.16 a 3.86 horas, es decir, un tiempo 7.21% menor. Esta reducción evidencia una mejora en la eficiencia del proceso productivo, al disminuir tiempos asociados a actividades que no agregaban valor.

Mediante la implementación de la metodología 5S, se logró mejorar considerablemente las condiciones de orden y limpieza de la planta. El cumplimiento general del programa aumentó de

33% a 83%, en este sentido no solo se aumenta la productividad y se disminuye el riesgo de accidentes, sino que se promueve la disciplina en el equipo de trabajo, de esta manera se sientan las bases para la consolidación de una cultura empresarial orientada a la mejora continua.

Debido a que la empresa es una microempresa y no cuenta con una estructura administrativa consolidada, se evidenció una disponibilidad muy limitada de información documentada del proceso productivo, que pudiera ser utilizada para análisis y toma de decisiones. Por tal razón, se diseñaron e implementaron formatos de recolección de información y una herramienta en Excel de gestión y control, que permitiera hacer el registro. Estas herramientas en conjunto permiten recolectar y tratar la información para análisis, permitiendo la toma de decisiones tanto en el corto como en el largo plazo. Buscando así, mejorar la trazabilidad del proceso, reducir los errores de especificaciones de los pedidos y, con esto se obtuvo un aumento en el cumplimiento de entregas a tiempo de 26% a 61% en dos periodos analizados.

En general, las propuestas implementadas permitieron fortalecer el funcionamiento del sistema productivo, lo cual se refleja en el aumento de la productividad de la mano de obra y del equipo. La productividad de la mano de obra pasó de 0.25 a 0.27 unidades por hora hombre, y la productividad del equipo pasó de 0.24 a 0.26 unidades por hora hombre, aumentos que representan el 8% y el 8.33% respectivamente,

12. Recomendaciones

A continuación, se presentan unas recomendaciones propuestas a la empresa, con el objetivo de mantener en el tiempo los beneficios logrados con el presente proyecto, además de obtener beneficios adicionales en el desempeño del proceso productivo:

Buscar estrategias que permitan mejorar el tiempo de ciclo del recurso restrictivo de capacidad, en este caso la máquina dobladora, o reemplazarlo por una máquina que permita sistematizar el proceso y aumentar la producción.

Ejecutar la propuesta de gestión de bodega, con el objetivo de disminuir los tiempos improductivos presentados a causa de falta de servicio de materias primas.

Realizar el análisis de capacidad a un mayor número de productos, e incluirlos en la herramienta de Excel, de manera que puedan servir para el diseño de una herramienta de programación de la producción, que facilite a la empresa la gestión de un mayor número de pedidos.

Implementar el plan de incentivos salariales propuesto, con el objetivo de aumentar la motivación y el rendimiento de los operarios, de manera que se aumente la productividad de la empresa.

Establecer un sistema de incentivos y llamados de atención a los operarios de planta, de acuerdo con el cumplimiento de las responsabilidades asignadas mediante la metodología 5S, manteniendo así los beneficios obtenidos a largo plazo.

Se recomienda buscar asesoría en planeación, selección y contratación de personal, puesto que se evidenciaron dificultades para contratar operarios con las habilidades necesarias para cumplir roles como el de soldador, limitando la capacidad de producción y de cumplimiento de las entregas.

Diligenciar de manera oportuna los formatos propuestos, adecuándolos a nuevas necesidades de registro de información o de eliminación de variables, según corresponda.

Referencias Bibliográficas

- Arias, B. (2020). *Mejoramiento del proceso productivo de la empresa Vitemp S.A.S.* Obtenido de Universidad Industrial de Santander: <https://noesis.uis.edu.co/items/70da3f0e-fbc1-40de-93bf-59826c28b306>
- Ariza, G., & Rgodriguez, J. (2022). Análisis del impacto de los sistemas integrados en la gestión logística del sector industrial en Bogotá. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8804/1/3161299-2022-1-II.pdf>
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2024). Obtenido de <https://www.ccb.org.co/es/informacion-especializada/observatorio/dinamica-empresarial/empresas-activas/tamano>
- Chapman, S. N. (2006). *Planificación y control de la producción*. México: Pearson Educación.
- Chase, R., & Jacobs, R. (2014). *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES. PRODUCCIÓN Y CADENA DE SUMINISTROS*. México: McGraw-Hill Education.
- Chiarini, A. (2013). *Lean Organization: from the tools of the Toyota production sistem to lean office*. Springer.
- Cuatrecasas, L. (2013). *Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible*. España: Profit.
- Duarte, L. (2014). Factores determinantes y críticos en empresas de servicios, para la obtención de ventajas competitivas sostenibles y transferibles a estrategias de globalización: Un

análisis en la industria del Software. Universidad Autónoma de Barcelona. Departamento de economía de la empresa.

García, F. A. (2006). *LA Gestión de Cadenas de Suministros: Un enfoque de integración global de procesos*. Obtenido de Revista Visión Gerencial:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=465545874007>

Jiménez, L. C., & Rojas, C. (2022). *Repositorio de la Universidad Industrial de Santander*.

Obtenido de <https://noesis.uis.edu.co/items/a90a65c0-3e6a-4243-aa37-50fb129e3dfa>

Montoya, G. D. (2022). Diseño de un instrumento de medición de la gestión logística en las empresas del sector metalmeccánico en Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de

Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/82313>

Muther, R. (1970). *Distribución de planta*. Barcelona: Mc Graw Hill.

Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: The McGraw-Hill Companies.

Noriega Aranibar, M. T. (1994). Los incentivos salariales. *Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad de Lima*, 30-39. doi:10.26439/ing.ind1994.n012.2799

Phillip Kotler, K. L. (2016). *Dirección de marketing*. México: Pearson.

Saavedra, K. (2025). *Repositorio Universidad Industrial de Santander*. Obtenido de

<https://noesis.uis.edu.co/items/9220acb5-e228-4ed7-873f-77abd0ae313a>