



**ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD: RETOS Y OPORTUNIDADES EN LA LINEA DE
FABRICACIÓN DE TAMBORES MEDIANOS - GREIF COLOMBIA SAS**

JULIO CESAR SOARES GOMES

Universidad Ean

Facultad de administración, finanzas y ciencias económicas

Trabajo de Grado

Bogotá, Colombia

04/07/2025

**ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD: RETOS Y OPORTUNIDADES EN LA LINEA DE
FABRICACIÓN DE TAMBORES MEDIANOS - GREIF COLOMBIA SAS**

JULIO CESAR SOARES GOMES

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magister en Administración de Empresas

Director (a):

Noe Velazquez Espinoza

Modalidad:

Consultoría Profesional

Universidad Ean

Facultad de administración, finanzas y ciencias económicas

Trabajo de Grado

Bogotá, Colombia

04/07/2025

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá, __ / __ / ____

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la culminación de este trabajo de grado y mi formación en la Maestría en Administración de Empresas.

A mis padres, por ser mi mayor fuente de inspiración, por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo, la perseverancia y la integridad. Quienes, a pesar de la distancia, han estado siempre presentes con su amor, palabras de aliento y constante apoyo.

A mis profesores y mentores, quienes con su conocimiento y orientación me han guiado en la adquisición de nuevas habilidades y perspectivas.

Quiero dedicar un agradecimiento muy especial a mi novia, quien ha sido mi compañera incondicional en cada paso de este proceso. Tu apoyo ha sido una fuente de motivación inagotable y un pilar fundamental en la culminación de este logro.

Finalmente, a todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron a la realización de este logro.

Con gratitud,
Julio Soares

Resumen

El presente proyecto de grado tiene como finalidad diseñar una propuesta de solución para mejorar la productividad en una empresa del sector industrial, específicamente en Greif Colombia S.A.S., dedicada a la fabricación de embalajes industriales. La intervención se fundamentó en la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing y en los pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM), enfocados en la resolución estructurada de problemas.

Para ello, se realizó un diagnóstico organizacional integral, apoyado en entrevistas estructuradas a personal clave, con el objetivo de obtener información precisa y técnica sobre aspectos relacionados con mano de obra, maquinaria y equipos, calidad, cadena de suministro, seguridad industrial y gestión *Lean*. Como herramienta de análisis interno también se utilizó el Value Stream Mapping (VSM), lo que permitió identificar los principales cuellos de botella, tiempos improductivos y oportunidades de mejora dentro del flujo de valor de la línea de producción.

El análisis fue complementado con un marco teórico sólido que sustentó las metodologías implementadas, validado a través de criterios técnicos y metodológicos. Entre ellos, se destaca la aplicación del método V de Aiken para el análisis de validez de las preguntas utilizadas en las entrevistas.

Como resultado de este trabajo, se diseñaron planes de acción orientados a la optimización del flujo de trabajo, la mejora en la eficiencia operativa y la reducción de desperdicios, utilizando herramientas Lean y de gestión de mantenimiento avanzado. La implementación de estas acciones permitirá:

- Incrementar el OEE de la línea de producción del 58% al 80%, lo que representa una mejora del 37%;
- Reducir el costo unitario del producto en un 27%;
- Disminuir en un 54% los costos anuales de mantenimiento, lo que equivale a más de 60 millones de pesos colombianos;
- Reducir en un 75% los reprocesos en el proceso de pintura, los cuales actualmente generan en promedio 3 horas diarias de detención de línea.

Estos resultados evidencian la relevancia de la consultoría industrial apoyada en metodologías técnicas, no solo como un mecanismo para resolver problemáticas operativas,

sino también como un factor determinante para el fortalecimiento de la competitividad y sostenibilidad empresarial.

En el caso particular de Greif Colombia S.A.S., afectada por problemas recurrentes de productividad en su línea de fabricación de tambores medianos, el desarrollo de este proyecto permitió identificar con claridad las causas raíz y proponer soluciones prácticas, sostenibles y técnicamente fundamentadas que contribuyen significativamente al mejoramiento continuo y al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización.

Palabras clave: Lean, Mantenimiento, Gestión, Sostenible, Productividad

Abstract

This master's thesis aims to design a solution proposal to improve productivity in an industrial sector company, specifically Greif Colombia S.A.S., which is dedicated to the manufacturing of industrial packaging. The intervention was based on the application of Lean Manufacturing tools and the pillars of Total Productive Maintenance (TPM), focusing on structured problem-solving.

To this end, a comprehensive organizational diagnosis was conducted, supported by structured interviews with key personnel, with the objective of gathering accurate and technical information on aspects related to labor, machinery and equipment, quality, supply chain, industrial safety, and Lean management. As an internal analysis tool, Value Stream Mapping (VSM) was also applied, allowing the identification of main bottlenecks, non-productive times, and improvement opportunities within the production line's value stream.

The analysis was complemented by a solid theoretical framework that supported the implemented methodologies, validated through technical and methodological criteria. Notably, the Aiken's V method was used to assess the validity of the questions utilized in the personal interviews.

As a result of this project, action plans were developed aimed at optimizing workflow, improving operational efficiency, and reducing waste, by applying Lean tools and advanced maintenance management techniques. The implementation of these actions will enable:

- An increase in the OEE of the production line from 58% to 80%, representing a 37% improvement;
- A 27% reduction in the unit cost of the product;
- A 54% reduction in annual maintenance costs, equivalent to over 60 million Colombian pesos;
- A 75% decrease in rework within the painting process, which currently causes an average of 3 hours of production line downtime per day.

These results highlight the importance of industrial consulting supported by technical methodologies, not only as a mechanism to address operational issues but also as a key factor in strengthening business competitiveness and sustainability.

In the specific case of Greif Colombia S.A.S., which faces recurrent productivity issues in its medium drum manufacturing line, the development of this project enabled a clear

identification of root causes and the proposal of practical, sustainable, and technically grounded solutions that contribute significantly to continuous improvement and the achievement of the organization's strategic objectives.

Keywords: Lean, Maintenance, Management, Sustainability, Productivity

Tabla de contenido

1.	Introducción	13
2.	Planteamiento del problema	13
2.1	Antecedentes.....	13
2.2	Descripción del problema	14
2.3	Pregunta de Investigación	16
2.4	Estructura del documento	16
3.	Objetivos	17
3.1	Objetivo general.....	17
3.2	Objetivos específicos	17
4.	Justificación	18
5.	Marco Institucional.....	21
5.1	Presentación general de la empresa.....	21
5.2	Referentes estratégicos	21
5.3	Estructura organizacional	23
5.4	Productos o servicios ofertados	25
5.5	Análisis del sector.....	25
6.	Marco contextual y conceptual.....	29
6.1	Productividad vs calidad vs competitividad	29
6.2	Criterios para incremento de productividad en una línea de producción	30
6.3	Capacidad instalada vs capacidad utilizada.....	33
6.4	TPM – Mantenimiento productivo total.....	34
6.5	Los siete tipos de desperdicios	36
6.6	Planeación, diseño y layout de instalaciones	39
6.7	OEE (Eficacia General del Equipo).....	41
6.8	VSM (Value Stream Mapping)	42
7.	Diseño metodológico de la consultoría	45

	10
7.1	Tipo de investigación45
7.2	Análisis externo – Análisis PESTEL.....45
7.3	Análisis interno51
7.4	Población muestra y ficha técnica.....52
7.5	Identificación de las variables54
7.6	Instrumento de medición.....55
7.7	Validación del instrumento de medición56
8.	Diagnóstico Organizacional60
8.1	Entrevistas personales.....60
8.2	VSM – Value Stream Mapping.....75
9.	Resultados de la solución78
9.1	Resultado observado78
9.1.1	Fortalezas.....78
9.1.2	Oportunidades79
9.2	Propuesta de solución80
9.3	Mecanismos de sostenibilidad86
9.4	Lección aprendida90
10.	Conclusiones y recomendaciones92
10.1	Aprendizaje clave98
11.	Referencias bibliográficas.....100

Índice de tablas

Tabla 1.	Presupuesto vs Real - Línea de Medianos Año 2024.....15
Tabla 2.	PESTEL.....46
Tabla 3.	Ficha técnica de población y muestreo para las entrevistas.....53
Tabla 4.	Participantes de la validación de las preguntas.....57
Tabla 5.	Resultado análisis V de Aiken.....59

Tabla 6. Principales hallazgos y percepciones de los colaboradores.....	75
---	----

Índice de figuras

Figura 1. Gráfico Histórico de Productividad - OEE de la Línea de Fabricación.....	14
Figura 2. Beneficios de mejora de la productividad.....	18
Figura 3. Pilares Estratégicos Greif Colombia SAS	19
Figura 4. Propósito, visión y manera Greif de ser	22
Figura 5. Organigrama Greif Colombia SAS	23
Figura 6. Portafolio Greif Colombia SAS.....	25
Figura 7. Gráfico Comparativo de Margen – Greif vs Industria	26
Figura 8. Análisis Económica Sector de Manufactura	27
Figura 9. Tasa de utilización de la capacidad	33
Figura 10. Mantenimiento Productivo Total.....	35
Figura 11. Los 7 desperdicios.....	37
Figura 12. OEE.....	42
Figura 13. Ejemplo de Value Stream Mapping (VSM).....	43
Figura 14. Cálculo de muestreo.....	53
Figura 15. Participación en las entrevistas.....	60
Figura 16. Tiempo de empresa de los entrevistados	61
Figura 17. Máquinas que se detienen con más frecuencia	62
Figura 18. Máquinas y/o procesos más complejos para ajustes operacionales	65
Figura 19. Máquinas y/o procesos que generan más reprocesos de producción	65
Figura 20. Máquinas y/o procesos que generan más scrap	66
Figura 21. Referencias de envases que más generan problemas de calidad	67
Figura 22. Nivel de formación académica	68
Figura 23. Clima Laboral	69
Figura 24. Materias primas y/o insumos que más impactan en la producción.....	71

Figura 25. Riesgos laborales	72
Figura 26. Calidad de los EPP's	73
Figura 27. Máquinas con oportunidades en guardas de protección	74
Figura 28. VSM – Value Stream Mapping línea de medianos	76
Figura 29. Planes de acciones.....	81
Figura 30. Propuesta de indicadores de productividad	86
Figura 31. Propuesta de indicadores de calidad y seguridad	87
Figura 32. Propuesta de indicadores de costos y sostenibilidad	89
Figura 33. Estado actual vs futuro - Indicadores	92
Figura 34. Ruta de implementación del proyecto	93
Figura 35. Cronograma de implementación de la propuesta de solución	94
Figura 36. OEE actual vs futuro	95
Figura 37. Costo variable unitario	96

1. Introducción

El presente trabajo de grado consiste en una consultoría dirigida a una empresa de manufactura de envases industriales, con el objetivo de analizar y optimizar sus procesos productivos. A través de un enfoque metodológico basado en el diagnóstico, identificación de oportunidades de mejora y aplicación de estrategias eficientes. Este estudio abarcará desde la evaluación de los flujos de trabajo hasta la implementación de metodologías de Lean Manufacturing y TPM (Mantenimiento Productivo Total) que permitan a la empresa alcanzar un desempeño más competitivo en el mercado.

2. Planteamiento del problema

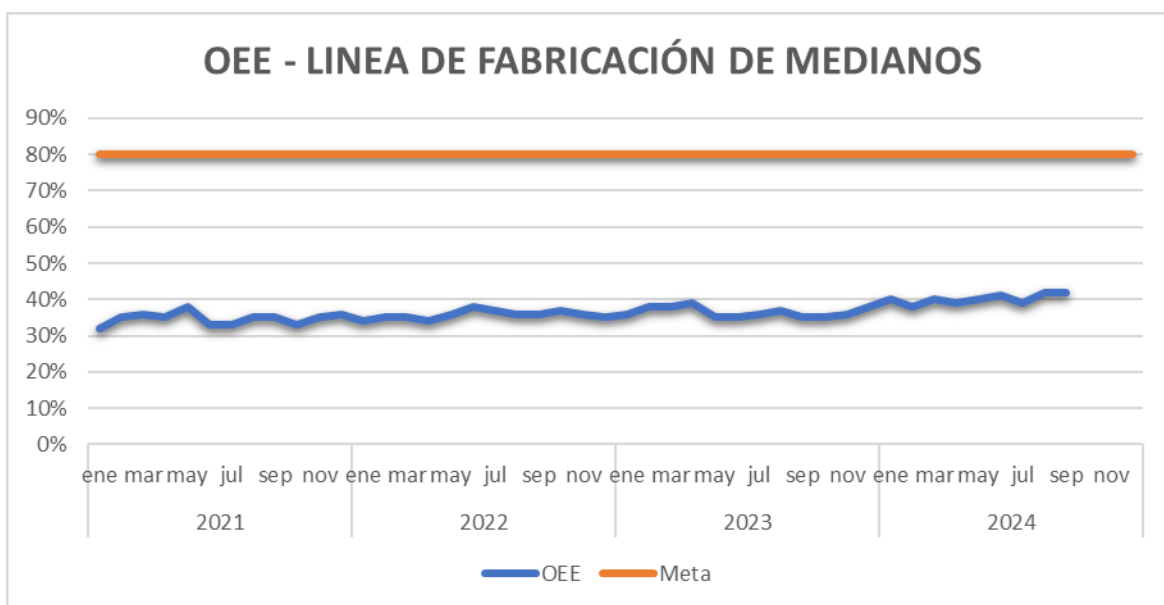
2.1 Antecedentes

En el año 2021, Greif Colombia S.A.S. incorporó a su portafolio una nueva línea de fabricación de tambores metálicos medianos, con capacidades de 26, 35, 60 y 100 litros. Esta iniciativa surgió como respuesta a una oportunidad comercial en el mercado colombiano, orientada a satisfacer la demanda de clientes que requerían soluciones de embalaje más eficientes para productos de baja rotación.

Para poner en marcha esta línea, la empresa adquirió maquinaria usada proveniente de una planta en Europa que se encontraba en proceso de modernización. Los equipos, de origen estadounidense y con más de 40 años de antigüedad, permitieron materializar esta expansión sin necesidad de grandes inversiones iniciales. Sin embargo, la obsolescencia tecnológica de la maquinaria ha representado un desafío significativo en términos de eficiencia y confiabilidad operativa.

Desde su implementación, esta línea ha mostrado un bajo desempeño en el indicador de eficiencia global de los equipos (OEE - Overall Equipment Effectiveness), el cual mide la eficiencia operativa considerando tres componentes: disponibilidad, rendimiento y calidad. Mientras la meta corporativa de productividad en líneas de producción es del 80 %, la línea de tambores medianos ha mantenido un promedio histórico de apenas 37 %, evidenciando una brecha considerable.

Diversas metodologías de mejora continua, como Lean Manufacturing y el Mantenimiento Productivo Total (TPM), abordan este tipo de ineficiencias bajo el concepto de desperdicio o muda, entendidos como cualquier recurso utilizado que no genera valor al cliente.

Figura 1. Gráfico histórico de productividad - OEE de la línea de fabricación

Fuente: Datos suministrados por la empresa

2.2 Descripción del problema

La baja productividad evidenciada en la línea de fabricación de tambores metálicos medianos responde a un conjunto de causas interrelacionadas, tanto a nivel técnico como organizacional, que afectan el desempeño global del proceso. Entre los factores más relevantes se encuentra la obsolescencia de los equipos, la cual se traduce en paradas no programadas recurrentes, disminuyendo el tiempo efectivo de operación y generando un aumento en los tiempos improductivos (muda de tiempo de espera).

Adicionalmente, la ausencia de automatización en etapas clave del proceso limita significativamente el ritmo de producción y afecta la uniformidad en la calidad del producto, generando un mayor riesgo de errores manuales, reprocesos y retrabajos (muda de sobreprocesamiento y de defectos), lo cual incrementa los costos operativos y reduce la eficiencia del sistema.

Otro aspecto crítico identificado es la insuficiente capacitación del personal, que compromete el uso adecuado de la maquinaria y de los procedimientos estandarizados, incidiendo negativamente en la productividad y aumentando la variabilidad operativa. Esta situación se agrava con la falta de sistematización en la gestión del mantenimiento y la

operación, lo cual dificulta una respuesta oportuna ante fallas y reduce la capacidad para implementar acciones correctivas y preventivas eficaces.

Todos estos factores, en conjunto, contribuyen a un sistema productivo con bajo rendimiento, altos niveles de desperdicio y limitada capacidad de respuesta, situación que demanda una intervención estructurada bajo principios de mejora continua y metodologías como Lean Manufacturing y TPM, con el fin de eliminar las fuentes de ineficiencia, optimizar el uso de los recursos disponibles y aumentar la productividad de manera sostenible.

Como consecuencia de los factores previamente descritos, se han generado efectos negativos significativos sobre el desempeño de la línea de producción. En particular, se ha registrado un OEE promedio del 37 %, valor considerablemente inferior al estándar corporativo establecido, lo que evidencia una baja eficiencia global del equipo.

Esta situación ha venido acompañada por un incremento en los tiempos improductivos, así como por una reducción en el volumen de producción efectiva, comprometiendo la capacidad de la planta para cumplir con la demanda de manera oportuna y sostenible. Adicionalmente, se ha identificado un consumo excesivo de recursos operativos, incluyendo energía, gas, materias primas y mano de obra, lo cual incrementa los costos y afecta la rentabilidad del proceso.

El impacto financiero ha sido particularmente crítico en el año 2024, cuando se registró un incremento del 27 % en los gastos variables frente al presupuesto:

Tabla 1. Presupuesto vs Real - Línea de Medianos Año 2024

ANÁLISIS DE COSTOS LINEA DE MEDIANOS - AÑO 2024				
	Presupuesto	Real	Resultado	%
Costos Variables Totales	\$ 932.181.479,36	\$ 1.184.055.284,90	-\$ 251.873.805,55	127%
<i>Mano de obra</i>	\$ 247.727.863,97	\$ 350.757.726,93	-\$ 103.029.862,95	142%
<i>Utilidades (Energía y gas)</i>	\$ 148.382.250,00	\$ 258.063.518,25	-\$ 109.681.268,25	174%
<i>Mantenimiento</i>	\$ 72.928.630,06	\$ 112.091.304,41	-\$ 39.162.674,34	154%
Costos Variables por Unid	\$ 28.904,85	\$ 36.714,89	-\$ 7.810,04	127%
Rentabilidad	\$ 1.187.598.017,62	\$ 935.724.212,07	-\$ 251.873.805,55	79%

Fuente: Datos suministrados por la empresa

Se destacan los aumentos en los costos:

- COP 103.029.862,95 en sobrecostos de mano de obra (+42 %).
- COP 109.681.268,25 en sobrecostos de energía y gas (+74 %).

- COP 39.162.674,34 en sobrecostos de mantenimiento (+54 %).

En conjunto, estos sobrecostos representan una pérdida anual de COP 251.873.805,55, lo que equivale a una reducción del 21 % en la rentabilidad esperada de esta línea.

En conclusión, la línea de tambores metálicos medianos presenta desde su implementación un problema estructural de baja productividad, con efectos negativos sobre los costos, la rentabilidad y la competitividad de la empresa. La naturaleza de estos problemas, asociados al desperdicio de recursos, justifica la aplicación de metodologías como Lean Manufacturing y TPM (Mantenimiento Productivo Total) para el diseño de una propuesta de mejora integral.

2.3 Pregunta de Investigación

¿De qué manera puede Greif Colombia S.A.S. optimizar su proceso de fabricación de tambores metálicos mediante la reducción de desperdicios, con el fin de incrementar su eficiencia operativa?

2.4 Estructura del documento

El presente trabajo de grado se compone de varias secciones fundamentales. En primer lugar, la introducción, donde se plantea el problema de investigación con antecedentes, descripción del problema y pregunta de investigación. Luego los objetivos y la justificación del estudio. Luego, el marco teórico recopila los antecedentes y bases conceptuales que sustentan la investigación. Posteriormente, la metodología describe el enfoque, el diseño, las técnicas y los procedimientos utilizados para la recolección y análisis de datos. Luego en el diagnóstico organizacional, se presentan los datos estadísticos y análisis de los resultados. En la sección de resultados de la solución, se presentan los hallazgos obtenidos y su interpretación en función de los objetivos planteados. Finalmente, las conclusiones y recomendaciones sintetizan los principales aportes de la investigación, seguidas de las referencias bibliográficas, que recopilan las fuentes consultadas, y los anexos, en caso de que sean necesarios para complementar la información.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta para optimizar la productividad en el proceso de fabricación de tambores metálicos en Greif Colombia SAS, a través de la implementación de herramientas de consultoría en gestión operativa como Lean Manufacturing, análisis de desperdicios y los pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

3.2 Objetivos específicos

Realizar un diagnóstico integral, cuantitativo y cualitativo, de la línea de producción de tambores medianos en Greif Colombia S.A.S., mediante la aplicación de entrevistas estructuradas, observación directa y la herramienta Value Stream Mapping (VSM), con el fin de identificar cuellos de botella, desperdicios (muda) y fallas recurrentes en el proceso.

Analizar e interpretar los resultados del diagnóstico, utilizando principios de Lean Manufacturing y del Mantenimiento Productivo Total (TPM), para identificar los principales factores que impactan negativamente en la eficiencia operativa.

Formular propuestas de mejora específicas y viables, basadas en herramientas de gestión de operaciones y enfocadas en el incremento del OEE (Overall Equipment Effectiveness) y disminución del costo unitario del producto.

Diseñar un plan detallado de implementación de las acciones de mejora propuestas, que incluya cronogramas, responsables, recursos necesarios y actividades secuenciales, asegurando su alineación con los pilares del enfoque TPM y Lean.

Definir un sistema de control y seguimiento, mediante la propuesta de indicadores clave de desempeño (KPI), tales como el incremento del OEE, la reducción del porcentaje de chatarra, disminución de reprocesos y paradas no programadas, que permitan evaluar la eficacia y sostenibilidad de las mejoras implementadas en el mediano y largo plazo.

4. Justificación

Según Newport (2024) mejorar la productividad en la línea de producción es clave para incrementar la eficiencia, minimizar costos y fortalecer la competitividad en el mercado. La aplicación de mejoras puntuales facilitará el logro de estos propósitos a través de los siguientes beneficios:

Figura 2. Beneficios de mejora de la productividad



Fuente: Elaboración propia según Newport (2024)

Todo lo anterior está alineado con las estrategias de Greif Colombia SAS en dos de sus pilares que es son Garantizar la solidez financiera y Ofrecer un servicio extraordinario al cliente, apuntando al crecimiento sostenible.

Figura 3. Pilares Estratégicos Greif Colombia SAS



Fuente: Datos suministrados por la empresa

La estrategia corporativa de Greif, denominada "Construir para durar", se apoya en cuatro pilares fundamentales que orientan el desarrollo sostenible y competitivo de la organización. Estos pilares están interrelacionados y respaldados por indicadores clave que permiten evaluar el desempeño de forma integral y establecer acciones concretas que impulsen la mejora continua.

El primer pilar, **Crear comunidades prósperas**, busca promover entornos laborales seguros y fortalecer el compromiso de los colaboradores. Este objetivo se traduce en metas como alcanzar cero accidentes y mantener altos niveles de motivación y participación, medidos a través de la encuesta Gallup. Un entorno seguro y comprometido es indispensable para aumentar la eficiencia operativa, ya que equipos motivados, bien capacitados y protegidos tienen mayor capacidad de respuesta y adaptación a los retos de producción.

El segundo pilar, **Ofrecer un servicio legendario al cliente**, refleja el compromiso con la excelencia en la atención, la calidad y la experiencia del cliente. Indicadores como el Customer Satisfaction Index (CSI) y el Net Promoter Score (NPS) permiten evaluar el nivel de satisfacción y fidelización, aspectos que se ven directamente afectados por la eficiencia en los

procesos internos. Una operación productiva, estable y eficiente es esencial para cumplir los estándares de calidad y los tiempos de entrega que sustentan la reputación de la marca frente al cliente.

El tercer pilar, **Proteger nuestro futuro**, expresa la responsabilidad ambiental de la compañía, enfocada en reducir las emisiones de CO₂, optimizar el uso de recursos energéticos, minimizar el desperdicio de materias primas y fomentar el uso de energías renovables. Estas metas requieren procesos productivos más eficientes y sostenibles, lo cual refuerza la necesidad de intervenir líneas con bajo desempeño, como es actualmente el caso de la línea de fabricación de tambores medianos.

Finalmente, el cuarto pilar, **Garantizar la solidez financiera**, se orienta hacia el crecimiento sostenido del margen EBITDA, indicador que refleja la rentabilidad del negocio y su capacidad para controlar costos y generar valor a largo plazo. La situación actual de la línea de tambores medianos, que presenta baja productividad, elevados niveles de desperdicio y altos costos operativos, representa un desafío directo a este pilar y compromete la estabilidad financiera del proceso productivo.

En este contexto, la contratación de una consultoría especializada en eficiencia operativa se justifica plenamente como una acción alineada con la estrategia corporativa de Greif. Este tipo de intervención permite realizar un diagnóstico estructurado de la situación actual, identificar las causas raíz de los problemas, y proponer soluciones concretas que contribuyan al fortalecimiento de todos los pilares estratégicos. Además, garantiza que las acciones de mejora respondan no solo a una necesidad operativa puntual, sino también a una visión más amplia de sostenibilidad, compromiso social, excelencia al cliente y rentabilidad financiera.

De este modo, el presente proyecto de grado se enmarca en una lógica organizacional coherente con los principios rectores de Greif Colombia S.A.S., al proponer una intervención que impulsa la transformación de una unidad productiva crítica, mejora el desempeño integral de la empresa y refuerza su posicionamiento como líder en su sector.

5. Marco Institucional

5.1 Presentación general de la empresa

Greif Colombia SAS está enfocada en la fabricación y comercialización de envases industriales con una planta de manufactura ubicada en la ciudad de Cota – Cundinamarca y una bodega de almacenamiento de materias primas y productos terminados ubicada en la ciudad de Cartagena – Bolívar, punto estratégico debido al puerto, llegada de materias primas importadas y ubicación de algunos clientes estratégicos. Greif Colombia SAS es una empresa mediana, cuenta con 61 colaboradores y tiene una facturación promedio anual de COP 4,984,780,800.00, con un Ebitda promedio de 15% del valor de facturación.

5.2 Referentes estratégicos

Greif Colombia S.A.S., como parte del grupo Greif a nivel global, orienta sus acciones estratégicas en función de su visión, misión y valores corporativos, los cuales constituyen pilares fundamentales para impulsar procesos de mejora continua, sostenibilidad y excelencia operativa.

La **visión** de Greif es “ser la mejor empresa en servicio al cliente en el mundo” y establece un compromiso claro con la calidad, la eficiencia y la capacidad de respuesta. En este sentido, mejorar la productividad en los procesos internos, especialmente en la línea de fabricación de tambores metálicos, es coherente con ese propósito, ya que permite garantizar entregas oportunas, productos de alto valor agregado y una experiencia satisfactoria para el cliente.

La **misión** de Greif que es “construir un mañana mejor retribuyendo a nuestras comunidades hoy”, resalta el enfoque de responsabilidad social, en el cual la eficiencia operativa también juega un papel clave. Optimizar los recursos, reducir desperdicios y mejorar los indicadores de desempeño no solo favorece la sostenibilidad financiera de la empresa, sino que también fortalece su capacidad de contribuir al desarrollo de las comunidades en las que opera.

Los **valores corporativos** refuerzan esta alineación estratégica:

Ética: La búsqueda de eficiencia se fundamenta en prácticas responsables y decisiones correctas, guiadas por el código de conducta y ética empresarial.

Fuerte a través de la diversidad: La mejora operativa se apoya en equipos diversos que aportan múltiples perspectivas para identificar problemas y proponer soluciones innovadoras.

Serio sobre la sostenibilidad: Incrementar la productividad mediante la reducción de desperdicios y el uso eficiente de los recursos contribuye directamente al cumplimiento de los principios de sostenibilidad ambiental y social.

Comprometidos con la mejora: Este valor conecta directamente con la esencia del presente proyecto, ya que promueve una cultura organizacional centrada en la optimización continua de los procesos, productos y servicios.

Como misión Greif tiene el compromiso de construir un mañana mejor retribuyendo a nuestras comunidades hoy. Esforzarse por crear una cultura que apoye el bien común mediante el uso de los recursos financieros y humanos para apoyar a organizaciones benéficas que se centran en la educación, la salud y los servicios sociales.

Figura 4. Propósito, visión y manera Greif de ser



Fuente: Datos suministrados por la empresa

La intervención consultiva propuesta en este proyecto se encuentra plenamente alineada con la cultura institucional de Greif, la cual promueve activamente la participación de los trabajadores en los procesos de mejora. La compañía tiene una trayectoria comprobada en la ejecución de proyectos de transformación operativa tanto en otras líneas de producción como en distintas plantas a nivel global, lo que demuestra una madurez organizacional en la gestión del cambio y la implementación de metodologías como Lean y TPM.

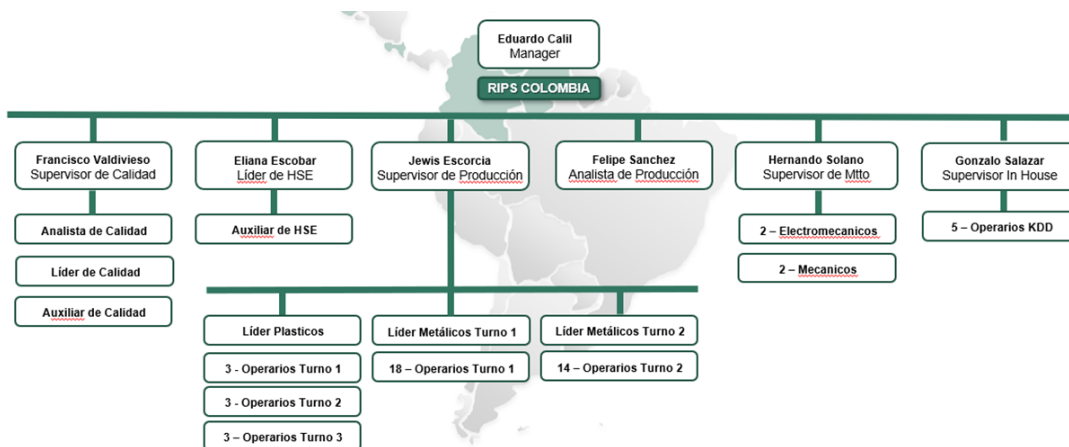
Asimismo, la filosofía corporativa de "crear comunidades prósperas" y fomentar el crecimiento profesional de sus colaboradores se traduce en un entorno favorable para la ejecución de diagnósticos colaborativos y la implementación de soluciones consensuadas. Esta cultura participativa y orientada a la mejora continua facilita la aceptación e integración de intervenciones externas, como las propuestas consultivas, maximizando así su impacto positivo y su sostenibilidad en el tiempo.

La presente propuesta de intervención no solo responde a una necesidad técnica urgente en la línea de tambores medianos, sino que también se enmarca en un ecosistema organizacional que favorece, respalda y potencia este tipo de iniciativas, alineándose con los valores, la estructura y la visión estratégica de Greif Colombia S.A.S.

5.3 Estructura organizacional

Greif Colombia SAS tiene una estructura organizacional por procesos, a continuación, el organigrama de la empresa:

Figura 5. Organigrama Greif Colombia SAS



Fuente: Datos suministrados por la empresa

En este modelo, las actividades de la organización se agrupan en torno a procesos específicos que representan las principales actividades de la empresa.

Greif Colombia S.A.S. actualmente opera con dos líneas de producción: una destinada a tambores grandes (208L) y otra a tambores medianos. La línea de tambores grandes presenta un alto nivel de automatización, lo que permite una operación con mínima intervención humana, a pesar de contar con equipos de tecnología relativamente antigua. En contraste, la línea de producción de tambores medianos se caracteriza por un bajo grado de automatización, alta

dependencia de mano de obra directa y mayores niveles de variabilidad en el proceso, lo cual impacta negativamente en su eficiencia y estabilidad operativa.

Desde una perspectiva institucional, Greif Colombia S.A.S. está certificada por ICONTEC bajo las normas ISO 9001 (Sistema de Gestión de Calidad) e ISO 45001 (Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo), lo que evidencia su compromiso con la mejora continua, la calidad y la seguridad industrial. Además, la compañía ha adoptado el sistema GBS 2.0 (Greif Business System), una plataforma global que articula la implementación de metodologías Lean Manufacturing en todas sus operaciones. Este sistema permite gestionar proyectos de mejora continua (kaizen) a través de una base estructurada y accesible a nivel corporativo.

La cultura de mejora continua en Greif se ve fortalecida por la existencia de un departamento especializado en Excelencia Operacional (OPEX), encargado de liderar la estandarización de metodologías y la difusión de los principios Lean. Entre los principales indicadores clave de desempeño (KPI) utilizados para monitorear la eficiencia y efectividad de los procesos se encuentran:

- OEE (Eficiencia global del equipo)
- UPDT (Tiempo de paradas No programadas)
- Eficiencia Energética (kWh por unidad fabricada)
- Consumo de pintura (litros por unidad)
- Scrap (porcentaje de chatarra generada)
- UPMH (Unidades producidas por hora hombre)
- Costos variables por unidad

Esta caracterización del sistema productivo permite identificar con mayor claridad las brechas entre ambas líneas de producción, especialmente en lo que respecta al desempeño de la línea de tambores medianos, que enfrenta retos importantes en términos de productividad, estandarización y control de desperdicios. En este contexto, se justifica plenamente la necesidad de un diagnóstico técnico profundo y el diseño de una propuesta de mejora que contribuya al cierre de dichas brechas, alineada con los lineamientos estratégicos de eficiencia y sostenibilidad de la organización.

5.4 Productos o servicios ofertados

Greif Colombia SAS es una empresa manufacturera de fabricación y comercialización de envases industriales como tambores metálicos de 208 litros, 100 litros, 60 litros, 35 kilos y 26 kilos tipo abierto o cerrado con certificación UN para transporte de mercancías o sustancias peligrosas. Garrafas plásticas con capacidad de 10, 20 y 30 litros certificadas UN. Comercialización de IBC (Contenedores de 1000 litros certificados UN). Proveedores en diferentes segmentos como lubricantes, agroquímicos, químicos, alimentos, sabores y fragancias, detergentes, solventes, tintas, pinturas etc.

Figura 6. Portafolio Greif Colombia SAS



Fuente: Datos suministrados por la empresa

5.5 Análisis del sector

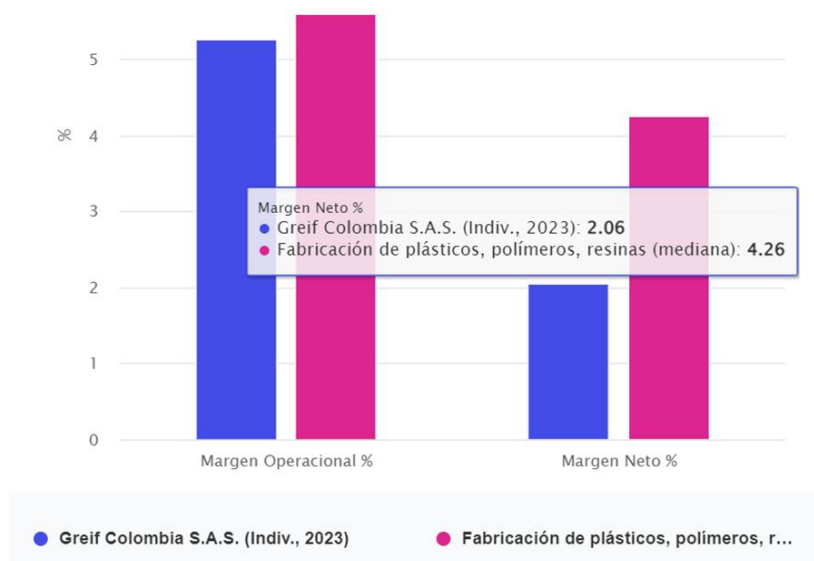
Análisis financiero del sector

Greif Colombia SAS tiene un market share de 0.18% del mercado de fabricación de plásticos, polímeros, resinas en Colombia, ocupando un puesto / posición de #90 entre las 100 grandes empresas del sector en Colombia, según EMIS, base año 2023.

A respecto de los ingresos en el seguimiento plásticos, Greif tuvo un ingreso de COP 63,534,000,000 en 2023 contra un ingreso total de COP 34,583,659,000,000 en la industria de plásticos, polímeros y resinas en Colombia. En ganancia operativa (Ebitda), Greif tuvo una ganancia de COP 3,301,000,000 en 2023, contra un Ebitda de COP 2,845,514,000,000 en la industria de plásticos, polímeros y resinas en Colombia. (EMIS, 2025)

Un margen operacional de 5.25% contra 7.28% de la industria de plásticos, polímeros y resinas en Colombia y margen neto de 2.06% contra 4.26% de la industria de plásticos, polímeros y resinas en Colombia. (EMIS, 2025)

Figura 7. Gráfico Comparativo de Margen – Greif vs Industria



Fuente: (EMIS, 2025)

Tendencias y comportamientos del sector

De acuerdo con Maldonado (2023), la sostenibilidad es una fuerza impulsora global en la industria del embalaje y Colombia no es una excepción, los consumidores colombianos son cada vez más conscientes del impacto ambiental de los envases, buscando opciones más ecológicas. Esta tendencia impulsa la demanda de materiales reciclados, los líderes de la industria están dispuestos a pagar más por materiales reciclados dependiendo de la calidad.

La demanda de envases biodegradables y la reducción del plástico de un solo uso crecen en Colombia, impulsadas por regulaciones como impuestos al plástico y la búsqueda de alternativas sostenibles (Ambiente, 2024). Las certificaciones de sostenibilidad ganan relevancia, al igual que la impresión digital, que permite personalización y diseños exclusivos para fortalecer la identidad de marca y mejorar la experiencia del consumidor. Además, según Maldonado (2023) el nearshoring representa una oportunidad para Colombia, atrayendo inversiones en respuesta a desafíos en las cadenas de suministro y tendencias en la reubicación de empresas en América Latina.

Según Arauz (2023), el sector manufacturero está experimentando una fuerte transformación tecnológica impulsada por la robotización y la Industria 4.0, tanto a nivel global como en Colombia. El auge del comercio electrónico ha generado una mayor demanda de embalajes optimizados para el transporte, priorizando la protección, el ahorro de espacio y la reducción de costos.

En la fabricación metalmecánica, según (Arauz, 2023) la eficiencia energética es clave para reducir costos y minimizar el impacto ambiental. Además, la investigación en nuevos materiales más ligeros y resistentes responde a las necesidades de industrias como la automotriz y la aeroespacial.

De acuerdo con Arauz (2023) la automatización y la integración de tecnologías como IoT, IA y robótica están mejorando la eficiencia, precisión y seguridad en la producción. En este contexto, la robótica colaborativa, que permite la interacción entre humanos y robots, es una tendencia en crecimiento. Finalmente, la digitalización de los procesos productivos y de gestión es esencial para mantener la competitividad del sector.

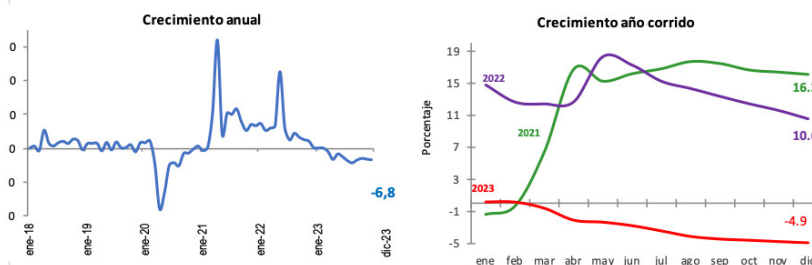
Crecimiento económico del sector

En 2023 la industria redujo su producción real en -4,9% después de las tasas inusualmente altas de 2021 y 2022. A futuro las perspectivas de producción son positivas, datos DANE, 2024.

Figura 8. Análisis Económico Sector de Manufactura

Variación porcentual de la producción, las ventas y el empleo en la industria manufacturera										
		Anual			Año corrido			12 meses		
		Dic22	Nov23	Dic23	Dic22	Nov23	Dic23	Dic22	Nov23	Dic23
Producción	Total	0.5	-6.4	-6.8	11.7	-4.8	-4.8	11.7	-4.3	-4.8
	Desestacionalizada	0.8	-7.2	-3.5	-	-	-	-	-	-
	Sin refinación	2.0	-7.8	-7.8	12.0	-5.7	-5.8	12.0	-5.2	-5.8
Ventas	Total	0.8	-7.2	-3.5	10.1	-4.3	-4.5	10.1	-4.1	-4.5
	Desestacionalizada	0.9	-7.8	-0.7	-	-	-	-	-	-
	Sin refinación	1.8	-8.5	-4.8	11.3	-5.5	-5.5	11.3	-4.9	-5.5
Empleo	Total	2.2	-2.0	-1.9	4.3	-0.6	-0.7	10.1	-0.3	-0.7
	Permanente	2.9	1.3	1.2	3.0	2.2	2.1	3.0	2.3	2.1
	Temporal	1.4	-6.3	-6.0	5.9	-4.3	-4.4	5.9	-3.8	-4.4

Fuente: DANE, Cálculos DNP-OEE



Fuente: (Planeación, 2024)

El sector industrial colombiano, según el Banco de la República (2025) ha experimentado diversas fluctuaciones en su crecimiento a lo largo de los años. Entre 2003 y 2009, la industria manufacturera registró algunas de las tasas de crecimiento más altas de las últimas tres décadas, superando incluso el promedio mundial y latinoamericano. Este auge se vio interrumpido por la crisis financiera internacional de 2008-2009, aunque posteriormente la producción manufacturera retomó su crecimiento, aunque a un ritmo más moderado.

De acuerdo con Departamento Nacional de Planeación (2024) en 2023, la producción industrial en Colombia se redujo en -4,9%, tras los crecimientos de 16% y 11% en 2021 y 2022. Esta contracción fue resultado de una menor demanda doméstica y externa, impactada por medidas monetarias para controlar la inflación y una caída de -3,8% en exportaciones manufactureras. No obstante, en comparación con los niveles de 2019, la producción industrial sigue mostrando un crecimiento acumulado del 12,3%. (Planeación, 2024)

Las ventas también reflejaron esta tendencia, con una caída anual de -4,5%. En diciembre, la producción manufacturera cayó -6,8%, aunque las ventas se redujeron solo en -3,5%, marcando la menor caída del semestre y dando señales positivas para el futuro. (Planeación, 2024)

Según el Departamento Nacional de Planeación (2024) las perspectivas para 2024 son alentadoras. El PMI (Purchasing Manager's Index) de enero alcanzó su nivel más alto en 19 meses, impulsado por el aumento de pedidos nuevos y un incremento en los inventarios de insumos. Asimismo, indicadores de confianza empresarial y comercial han mostrado una mejora reciente.

6. Marco contextual y conceptual

6.1 Productividad vs calidad vs competitividad

En el ámbito industrial, la resolución de problemas es fundamental para la mejora continua y el éxito organizacional. Como señala Newport (2024), una alternativa a la cultura de la hiper productividad que domina el entorno laboral actual consiste en enfocarse en menos tareas, trabajar a un ritmo sostenible y priorizar la calidad sobre la cantidad. Este enfoque no solo combate el agotamiento, sino que también promueve resultados más significativos, especialmente en entornos donde el control de calidad y la eficiencia operativa son esenciales. En una planta de producción, esto se traduce en enfocarse en la eficiencia real de los equipos medida por indicadores como el OEE (Overall Equipment Effectiveness) más que en la simple actividad constante sin dirección estratégica.

Según Acuña (2023), la calidad de los productos debe gestionarse de manera integral, utilizando herramientas tanto cualitativas como cuantitativas. En el ámbito industrial, esto implica aplicar principios como el control estadístico de procesos (SPC) para garantizar que los productos cumplan especificaciones técnicas y superen las expectativas del cliente. La calidad del producto no solo reduce los costos asociados a retrabajos y desperdicios, sino que también fortalece la imagen de la empresa en mercados altamente competitivos.

De acuerdo con la Universidad Mariana (2024), la competitividad en el sector industrial se aborda desde una perspectiva estratégica y aplicada. Las empresas manufactureras, por ejemplo, buscan mejorar su posición en el mercado mediante la innovación de procesos, la eficiencia en la utilización de recursos y la reducción de costos, lo que les permite ofrecer productos de calidad a precios más competitivos. Estas acciones son fundamentales para adaptarse a entornos industriales dinámicos y globalizados.

Una relación directa entre estos tres conceptos, productividad, calidad y competitividad, se hace evidente cuando se analizan los efectos que una mejora en uno de ellos puede generar sobre los otros. Según Newport (2024) y Garza (1996), aumentar la productividad de una línea de producción mediante la reducción de tiempos muertos o la mejora en la eficiencia de los equipos no debe comprometer la calidad del producto final. De hecho, procesos más eficientes pueden elevar la calidad al reducir errores y variabilidad. Sin embargo, un enfoque excesivamente centrado en el volumen o la velocidad, sin considerar estándares de calidad, puede generar efectos contraproducentes, como mayores tasas de defectos o devoluciones.

Desde una perspectiva industrial, entender cómo se correlacionan estos tres elementos medidos, por ejemplo, a través de indicadores como el OEE para productividad, defectos por millón (DPMO) para calidad, y margen de costo frente a precio de mercado para competitividad permite tomar decisiones informadas sobre dónde intervenir y cómo asignar recursos. Cornejo (2011) y Newport (2024) coinciden en que el equilibrio entre productividad, calidad y competitividad es la clave para mantener una ventaja sostenible en el mercado.

Finalmente, según Acuña (2023), el éxito industrial depende también de identificar correctamente al cliente interno o externo y alinear la oferta con sus necesidades. Esto incluye asegurar productos con valor agregado, cumplir con los niveles de calidad esperados, y establecer un precio competitivo que permita no solo captar clientes, sino fidelizarlos a largo plazo. Todo esto se logra mediante una gestión integrada de la producción, en la que la mejora continua de los procesos, el mantenimiento eficiente de los equipos y el control de calidad convergen como pilares de una industria verdaderamente competitiva.

6.2 Criterios para incremento de productividad en una línea de producción

Para mejorar u optimizar un proceso productivo, es fundamental considerar diversos factores. En el desarrollo de este proyecto se identificaron seis factores clave: las condiciones y el mantenimiento de máquinas y equipos, la calidad del producto y las necesidades de los clientes, la capacidad y habilidades de la mano de obra, el uso de herramientas de manufactura esbelta, toda la cadena de suministro y, por último, pero no menos importante, la seguridad industrial.

El principal factor para una excelente productividad y mejora continua de la producción es tener las **máquinas y equipos** en óptimas condiciones. En este sentido, la aplicación de la metodología TPM (Total Productive Maintenance) resulta fundamental, ya que busca no solo mantener los equipos operativos, sino también involucrar a todos los niveles de la organización en su cuidado y mejora. González Fernández (2024) y Gulati (2009) resaltan que un mantenimiento eficiente es clave para la productividad, ya que evita fallos inesperados, reduce tiempos de inactividad y optimiza el rendimiento de los equipos. A través del enfoque TPM, que integra el mantenimiento autónomo, planificado y la mejora continua, se logra una cultura proactiva que permite maximizar la disponibilidad y eficiencia de los activos. Un mantenimiento basado en estrategias preventivas y predictivas no solo extiende la vida útil de los equipos y minimiza los costos operativos, sino que también garantiza un entorno de trabajo más seguro y estable. En consecuencia, una gestión del mantenimiento bajo los principios de TPM se

convierte en una herramienta estratégica para asegurar procesos productivos sostenibles, competitivos y libres de interrupciones.

La **calidad del producto** y de los procesos es otro factor clave para una alta productividad. De acuerdo con Acuña (2023) y Breing-Jones (2010), la calidad es esencial porque reduce desperdicios, retrabajos y costos operativos, permitiendo un flujo de trabajo más eficiente. En este contexto, la aplicación de pilares del pensamiento Lean, como la identificación y eliminación de los 7 desperdicios (muda), cobra especial relevancia. Estos desperdicios entre ellos los defectos, el sobreproceso y la sobreproducción están directamente relacionados con fallas en la calidad, y su detección temprana permite implementar mejoras que impactan positivamente tanto en el producto como en el proceso. Al abordar estos desperdicios, las empresas pueden reducir la variabilidad, prevenir errores y asegurar que cada actividad aporte valor al cliente, fortaleciendo así los estándares de calidad. Además, al integrar los principios de Lean Six Sigma, es posible minimizar defectos sistemáticamente y controlar la variabilidad del proceso. Esto no solo mejora la satisfacción del cliente, sino que también optimiza el uso de recursos y el tiempo de producción. En esencia, una mayor calidad, lograda a través de la eliminación de desperdicios y la estandarización de procesos, se traduce en una operación más ágil, rentable y sostenible, que impulsa la productividad de forma continua.

Para lograr una alta productividad, incluso en industrias con tecnologías de vanguardia, las personas siguen siendo esenciales, de acuerdo con Guevara Sánchez (2024) y Liker (2004) la productividad en la industria depende tanto de las **personas** como de los procesos. Toyota considera a sus empleados su activo más valioso, fomentando su desarrollo a través de liderazgo ejemplar, formación continua y trabajo en equipo basado en el respeto. La empresa promueve una cultura de mejora constante, donde los trabajadores son capacitados para identificar problemas y proponer soluciones eficaces. Este enfoque integral garantiza que la eficiencia y calidad no solo dependan de la tecnología, sino del compromiso y crecimiento de su gente.

De acuerdo con García (2023), el incremento de la productividad en una línea de producción debe basarse en la eliminación de desperdicios, la optimización del flujo de valor y la producción ajustada a la demanda. Según Womack (1990), el enfoque **Lean Manufacturing**, donde se busca minimizar tiempos de espera, reduce inventarios innecesarios y mejora la eficiencia mediante procesos estandarizados y mejora continua. Para lograrlo, se implementan herramientas como el Value Stream Mapping (VSM) para identificar cuellos de botella, la metodología 5S para organizar el entorno de trabajo y SMED para reducir los tiempos de cambio. Estas herramientas permiten una visión integral del proceso, facilitando la toma de

decisiones basadas en datos y la implementación de mejoras que contribuyen directamente a la productividad sostenible.

La **cadena de abastecimiento** es otro factor clave para una buena productividad, según García y Sánchez (2024), una gestión eficiente de la cadena de suministro impacta directamente en la productividad industrial, una gestión optimizada permite reducir tiempos de espera, minimizar costos operativos y mejorar la precisión en los pronósticos de demanda. Estos factores contribuyen a una mayor eficiencia en la producción, una mejor rotación de inventarios y una reducción de desperdicios, lo que en última instancia incrementa la productividad global de las empresas industriales. La correcta coordinación entre proveedores, manufactura y distribución es esencial para alcanzar estos beneficios. De acuerdo con Goldratt (1984) mejorar la eficiencia en áreas no limitantes genera desperdicio, mientras que enfocarse en la restricción principal permite aumentar la capacidad global del sistema, reduciendo tiempos de entrega y optimizando recursos, según la teoría de Goldratt (1984) aplicando la teoría de las restricciones se mejora el flujo de materiales, equilibra la demanda con la capacidad real y se reduce tiempos de inactividad es lo que realmente impulsa la productividad. Una gestión estratégica de la cadena de suministro no solo evita desperdicios, sino que también mejora la rentabilidad y la competitividad en la industria.

Uno de los factores más primordiales para un proceso productivo es la **seguridad industrial** y el bienestar de los trabajadores. Según Muñoz Vargas (2025) y Goetsch (1985), la seguridad industrial no solo protege a los trabajadores, sino que también es un factor clave en la productividad y la eficiencia operativa. Un entorno seguro reduce accidentes, minimiza tiempos de inactividad y evita costos asociados a lesiones y demandas, permitiendo que los procesos fluyan sin interrupciones. En línea con este enfoque, la seguridad es reconocida como uno de los pilares fundamentales del Mantenimiento Productivo Total (TPM), metodología que integra la protección del trabajador con la eficiencia operativa. TPM promueve condiciones seguras mediante la identificación de riesgos, la mejora continua de los entornos de trabajo y la participación activa del personal. Según Goetsch (1985), los EPPs de calidad son esenciales para prevenir accidentes, mantener la continuidad operativa y mejorar la productividad en el entorno laboral. Además, una cultura de seguridad bien implementada motiva a los empleados, mejora la moral y fomenta un compromiso con la calidad y la mejora continua, convirtiendo la seguridad en un pilar esencial para la competitividad y el éxito de cualquier industria.

6.3 Capacidad instalada vs capacidad utilizada

Según Stevenson (2014) toda empresa necesita contar con instalaciones adecuadas para llevar a cabo sus operaciones y alcanzar su capacidad productiva. En un escenario ideal, estas instalaciones deberían utilizarse al máximo de su potencial; sin embargo, esto no siempre ocurre debido a deficiencias en la planificación o a factores externos que escapan del control empresarial. La capacidad instalada se refiere al potencial máximo de producción que una empresa, área, departamento o unidad puede alcanzar en un período determinado, haciendo uso eficiente de todos sus recursos disponibles. Estos incluyen maquinaria, infraestructura, capital humano, tecnología, conocimientos y experiencia. En el ámbito económico, este concepto es ampliamente empleado para analizar la productividad de un sector específico o de una región.

De acuerdo con Stevenson (2014), la importancia de este indicador radica en varios aspectos. En primer lugar, está su relación con la inversión fija bruta: si una empresa tiene una gran capacidad ociosa, no necesita realizar grandes inversiones para aumentar su producción; basta con aprovechar mejor su capacidad instalada. En segundo lugar, este indicador permite aproximar la brecha de producción.

Según Stevenson (2014) para calcular la tasa de utilización de la capacidad la fórmula es la siguiente:

Figura 9. Tasa de utilización de la capacidad

$$\text{Tasa de utilización de la capacidad} = \frac{\text{capacidad total utilizada}}{\text{capacidad de producción total}} \times 100$$

Fuente: Elaboración propia según Stevenson (2014)

Medir la capacidad instalada frente a la capacidad utilizada es un paso clave para diagnosticar y solucionar problemas de productividad y bajo desempeño en el OEE (Overall Equipment Effectiveness) en una industria. Esta comparación permite identificar brechas entre lo que la planta podría producir en condiciones ideales y lo que realmente está produciendo, lo cual tiene implicaciones directas sobre el uso de los recursos, la eficiencia operativa y la toma de decisiones estratégicas.

La capacidad instalada representa el máximo volumen de producción que una línea o planta puede alcanzar bajo condiciones técnicas óptimas, considerando el diseño del equipo, la infraestructura y la disponibilidad de turnos de trabajo. Por su parte, la capacidad utilizada refleja la producción real obtenida en un período determinado, teniendo en cuenta paros, cuellos de botella, defectos, baja velocidad o uso parcial de los recursos. Esta diferencia suele evidenciarse al calcular el OEE, el cual mide la efectividad real de los equipos al combinar tres factores: disponibilidad, rendimiento y calidad.

De acuerdo con Nakajima (1988), creador del concepto de OEE, el análisis de esta métrica permite conocer qué porcentaje del tiempo disponible se está utilizando realmente para producir con eficiencia y sin defectos. Cuando se detecta una brecha significativa entre la capacidad instalada y la utilizada, se revela una pérdida oculta dentro del proceso, lo cual representa una oportunidad clara para aplicar acciones correctivas, como mantenimiento planificado, mejoras en el flujo o reducción de tiempos de cambio.

Este análisis no solo permite identificar los factores que afectan negativamente la productividad, sino que también facilita decisiones informadas sobre cómo optimizar los recursos existentes antes de invertir en nueva capacidad. Además, entender esta relación ayuda a enfocar las estrategias de mejora continua hacia las verdaderas restricciones del sistema productivo, priorizando soluciones basadas en datos como el mantenimiento productivo total (TPM), SMED o balanceo de líneas. En definitiva, medir la capacidad instalada frente a la capacidad utilizada, con base en el enfoque propuesto por Nakajima (1988), contribuye directamente al mejoramiento del OEE, la eficiencia operativa y la competitividad industrial.

6.4 TPM – Mantenimiento productivo total

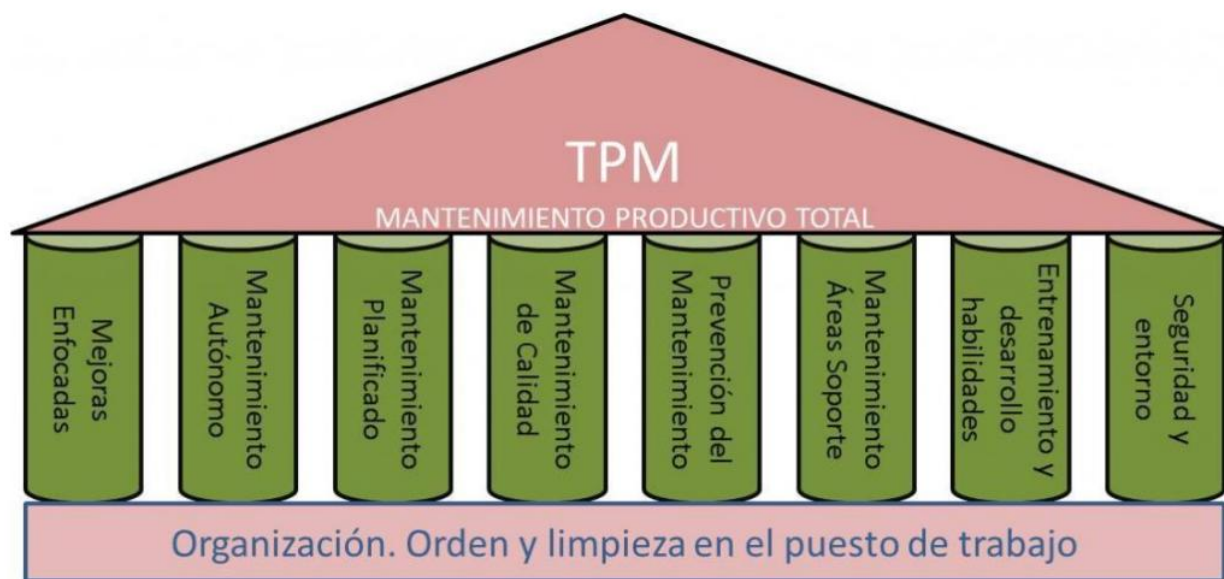
Según Nakajima (1988) para la implementación de Mantenimiento Productivo Total (TPM) es fundamental dos factores esenciales, comienza con un fuerte compromiso del liderazgo, la dirección debe definir el TPM como una estrategia organizacional, asignar recursos, y crear políticas claras. El otro factor es el establecimiento de metas y medición del OEE, el TPM se centra en eliminar las seis grandes pérdidas que afectan el OEE. Por ello, es fundamental medir la disponibilidad, el rendimiento y la calidad del equipo.

Guevara Sánchez (2024) expone el TPM como una estrategia integral de gestión orientada a maximizar la eficiencia operativa mediante la participación de todo el personal en el cuidado de los equipos. A través de sus ocho pilares que incluyen mantenimiento autónomo, mejora enfocada, formación, y seguridad. El Mantenimiento Productivo Total propone una

transformación cultural dentro de las organizaciones que promueva la sostenibilidad, la reducción de fallos, y la mejora continua en procesos productivos.

A continuación, ilustración sobre los pilares y base necesaria para un buen TPM – Mantenimiento Productivo Total:

Figura 10. Mantenimiento Productivo Total



Fuente: Elaboración propia según Sacristán (2002)

En una breve explicación de acuerdo con Guevara Sánchez (2024) y Sacristán (2002) sobre los pilares del TPM, el **mantenimiento autónomo** implica que los operadores no solo usen la máquina, sino que también participen activamente en su cuidado. Este pilar promueve que los propios operarios asuman la responsabilidad básica del cuidado de sus máquinas. Se trata de empoderarlos para realizar tareas diarias como limpieza, lubricación, inspección visual y ajustes menores. En el caso del **mantenimiento planificado**, en lugar de esperar a que la máquina se dañe, se programa su mantenimiento con anticipación. Consiste en programar el mantenimiento preventivo y predictivo con base en datos históricos, ciclos de vida y condiciones reales de operación. Su objetivo es reducir paros imprevistos. Respecto a las **mejoras enfocadas**, se trata de formar equipos para analizar problemas recurrentes y buscar soluciones concretas. Es como un pequeño laboratorio de ideas que permite mejorar los procesos poco a poco. Este pilar impulsa el trabajo en equipo para identificar y eliminar pérdidas específicas relacionadas con tiempo, calidad o velocidad. Se utilizan herramientas

como Pareto, Ishikawa o 5 porqués. En cuanto a la **gestión temprana de equipos** (también llamada Control Inicial), este pilar busca que, desde el diseño o instalación de los equipos, ya se considere que sean fáciles de operar y mantener. Esto previene complicaciones a futuro.

El pilar de **entrenamiento y capacitación** apunta a que todos los operadores, técnicos, supervisores, cuenten con los conocimientos necesarios para desempeñar bien sus funciones y resolver problemas con mayor autonomía. Este pilar busca desarrollar trabajadores polivalentes, que comprendan el funcionamiento de sus equipos y puedan resolver problemas de manera autónoma. En lo que respecta al **mantenimiento de calidad**, el objetivo es prevenir defectos desde su origen. Es decir, asegurar que las máquinas trabajen de manera estable y precisa, evitando errores en el producto final. Busca garantizar que los equipos funcionen de forma tal que no generen defectos. Esto implica mantener condiciones ideales (presión, temperatura, alineación, etc.) para evitar que los errores técnicos se traduzcan en problemas de calidad.

Uno de los pilares más importantes y que no siempre recibe el reconocimiento que merece es el de **seguridad, higiene y medio ambiente**. No todo se trata de productividad este pilar garantiza que el entorno laboral sea seguro y limpio, protegiendo tanto a las personas como al medio ambiente. Finalmente, el pilar de **gestión de áreas administrativas** busca aplicar estos mismos principios en oficinas y áreas de apoyo. Aunque no siempre se menciona, es clave para mejorar la eficiencia en todos los niveles de la organización.

6.5 Los siete tipos de desperdicios

Según García (2023), los siete desperdicios identificados en el enfoque de manufactura esbelta (Lean) tienen un impacto directo y negativo en la productividad y eficiencia de las organizaciones. Estos desperdicios, conocidos como "muda", incluyen sobreproducción, tiempo de espera, transporte innecesario, sobreprocesamiento, inventarios excesivos, movimientos innecesarios y defectos. Cada uno de estos desperdicios no solo consume recursos de manera innecesaria, sino que también aumenta los costos operativos, retrasa los tiempos de entrega y reduce la calidad del producto final.

El impacto en la productividad es significativo, ya que estos desperdicios ralentizan los procesos, aumentan la complejidad de las operaciones y generan ineficiencias que reducen la competitividad de las empresas. Al eliminar o reducir estos desperdicios, las organizaciones pueden optimizar sus procesos, disminuir los costos y mejorar el flujo de trabajo, lo que lleva a una mayor eficiencia y, en última instancia, a un aumento en la productividad.

Esta eliminación de desperdicios y la reducción de ineficiencias en producción convencieron rápidamente a los gestores de Toyota de que esta filosofía iba a ser un éxito. El objetivo de los gestores de Toyota era cambiar los métodos de trabajo y no intentar hacer las operaciones más rápido.

Según Torres (2015), la gestión eficiente de los recursos en una organización requiere identificar y eliminar los siete desperdicios propuestos por el enfoque Lean. Reducir estos desperdicios no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también optimiza costos, incrementa la calidad y eleva la satisfacción del cliente. En este sentido, la implementación de estrategias basadas en la mejora continua permite a las empresas ser más competitivas y sostenibles en el tiempo.

De acuerdo con Hernández (2013) Toyota identificó siete tipos de desperdicios comunes a las fábricas:

Figura 11. Los 7 desperdicios



Fuente: (Hernández, 2013)

En el enfoque Lean propuesto por Womack (1996) en Lean Thinking, se plantea que todo proceso debe orientarse a generar valor desde la perspectiva del cliente. Cualquier actividad que no aporte valor se considera un desperdicio (“muda”). Identificar y eliminar estos desperdicios es el primer paso hacia la eficiencia operativa. A continuación, se describen los siete tipos de desperdicio y cómo pueden aplicarse en un contexto práctico, como el de una línea de fabricación de tambores metálicos.

A respecto de sobreproducción Womack (1996) señala que producir más de lo necesario o más rápido de lo que el cliente lo requiere es el peor de los desperdicios, ya que oculta ineficiencias, consume recursos y genera inventario innecesario. Un ejemplo práctico en una línea de tambores metálicos se continúa fabricando producto incluso cuando el inventario está lleno, solo para mantener la maquinaria en funcionamiento. Esto genera acumulación innecesaria, inmoviliza capital y dificulta el control de calidad.

Cuando hablamos sobre inventario innecesario el exceso de inventario ya sea de materias primas, productos en proceso o terminados no genera valor. Según Womack (1996), el inventario es un síntoma de procesos desalineados o mal equilibrados. Un ejemplo práctico, la línea acumula tapas de tambor porque el siguiente proceso está detenido o más lento. Esto indica desbalance en la línea y oculta problemas operativos, como cuellos de botella o falta de sincronización.

A respecto de los defectos, los productos defectuosos implican retrabajos, desperdicio de materiales y pérdida de tiempo. Womack (1996) sostiene que la calidad debe integrarse al proceso desde el diseño y no depender únicamente de la inspección final. Por ejemplo, si algunos tambores presentan fugas por una mala aplicación de soldadura, será necesario reprocesarlos o desecharlos, generando costos adicionales y retrasos en la entrega.

En procesos innecesarios, toda actividad que no aporte valor real al producto es un desperdicio. Como explican Womack (1996) muchas operaciones se mantienen por costumbre o por miedo al cambio, aunque no sean útiles. En ejemplo práctico, al realizar una inspección visual redundante en dos estaciones distintas no aporta valor adicional y consume tiempo del operario.

A respecto de transporte innecesario, mover materiales o productos más de lo necesario es una fuente de ineficiencia. En palabras de Womack (1996), “el transporte no transforma el producto; solo lo traslada, por tanto, no agrega valor”. En una línea de tambores, si los tambores deben ser trasladados de un extremo a otro del taller para pasar por una estación, eso representa pérdida de tiempo, mayor riesgo de daño y esfuerzo adicional.

Los movimientos innecesarios del operario, como buscar herramientas, caminar entre estaciones o realizar gestos innecesarios, disminuyen la eficiencia. En un ejemplo práctico, si un operario tiene que agacharse o caminar varios metros para alcanzar una herramienta cada vez que realiza un ajuste, eso implica pérdida de tiempo y fatiga acumulada. Aplicando 5S se puede reorganizar el espacio de trabajo para minimizar estos movimientos.

Los períodos de inactividad de operarios o máquinas son otro tipo de desperdicio común (tiempos de espera). Según Womack (1996), cada segundo que una persona o equipo espera por instrucciones, materiales o decisiones, es tiempo sin valor agregado. Ejemplo, cuando una estación se detiene por falta de insumos o porque el supervisor no autoriza el paso al siguiente lote, se genera una pérdida directa en la eficiencia de la línea.

Aplicar el análisis de los 7 desperdicios permite visualizar claramente las ineficiencias que afectan el rendimiento operativo. En un caso como el de una línea de producción industrial, este enfoque ayuda a enfocar los esfuerzos de mejora en actividades concretas que impactan directamente los indicadores de productividad, como el OEE.

6.6 Planeación, diseño y layout de instalaciones

Según García (2014), en el ámbito global, las empresas actualmente se enfrentan al desafío de disminuir los costos de producción. Para alcanzar este objetivo, la mayoría de las industrias evalúan los factores que tienen mayor impacto en este aspecto, tales como la capacidad de las máquinas, las características de la materia prima, el rendimiento del personal, los períodos de inactividad, la gestión y el flujo de materiales, así como los servicios, el almacenamiento y la administración de inventarios, otro factor muy importante según García (2014), es tener un buen diseño de la distribución de la planta con el propósito de organizar de manera óptima la maquinaria, el personal, los materiales y los servicios, asegurando que todos contribuyan al valor del sistema productivo. Para lograrlo, es fundamental ubicar los equipos de forma estratégica, permitiendo que los materiales fluyan de manera eficiente, con el menor costo y la mínima manipulación, desde la recepción de la materia prima hasta la entrega del producto final.

Las modificaciones en los métodos y las mejoras en los procesos, la maquinaria o el equipo están siempre estrechamente vinculadas. La disposición del espacio se planifica en función de la maquinaria y el equipo, los cuales, a su vez, dependen de los procesos y métodos empleados. Al emprender un proyecto de distribución, es fundamental revisar los métodos y procesos vigentes, además de considerar la adopción de nuevas técnicas o la incorporación de maquinaria moderna. Esto permite reevaluar toda la distribución, ya que, al llevar a cabo una redistribución, pueden surgir necesidades de ajustes en otras actividades, debiendo tomarse en cuenta las nuevas condiciones.

Según García (2014) la distribución de planta es una técnica de ingeniería industrial que se encarga de analizar y organizar de manera eficiente la disposición física de los recursos en

un entorno productivo. Esto incluye el flujo de materiales, la ubicación del equipo, la distribución del personal, el espacio destinado al almacenamiento y el área necesaria para el desplazamiento de los materiales. Además, contempla el espacio requerido para la mano de obra indirecta, así como para las distintas actividades, servicios y equipos de trabajo dentro del taller.

De acuerdo con García (2014) es un hecho que la distribución de una planta suele crecer y evolucionar a lo largo de vida de una empresa. La necesidad de acometer un nuevo diseño de la planta podría plantearse como el acometimiento de los siguientes pasos: Formular el problema de la distribución en la planta, analizar el problema del diseño, buscar distintas alternativas de diseño, evaluar las alternativas, seleccionar la mejor, especificar el diseño para ser instalado y llevar a cabo un seguimiento.

El objetivo es lograr un equilibrio entre la eficiencia económica y el bienestar social. Esto implica optimizar la producción y reducir costos, al mismo tiempo que se mejora el servicio para satisfacer al cliente. Además, busca garantizar la seguridad y el bienestar del trabajador, promoviendo un entorno laboral estable y productivo que contribuya al éxito empresarial y a la satisfacción del consumidor.

La distribución de planta tiene como objetivo principal organizar eficientemente las áreas de trabajo para que la empresa funcione de manera rentable, garantizando al mismo tiempo un ambiente seguro y cómodo para los empleados. De acuerdo con García (2014) para lograrlo, se persiguen los siguientes propósitos:

- Mejorar la seguridad en el trabajo y reducir riesgos para la salud.
- Aumentar la motivación y satisfacción de los empleados.
- Incrementar la producción y eficiencia operativa.
- Minimizar retrasos en los procesos productivos.
- Aprovechar al máximo el espacio disponible.
- Reducir la manipulación innecesaria de materiales.
- Utilizar de manera óptima maquinaria, recursos humanos y servicios.
- Disminuir la acumulación de materiales en proceso.
- Agilizar los tiempos de fabricación.
- Reducir la carga de trabajo administrativo y tareas indirectas.
- Facilitar la supervisión del proceso productivo.
- Evitar la congestión y mejorar la organización del espacio.
- Minimizar riesgos relacionados con la calidad del material.

- Permitir una fácil adaptación a cambios en la producción o condiciones del entorno.

Factores que influyen en la distribución de la planta: Material, maquinaria, hombre, movimientos y manejo de materiales, almacenamiento, edificio y cambios.

En definitiva, un diseño eficiente del layout en un proceso de manufactura es un elemento clave para mejorar la productividad, reducir costos y optimizar la utilización de los recursos. Una distribución adecuada de los espacios permite minimizar tiempos de desplazamiento, optimizar el flujo de materiales y disminuir desperdicios, lo que se traduce en una producción más ágil y eficiente. Asimismo, contribuye a mejorar las condiciones laborales, reduciendo la congestión y los riesgos de accidentes, lo que fortalece el bienestar del personal. Según García (2014) una correcta planificación del layout no solo impacta en la reducción de costos operativos, sino que también mejora la calidad y la capacidad de respuesta de la empresa ante los cambios en la demanda.

6.7 OEE (Eficacia General del Equipo)

Para competir en el mercado global, las empresas de manufactura están constantemente en la necesidad de mejorar sus cadenas de producción y aumentar calidad y volumen de fabricación mientras se reducen recursos y costos de producción. De acuerdo con Belohlavec (2006) estos puntos claves para aumentar la competitividad de una empresa, por lo que deben crear sistemas de producción flexibles, pero, a la par, robustos, que brinden mejores condiciones para la excelencia operativa.

Belohlavec (2006) menciona que el OEE es un método de medición de performance productiva que integra datos de la disponibilidad del equipamiento, de la eficiencia de la performance y de la tasa de calidad que se logra.

El OEE es una medida importante dentro del concepto de TPM y es uno de los KPI más utilizados en la actualidad (Belohlavec, 2006).

Figura 12. OEE



Fuente: (Belohlavec, 2006)

Según Belohlavec (2006) los datos son medidos de la siguiente manera:

Disponibilidad = Tiempo de operación disponible / tiempo de operación total

Performance = Output total / output potencial

Calidad = Producción de calidad producida / Producción total

OEE = Disponibilidad * Performance * Calidad

La efectividad global del equipamiento de una planta es un problema complejo y por lo tanto sus elementos no tienen relaciones causa efecto unívocas y por ello funcionan en una conjunción donde si uno de los elementos se hiciera cero todos los demás elementos no podrían compensar su falta.

6.8 VSM (Value Stream Mapping)

Una herramienta clave del Lean Manufacturing para visualizar, analizar y optimizar el flujo de valor en los procesos es el VSM (Value Stream Mapping). Según Shook (1999) a través de explicaciones claras y ejemplos prácticos, la herramienta nos ayuda a identificar desperdicios, mejorar la eficiencia y diseñar un estado futuro ideal para las operaciones. Su enfoque paso a paso permite a los lectores comprender cómo mapear procesos actuales, detectar oportunidades de mejora y crear estrategias efectivas para reducir tiempos de espera, eliminar actividades innecesarias y maximizar el valor para el cliente.

Para aplicar VSM de forma efectiva en una planta industrial, el primer paso es seleccionar una familia de productos o un proceso específico que se desea mejorar. Esta selección debe tener un impacto relevante en la operación, ya sea por su volumen, criticidad o

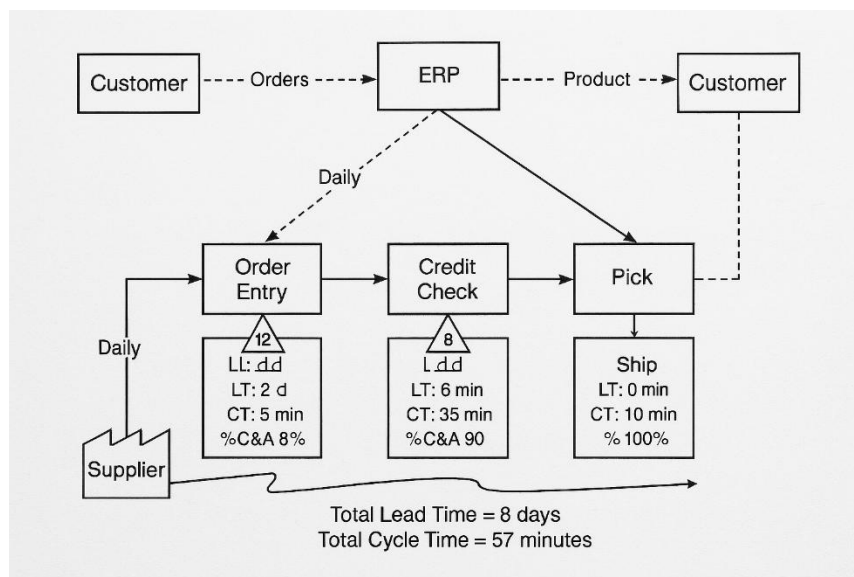
complejidad. Una vez definido el alcance, se realiza una observación directa del proceso en el lugar real del trabajo para recolectar información precisa. Se registran tiempos de ciclo, tiempos de espera, tiempos de cambio, número de operarios, inventarios entre procesos y frecuencia de paros, entre otros datos clave.

Con esta información, se construye el mapa del estado actual. En él se representan gráficamente las etapas del proceso, los flujos de materiales e información, y se incorporan datos cuantitativos sobre cada actividad. Esta representación permite visualizar con claridad las áreas donde el producto se detiene o avanza lentamente, revelando así los cuellos de botella. Por ejemplo, si una estación tiene un tiempo de ciclo más alto que el resto o que el takt time, es decir, el ritmo necesario para cumplir con la demanda del cliente se convierte en el principal limitante del flujo.

Según Womack (1996), una de las principales ventajas del VSM es que permite distinguir entre el tiempo que efectivamente agrega valor al producto y el tiempo que representa pérdida, como esperas, transportes innecesarios o inspecciones redundantes. Esta información es clave para cuantificar el porcentaje de valor agregado frente al tiempo total de producción, y establecer prioridades de mejora.

Una vez identificado el estado actual y sus principales restricciones, el siguiente paso consiste en diseñar un mapa de estado futuro. En este se incorporan mejoras orientadas a eliminar desperdicios y equilibrar la carga de trabajo.

Figura 13. Ejemplo de Value Stream Mapping (VSM)



Fuente: (Osterling, 2013)

En conclusión y de acuerdo con Osterling (2013) el verdadero valor de VSM no solo radica en identificar desperdicios y mejorar la eficiencia operativa, sino en su capacidad para alinear el liderazgo, fomentar una mentalidad de mejora continua y generar cambios organizacionales sostenibles. La transformación efectiva ocurre cuando las empresas adoptan una visión estratégica del flujo de valor y comprometen a todos los niveles de la organización en la optimización de procesos para mejorar la experiencia del cliente y la competitividad, es una herramienta poderosa para cualquier equipo que busque transformar sus procesos de forma sostenible. Al facilitar la identificación de cuellos de botella y analizar el uso real del tiempo en una línea de fabricación, proporciona la base necesaria para diseñar soluciones que incrementen la eficiencia operativa, reduzcan costos y mejoren el servicio al cliente.

7. Diseño metodológico de la consultoría

7.1 Tipo de investigación

El enfoque metodológico adoptado se justifica en los lineamientos propuestos por Sampieri (2014), al tratarse de una investigación aplicada, cuyo objetivo es generar soluciones prácticas a problemas concretos en el entorno organizacional de Greif Colombia S.A.S., sin perder el respaldo teórico. Se empleó un diseño mixto, que combina técnicas cualitativas y cuantitativas, permitiendo una comprensión integral del fenómeno estudiado. En este sentido, se integraron datos observacionales obtenidos en planta, entrevistas semiestructuradas a actores clave del proceso, lo que favorece el análisis desde múltiples perspectivas.

El enfoque del estudio es exploratorio, ya que busca identificar factores relevantes en un contexto específico, lo que resulta pertinente en fases iniciales de intervención donde no se cuenta con datos concluyentes. Desde el punto de vista temporal, la investigación es de corte transversal, pues se desarrolla en un momento determinado para diagnosticar la situación actual de la línea de producción. Finalmente, su carácter deductivo-inferencial permite partir de teorías y conceptos previamente establecidos (como Lean Manufacturing o TPM) para interpretar los hallazgos empíricos y proponer soluciones contextualizadas.

7.2 Análisis externo – Análisis PESTEL

Para realizar el análisis externo se utilizó la herramienta de análisis PESTEL. A continuación, un breve resumen sobre la herramienta y la aplicación de esta.

El Análisis PESTEL es una de las herramientas que se utiliza para identificar y analizar los impulsores clave del cambio en el entorno organizacional. El Análisis PESTEL es un acrónimo de entorno político, económico, social, tecnológico, legal y natural (Buye, 2021).

Después de discusiones y análisis del entorno utilizando la herramienta PESTEL, ahora hemos tabulado los resultados del análisis:

Tabla 2. PESTEL

**DIAGNOSTICO ESTRATÉGICO EXTERNO
MATRIZ DE PRIORIZACION DE FACTORES DEL MACROENTORNO**

MATRIZ ANALISIS TENDENCIAS/ FACTORES DEL MACROENTORNO (PRIORIZACION POR IMPACTO)		
Tipología de Factores del Macroentorno/ Tipología de Tendencias	Descripción de la Tendencia del Sector	Impacto
POLITICOS & LEGALES	Ley 2101 de 2021 - Reducción de jornada laboral	Medio
	Reforma laboral en Colombia	Bajo
	Sindicato - Afiliación de los trabajadores al sindicato	Bajo
ECONOMICOS	Incremento del 13% de salario en la negociación de la convención colectiva	Alto
	TRM - Tasa de cambio del dólar en alta	Alto
	Fluctuación del costo del acero importado	Alto
	Aumento del consumo de envases metalicos medianos	Alto
SOCIALES	Entrada de nuevos competidores	Medio
	Tendencia de mayores exigencias de los clientes	Alto
	Transición para la generación Z en el mercado de trabajo generando necesidad de más velocidad de información	Bajo
TECNOLOGICOS	Uso de la Inteligencia Artificial en los procesos productivos industriales	Medio
	Automatización y robotización en procesos productivos industriales	Alto
	Gestión y almacenamiento de datos de productividad	Medio
	Digitalización de procedimientos y instrucciones de trabajo	Alto
	Nuevas tecnologia de materias primas (acero y pintura)	Alto
ECOLOGICOS	Productos sustitutos a los envases metalicos	Medio
	Productos Eco-friendly	Alto
	Uso de materias primas ecologicamente sostenibles	Alto
	Control de emisiones de CO2 a la atmosfera	Alto
	Control y desecho de residuos peligrosos o no	Alto
	Maquinas full electricas	Medio

Fuente: Elaboración propia

A partir de lo planteado en el análisis externo en los entornos políticos y legales, se identificaron tres puntos importantes:

Ley 2101 de 2021 – Reducción de la jornada laboral: donde la ley tiene por objeto reducir la jornada laboral semanal de manera gradual, sin disminuir el salario ni afectar los derechos adquiridos y garantas de los trabajadores, lo cual impactará la capacidad de producción de la operación, debido a la reducción de horas semanales trabajadas. (Pública, 2024). Esta nueva ley impacta la productividad de una línea de fabricación de tambores metálicos al disminuir el tiempo efectivo disponible para la producción. Esta reducción obliga a las empresas a mejorar la eficiencia operativa, optimizar el uso de la capacidad instalada y reestructurar turnos de trabajo, lo que podría aumentar los costos unitarios si no se compensan las horas perdidas. En este contexto, cobra mayor relevancia la implementación de metodologías como Lean Manufacturing y TPM, orientadas a eliminar desperdicios y maximizar la eficiencia del equipo productivo.

La reforma laboral en Colombia, al reforzar principios constitucionales aplicables a todos los trabajadores, puede impactar la productividad en una línea de fabricación de tambores metálicos al limitar la flexibilidad en la gestión del talento humano y en la contratación de personal tercerizado o por servicios. Esta menor capacidad de adaptación podría dificultar la asignación dinámica de recursos según la demanda, restringir la implementación de esquemas laborales más flexibles y aumentar los costos operativos, afectando así la capacidad de respuesta de la planta ante cambios en los volúmenes de producción o necesidades específicas del proceso industrial (Cámara de Representantes, 2024).

Sindicato, afiliación de trabajadores a entes sindicales: La falta de productividad y los riesgos laborales en la línea de producción actual pueden llevar a que los empleados busquen afiliarse a un sindicato, generando presión sobre los trabajadores y la empresa, e impactando un buen ambiente laboral.

A partir de lo planteado en el análisis externo en el entorno económico, se identificaron 5 puntos importantes:

Incremento salarial de 13% para el próximo año fiscal: El aumento salarial por encima del IPC anual, obtenido en el convenio colectivo entre los trabajadores y el sindicato, aumentará el costo de fabricación de los productos, y podrá reducir el margen de contribución de los productos (datos suministrados por la empresa).

TRM – Aumento de la tasa del dólar: Genera incremento de los costos de producción, cuando el dólar se encarece, las empresas que dependen de materia prima importada deben pagar más en la moneda local para adquirir los mismos insumos, reduciendo la competitividad. En los últimos seis meses, el dólar en Colombia ha mostrado una alta volatilidad, alcanzando valores cercanos a los \$4,300 COP debido a factores externos y decisiones de la Reserva Federal de EE. UU. Hacia finales de 2024, se prevé que el dólar permanezca estable entre \$4,200 y \$4,300 COP, con posibles fluctuaciones por las elecciones en EE. UU. y la situación económica global. (Banco de la República, 2025)

Fluctuación del costo del acero importado: impacta negativamente a las empresas metalmeccánicas colombianas al aumentar los costos de producción y reducir los márgenes de ganancia. Esto puede llevar a una disminución en la demanda de productos, afectando la competitividad en el mercado. El costo del acero importado de China ha mostrado una tendencia a la baja en los últimos meses, impulsada en gran parte por la sobreoferta china y la desaceleración en la demanda de sectores clave. A nivel global, esta situación ha llevado a

medidas proteccionistas en algunos países latinoamericanos, que intentan frenar el dumping chino y proteger sus industrias locales de acero. En los próximos meses, se anticipa cierta estabilidad, aunque factores externos como la política comercial y los aranceles pueden seguir afectando los precios en el corto plazo. (Ramirez, 2024).

Aumento del consumo de envases metálicos medianos: Lleva a considerar inversiones en la línea de producción para satisfacer la demanda del mercado, es importante conocer esta tendencia en el mediano y largo plazo (datos suministrados por la empresa).

Entrada de nuevos competidores: Rumores de entrada de nuevos competidores para manufactura de estos productos específicos, haciendo que el producto y proceso obligatoriamente sea más competitivo a mediano y largo plazo. (datos suministrados por la empresa).

A partir de lo planteado en el análisis externo en el entorno social, se identificaron 2 puntos importantes:

Tendencia al aumento de las exigencias de los clientes: Esta situación obliga a las empresas a implementar más controles y a comprender mejor las necesidades reales de sus clientes. A nivel global, los consumidores han elevado sus expectativas, demandando mayor personalización, autenticidad y una experiencia coherente en todos los canales de contacto (Manning, 2012). Este contexto resalta la importancia de aplicar metodologías Lean, que permiten reducir desperdicios y minimizar defectos de calidad, mejorando así la satisfacción del cliente y la eficiencia operativa.

Transición para la Generación Z en el mercado de trabajo: La Generación Z enfrenta una transición compleja en el mercado laboral, caracterizada por altas expectativas de flexibilidad, equilibrio personal y apoyo en el entorno laboral, mientras las empresas se esfuerzan por adaptarse a sus habilidades digitales y valores orientados al bienestar (Deloitte, 2024). En este contexto, la digitalización y automatización de procesos se vuelven fundamentales para adecuar las fábricas a esta nueva generación, no solo optimizando la eficiencia operativa, sino también creando entornos de trabajo más tecnológicos, atractivos y alineados con las competencias naturales de estos jóvenes. No obstante, persisten desafíos en el desarrollo de habilidades interpersonales, como la comunicación y el trabajo en equipo, esenciales en entornos industriales cada vez más colaborativos.

A partir de lo planteado en el análisis externo en el entorno tecnológico, se identificaron 6 puntos importantes:

Uso de la IA en los procesos productivos industriales: La inteligencia artificial se está introduciendo cada vez más en nuestra vida diaria y en nuestros procesos de producción, también será una tendencia para la industria metalmecánica, haciendo uso de tecnologías como IA para mejorar la interacción, sin perder la conexión auténtica. (IDC, 2024).

Automatización y robotización en los procesos productivos industriales: Nuevas tecnologías de automatización y robótica están ingresando y actualizándose constantemente en el mercado de la industria metalmecánica (IDC, 2024). En una línea de fabricación de tambores metálicos, la implementación de estas tecnologías resulta clave para mejorar la eficiencia, reducir errores humanos, optimizar tiempos de ciclo y minimizar desperdicios. Además, la robotización permite asumir tareas repetitivas o de alto riesgo con mayor precisión, lo que no solo incrementa la productividad, sino que también mejora las condiciones de trabajo. La incorporación de sistemas inteligentes y conectados también facilita el monitoreo en tiempo real y la toma de decisiones basadas en datos, alineando la operación con los estándares de la industria 4.0.

Gestión, almacenamiento y digitalización de datos de producción: La tendencia tecnológica apunta a la automatización en la recolección de datos de producción y su almacenamiento en la nube, lo que permite un procesamiento más ágil y una toma de decisiones más informada (IDC, 2024). En este contexto, la digitalización de la documentación en las fábricas cobra especial relevancia, ya que reemplaza registros manuales propensos a errores por sistemas centralizados, accesibles y trazables. Esto no solo mejora la eficiencia operativa y la calidad del análisis, sino que también facilita la estandarización, el cumplimiento normativo y la continuidad del conocimiento dentro de la organización.

Nuevas tecnologías de materias primas (acero y pintura): El desarrollo de acero y otros materiales sostenibles está avanzando rápidamente, impulsado por la presión para reducir su alto impacto en emisiones de carbono, ya que la industria del acero es responsable de aproximadamente el 8% de las emisiones globales de CO₂ (McKinsey, 2024). Las principales estrategias incluyen la adopción de tecnologías innovadoras como la producción de acero “verde” mediante energías renovables e hidrógeno, y el uso de hornos eléctricos de arco, que generan menos emisiones que los métodos tradicionales. Esta transición se alinea con los compromisos de sostenibilidad y responsabilidad ambiental de Greif, que busca reducir su

huella de carbono en toda la cadena de valor. La incorporación de estas tecnologías refuerza las estrategias de Greif orientadas a la economía circular y al cumplimiento de metas ambientales globales, anticipándose a regulaciones cada vez más exigentes en materia de carbono.

Productos sustitutos a los envases metálicos medianos: El mercado del packaging ha evolucionado con la incorporación de nuevos tipos de envases para productos químicos, como Octabins, IBCs y envases plásticos, que representan alternativas cada vez más viables a los envases metálicos medianos (datos suministrados por la empresa). Esta tendencia refleja un aumento en la competitividad del sector, lo cual puede impactar estratégicamente a Greif, al exigir una constante innovación en diseño, materiales y propuestas de valor que aseguren la preferencia del cliente frente a opciones más ligeras, económicas o sostenibles. Adaptarse a esta dinámica es clave para mantener la participación en el mercado y fortalecer la diferenciación frente a los productos sustitutos.

A partir de lo planteado en el análisis externo en el entorno ecológico, se identificaron 5 puntos importantes:

Productos Eco-Friendly y uso de materias primas ecológicamente sostenibles: Cada día el mercado demanda con mayor fuerza productos amigables con el medio ambiente, lo que impulsa la necesidad de innovaciones orientadas a lograr procesos y productos más sustentables (McKinsey, 2024). En el sector de tambores industriales, esta tendencia resalta la importancia de buscar materias primas ecológicamente correctas, como aceros reciclados o pinturas con bajo contenido de compuestos orgánicos, que contribuyan a reducir el impacto ambiental sin comprometer la calidad. Esta transformación no solo responde a las expectativas del consumidor y las regulaciones ambientales, sino que también representa una oportunidad estratégica para posicionar a las empresas como líderes en sostenibilidad dentro del mercado industrial.

Control de emisiones de CO₂ a la atmósfera: Debido a los objetivos globales relacionados con la protección de la capa de ozono y la mitigación del cambio climático, se vuelve imprescindible controlar y reducir las emisiones de CO₂ en los procesos industriales (McKinsey, 2024). En línea con esta necesidad, Greif ha establecido metas globales ambiciosas para la reducción de su huella de carbono, comprometiéndose a disminuir significativamente las emisiones directas e indirectas en toda su cadena de valor. Este enfoque estratégico no solo contribuye a los esfuerzos ambientales internacionales, sino que también

refuerza el posicionamiento de Greif como una empresa comprometida con la sostenibilidad y la responsabilidad corporativa.

Control y desechos de residuos peligrosos o no peligrosos: El mercado y la legislación actual exigen una gestión adecuada de los residuos, promoviendo su reducción continua y asegurando un destino final controlado y ambientalmente responsable. En Colombia, esta gestión está regulada por normas como la Ley 1252 de 2008, el Decreto 4741 de 2005 y el Decreto 1609 de 2002, además de la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos Peligrosos actualizada en 2022, que establece directrices para minimizar los impactos ambientales y fomentar prácticas sostenibles hasta 2030 (República, 2008). En este contexto, la estrategia de Greif se alinea con estas exigencias al incorporar como meta global la eliminación total de residuos enviados a vertederos, impulsando iniciativas de reciclaje, reutilización y valorización de residuos en sus procesos industriales. Este compromiso fortalece su posicionamiento como líder en sostenibilidad dentro del sector de envases industriales.

Maquinas full eléctricas: En la industria, las máquinas completamente eléctricas están ganando terreno como una tendencia clave hacia la sostenibilidad, con ventajas de cero emisiones y una reducción significativa en el impacto ambiental. Este cambio no solo se alinea con la demanda de producción ecológica, sino que también ofrece mayor eficiencia y menores costos operativos, haciéndolas cada vez más atractivas en sectores como la construcción y la manufactura. La adopción de estos equipos está impulsada por la necesidad de soluciones más sostenibles. (Lane, 2023)

7.3 Análisis interno

Para realizar el análisis interno se utilizarán dos herramientas de investigación:

El primero, creación y diseño del mapa de flujo de valor (VSM – Value Stream Mapping) de la línea de producción de tambores con el objetivo de tener un mejor conocimiento de la línea de producción midiendo el flujo exacto del proceso y sus variables e impactos.

Según Valles (2014) el Value Stream Mapping (VSM) es una técnica desarrollada al amparo del modelo de la Producción Ajustada con el fin de ayudar a las pymes en la mejora de sus procesos productivos. En esta investigación se han testado las tareas para una perfecta implementación, la selección de áreas críticas y/o familias de productos, mapas de estados actuales, interno y externo, análisis de mudas y desperdicios, para concluir sobre mapas de estado futuros.

El segundo, análisis del conocimiento y experiencia de los empleados mediante metodología de entrevistas personalizadas y de respuestas abiertas (cualitativas), con el objetivo de comprender la situación real vivida en el día a día y obtener a través de ellos (los expertos) propuestas de soluciones y mejora continua, metodología similar al coaching para extraer lo mejor de cada entrevistado.

De acuerdo con Valles (2014) el arte de la conversación, aprendido de modo natural durante la socialización, constituye el mejor fundamento conceptual y práctico para el aprendizaje de las diversas formas de entrevista cualitativa. Lo cual es particularmente cierto en el caso del investigador de campo, sobre todo en determinados roles de observación participante, donde sus conversaciones se entienden como formas de entrevista orientadas por la investigación.

La entrevista es el proceso ordenado de actos del hombre que dirige la razón, perfeccionada por la virtud intelectual en orden a la búsqueda y hallazgo de una verdad nueva o de nuevos aspectos de verdades ya conocidas, en conformidad con la naturaleza del objeto y del tipo epistémico que define a un determinado saber. (Porrás, 2016)

7.4 Población muestra y ficha técnica

Población

La población es el conjunto completo de individuos o elementos que tienen características específicas y sobre los cuales se desea obtener información.

Para esta investigación específica en el caso de la productividad de Greif Colombia SAS en la línea de fabricación de tambores medianos, la población total son todos los trabajadores y gerentes de Greif, totalizando 61 empleados.

Muestreo

El tamaño de la muestra es la cantidad de respuestas completas que recibe tu encuesta / entrevista. Se le llama muestra porque solo representa parte del grupo de personas (o población objetivo) cuyas opiniones o comportamiento te interesan. Por ejemplo, una forma de obtener una muestra es usar una “muestra aleatoria”, en la que los encuestados se eligen completamente al azar de entre la población total del grupo objetivo. (Angarita, 2024). Para la recolección de datos cualitativos mediante entrevistas, se optó por un muestreo intencional, seleccionando deliberadamente a personas con perfiles multifuncionales, provenientes de

distintos sectores de la planta y con un conocimiento técnico profundo del proceso productivo. Esta estrategia respondió a la necesidad de obtener información precisa, contextualizada y relevante para el análisis, garantizando una mayor acuciosidad y asertividad en la identificación de causas raíz y oportunidades de mejora. Al incluir colaboradores con experiencia práctica y visión transversal, se logró una comprensión más completa y detallada de las dinámicas internas que afectan la productividad, superando las limitaciones de un muestreo aleatorio o generalista.

Figura 14. Cálculo de muestreo

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)}$$

Fuente: (Angarita, 2024)

N = tamaño de la población

e = margen de error (porcentaje expresado con decimales)

z = puntuación z

Con base en el cálculo mencionado anteriormente, con una población de 61 empleados, aplicando un nivel de confianza del 90% y un margen de error del 18%, la muestra de entrevistados para este análisis interno será de 16 empleados.

Tabla 3. Ficha técnica de población y muestreo para las entrevistas

FICHA TÉCNICA

Característica	Descripción
Período de recolección de datos	De 1 de marzo a 17 de marzo de 2025
Empresa de aplicación	Greif Colombia SAS
Cargo de las personas entrevistadas	Gerentes, supervisores, analistas y operarios
Población	61 empleados
Muestra	16 empleados
Nivel de confianza	90%
Grado de precisión	18%
Metodo de recolección	Entrevistas

Fuente: Elaboración propia

7.5 Identificación de las variables

Para la metodología del mapa de flujo de valor (VSM – Value Stream Mapping) se identificaron las 4 (cuatro) variables más importantes utilizadas en esta herramienta y aplicables para esta investigación específica.

A continuación, las variables a analizar:

1. Tiempos de ciclo para cada etapa del proceso: Para identificar cuellos de botella en la línea de producción y oportunidades de reducción de ciclos.
2. Cantidad de mano de obra utilizada en cada etapa del proceso: Con el objetivo de cuantificar costos laborales y oportunidades de automatización de procesos.
3. Demanda de ventas y capacidad de producción: Para analizar la capacidad actual de la línea de producción con relación al volumen de ventas.
4. Tiempo cambios de referencias de productos: Identificar los cambios y oportunidades que consumen más tiempo para aplicar la metodología SMED.

En el desarrollo de la metodología de entrevistas, y con el propósito de fortalecer el análisis interno del problema, se retomaron las seis (6) variables más significativas descritas en el numeral 6.2 del marco teórico. Dichas variables se emplean para evaluar los factores que inciden negativamente en la productividad de la línea de fabricación de tambores medianos, partiendo del reconocimiento de que una adecuada productividad está condicionada por múltiples factores clave. A continuación, las variables de medición:

1. Máquinas y equipos: Medir el estado de los equipos, mantenimiento necesario, nivel de tecnología, capacidad de producción, equipos auxiliares, etc.
2. Calidad del producto: Conocer el nivel de control de procesos y productos, motivos de reprocesamiento, motivos de generación de chatarra o material rechazado.
3. Mano de obra (Capacitación, formación y clima laboral): Conocer el nivel de conocimiento de los operadores que trabajan directamente en el proceso, en relación con el equipo y el producto, comprender el plan de capacitación de nuevos operadores y reciclaje de conocimientos de los trabajadores, y medir el clima laboral en el piso de fábrica y liderazgo.
4. Manufactura Esbelta: Un resumen general de Lean Manufacturing, sobre estandarización de procesos, 5S, balanceo de línea, layout, indicadores, desperdicios, cambios rápidos de línea, etc.

5. Cadena de suministro: Entender sobre las materias primas e insumos utilizados en el proceso de fabricación, sobre el proceso logístico de envío de los productos a los clientes y lotes mínimos de fabricación.
6. Seguridad Industrial: Conocer los riesgos laborales, procedimientos y herramientas de seguridad industrial implementadas.

7.6 Instrumento de medición

En la aplicación de la metodología de la entrevista en el análisis interno, el instrumento se dividió en 6 (seis) apartados, donde cada apartado tiene 5 (cinco) preguntas abiertas con el objetivo de medir de manera objetiva y efectiva puntos específicos que engloban la productividad.

Utilizar preguntas abiertas en entrevistas es fundamental para obtener información rica y detallada. Algunos factores son claves para un excelente resultado en la entrevista, como por ejemplo:

Profundidad de respuesta: Las preguntas abiertas permiten a los entrevistados expresar sus pensamientos y sentimientos de manera más profunda, lo que puede revelar matices que las preguntas cerradas no capturan.

Flexibilidad: Los entrevistados pueden abordar la pregunta desde su propia perspectiva, lo que puede llevar a descubrimientos inesperados y relevantes para la investigación.

Estimula el pensamiento crítico: Las preguntas abiertas invitan a los participantes a reflexionar sobre sus experiencias y opiniones, fomentando un diálogo más rico y significativo.

Generación de nuevas ideas: A menudo, las respuestas a preguntas abiertas pueden llevar a nuevas ideas o enfoques que no se habían considerado previamente.

Conexión emocional: Permiten a los entrevistados compartir historias personales o anécdotas, lo que puede crear un ambiente más cómodo y de confianza durante la entrevista.

Identificación de temas relevantes: Las respuestas pueden ayudar a identificar temas y patrones emergentes que pueden ser cruciales para la investigación, lo que no siempre es posible con preguntas cerradas.

Validación de resultados: Las respuestas detalladas a preguntas abiertas pueden complementarse con datos cuantitativos, ofreciendo una perspectiva más completa sobre el tema de estudio.

7.7 Validación del instrumento de medición

De acuerdo con Martínez, 2018 diversos investigadores, constantemente están elaborando cuestionarios de encuestas, test, escalas u otros instrumentos de medición, para por medio de ellos recoger datos que respondan a sus variables de estudio. En algunas situaciones se cuenta con test estandarizados, pero en muchos otros casos no es así, motivo por el cual el investigador se ve en la necesidad de elaborar el instrumento de recolección de datos de acuerdo con las necesidades u objetivos de estudio. Estos instrumentos están constituidos por un conjunto de ítems que contienen indicadores constituidos por un contexto teórico que pretende convertir en observable los constructos que se pretende medir.

En la mayoría de los casos, según Martínez, 2018 se utiliza el procedimiento denominado “juicio de expertos” como una forma de evaluar la validez de contenido, pero esto no basta para incrementar la calidad del instrumento de medición, es necesario evaluar la concordancia de los expertos y determinar con mayor precisión si el instrumento es válido o no, si está midiendo lo que en verdad se necesita medir. Por ello, es de suma importancia tratar de cuantificar con algunos indicadores el grado de validez de contenido que tiene un instrumento y eso puede ser posible utilizando algunos coeficientes lo cuantifiquen.

¿Cómo se determina la validez de contenido de un instrumento de medición por medio del coeficiente V de Aiken?

El problema de investigación pretende como objetivo presentar una descripción de la cuantificación de la validez de contenido por medio del coeficiente V de Aiken, de manera que los investigadores tengan una guía en el manejo de este índice y puedan utilizarlo para dar mayor sustento al procedimiento de juicio de expertos que con frecuencia utilizan en este caso. (Martínez, 2018)

Para validar el instrumento aplicado a la investigación de baja productividad de la línea de fabricación de tambores medianos a través de entrevistas, fue utilizado el coeficiente V de Aiken. Para calcular el coeficiente V de Aiken se utiliza una fórmula matemática que toma en cuenta:

- El número de preguntas en la encuesta
- La relación entre cada pregunta y las respuestas
- La relación entre las respuestas de las diferentes preguntas

Las preguntas fueron validadas por 5 (cinco) expertos del sector industrial (analistas, ingenieros y líderes de la industria).

Tabla 4. Participantes de la validación de las preguntas

PROFESIONALES PARTICIPANTES DE LA VALIDACIÓN		
#	Nombre	Cargo
1	Felipe Sanchez	Analista de Producción
2	Hernando Solano	Supervisor de Mantenimiento
3	Maira Rojas	Analista de Recursos Humanos
4	Jewis Escorcia	Supervisor de Producción
5	Wolfgang Urban	Gerente de Ingeniería

Fuente: Elaboración propia

La metodología de medición utilizada para definir si fuesen mantenidas, revisadas o eliminadas las preguntas de la entrevista fue:

Mantener iguales las preguntas que tuvieron una calificación entre 0,70 y 1.

Redactar y/o mejorar preguntas con una calificación entre 0,50 y 0,69.

Eliminar y/o reemplazar preguntas con calificación igual o menor a 0,49.

Con base en el resultado aplicando la metodología de medición, la pregunta, Para trabajar en esta línea de producción ¿qué tipo de formación educativa es necesaria?, fue calificada con 0.60, donde la misma fue ajustada para: ¿Qué nivel de educación considera suficiente para trabajar en esta línea de producción? Bachiller, Técnico, Tecnólogo o Profesional.

Sin embargo, basándose en algunas recomendaciones de los expertos, se realizaron pequeños cambios en las siguientes preguntas:

Pregunta original: ¿Qué mantenimiento preventivo no se realiza hoy en día que podría reducir el tiempo de inactividad innecesario?

Nueva redacción: ¿Qué mantenimiento preventivo no se realiza hoy en día que podría reducir el tiempo de inactividad?

Pregunta original: ¿Qué equipos podríamos reducir tiempo de ciclo para aumentar la productividad? ¿Y cómo podríamos reducir este ciclo?

Nueva redacción: ¿Cuáles equipos podrían reducir tiempo de ciclo para aumentar la productividad? ¿Y cómo podríamos reducir este ciclo?

Pregunta original: ¿Cuáles etapas del proceso se genera el mayor volumen de chatarra/scrap y por qué?

Nueva redacción: ¿Cuáles etapas del proceso generan el mayor volumen de chatarra/scrap y por qué?

Pregunta original: ¿Qué mediciones de producto o proceso toman actualmente más tiempo en el proceso de producción?

Nueva redacción: ¿Qué mediciones de producto o proceso requieren actualmente más tiempo en el proceso de producción?

Pregunta original: ¿La línea tiene instrucciones de seguridad? ¿Y la gente está debidamente capacitada?

Nueva redacción: Cambiaría ¿La línea tiene instrucciones de seguridad? ¿El personal está debidamente capacitada?

Pregunta original: ¿Cuál es el procedimiento de seguridad al realizar ajustes o mantenimiento en cualquier equipo?

Nueva redacción: ¿Cuál es el procedimiento de seguridad para realizar ajustes o mantenimiento en cualquier equipo?

Tabla 5. Resultado análisis V de Aiken

VALIDACIÓN INSTRUMENTO DE MEDICIÓN - V DE AIKEN								
BAJA PRODUCTIVIDAD LINEA DE ENVASES MEDIANOS - GREIF COLOMBIA SAS								
<p>INSTRUCCIONES: Para validar el instrumento de diagnóstico requerido en el presente estudio, se han identificado una serie de variables y un grupo preguntas que las describen. Califique cada una de las preguntas formuladas siendo 1 totalmente de acuerdo y 0 totalmente en desacuerdo, en relación a su grado de claridad, pertinencia y relevancia. Por favor tenga en cuenta las siguientes definiciones:</p> <p>Claridad: la pregunta está correctamente redactada y es fácil de comprender por el evaluador. Pertinencia: la pregunta permite medir con precisión la variable identificada. Relevancia: se evidencia un enfoque teórico adecuado en la redacción de la pregunta.</p>								
		A. MÁQUINAS Y EQUIPOS	EVALUADOR1	EVALUADOR2	EVALUADOR3	EVALUADOR4	EVALUADOR5	V DE AIKEN
Preguntas	1	¿Cuáles 3 máquinas se detienen con mayor frecuencia debido a fallas de mantenimiento en la línea de producción?	1.00	1.00	1.00	0.33	1.00	0.87
	2	¿Qué sugerencia de automatización en equipos podría aportar para mejorar la eficiencia de la línea?	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	3	¿Qué mantenimiento preventivo no se realiza hoy en día que podría reducir el tiempo de inactividad innecesario?	1.00	1.00	0.67	1.00	1.00	0.93
	4	¿Cuál es el proceso más complicado de ajustar en la línea de producción? ¿Y por qué?	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	0.93
	5	¿Qué equipos podríamos reducir tiempo de ciclo para aumentar la productividad? ¿Y cómo podríamos reducir este ciclo?	1.00	1.00	0.67	1.00	1.00	0.93
		B. CALIDAD DEL PRODUCTO	EVALUADOR1	EVALUADOR2	EVALUADOR3	EVALUADOR4	EVALUADOR5	V DE AIKEN
Preguntas	1	¿En qué etapa del proceso se genera el mayor volumen de reprocesamiento y por qué?	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	2	¿Cuáles etapas del proceso se genera el mayor volumen de chatarra/scrap y por qué?	1.00	1.00	0.67	1.00	1.00	0.93
	3	¿Qué tipos de controles de calidad podríamos implementar para reducir el scrap?	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	0.93
	4	¿Qué mediciones de producto o proceso toman actualmente más tiempo en el proceso de producción?	1.00	1.00	0.67	1.00	0.67	0.87
	5	De las 4 referencias que se fabrican hoy (26kg, 35kg, 60l, 100l), ¿Cuál genera más problemas de calidad y por qué?	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		C. MANO DE OBRA (CAPACITACIÓN, FORMACIÓN Y CLIMA LABORAL)	EVALUADOR1	EVALUADOR2	EVALUADOR3	EVALUADOR4	EVALUADOR5	V DE AIKEN
Preguntas	1	Para trabajar en esta línea de producción ¿qué tipo de formación educativa es necesaria?	1.00	0.67	1.00	0.00	0.33	0.60
	2	¿Qué tipos de formación técnica son imprescindibles para trabajar en esta línea de producción?	1.00	0.67	1.00	1.00	1.00	0.93
	3	¿Qué procesos requieren capacitaciones o entrenamientos específicos y cuáles serían estas capacitaciones o entrenamientos?	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	4	Del 1 al 5, ¿Cómo calificarías el clima laboral de los trabajadores que trabajan en esta línea de producción? Siendo 1 un clima laboral pésimo y siendo 5 un clima laboral excelente.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	5	¿Qué acciones podrían tomarse para mejorar el bienestar de los trabajadores?	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		D. MANUFACTURA ESBELTA	EVALUADOR1	EVALUADOR2	EVALUADOR3	EVALUADOR4	EVALUADOR5	V DE AIKEN
Preguntas	1	¿Esta línea de producción cuenta con un sistema de medición de datos en tiempo real para análisis y toma de decisiones?	1.00	0.67	1.00	1.00	1.00	0.93
	2	¿La línea de producción tiene instrucciones de trabajo objetivas y claras que garanticen que los operadores trabajen de manera estandarizada?	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	3	¿La línea de producción tiene un flujo continuo, tanto en ritmo como en organización (layout) de equipos?	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	0.93
	4	¿Existe una metodología 5S eficaz para una buena limpieza, organización y estandarización en la línea de producción?	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	5	¿Hay excesivo movimiento o espera en el proceso de producción? ¿Cuáles son y cómo podríamos solucionarlos?	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		E. CADENA DE SUMINISTRO	EVALUADOR1	EVALUADOR2	EVALUADOR3	EVALUADOR4	EVALUADOR5	V DE AIKEN
Preguntas	1	¿Qué materias primas y/o insumos ofrecen más problemas y variaciones en el proceso de fabricación?	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	2	¿Alguna materia prima o insumo genera procesos innecesarios en la línea de producción? ¿Cuáles y por qué?	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	3	¿Se detiene la línea de producción por falta de materia prima? ¿Por qué? ¿Y qué se podría hacer para mejorar?	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	4	¿Existe una cantidad de lote estándar para fabricar? ¿Para una mejor optimización en la carga y el transporte?	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	0.93
	5	¿Se generan muchos cambios de referencias en la línea de producción? ¿Cuáles son los principales problemas que se generan al tener cambios en la línea?	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		F. SEGURIDAD INDUSTRIAL	EVALUADOR1	EVALUADOR2	EVALUADOR3	EVALUADOR4	EVALUADOR5	V DE AIKEN
Preguntas	1	¿Cuáles son los principales riesgos laborales en el proceso de fabricación?	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	2	¿La línea tiene instrucciones de seguridad? ¿Y la gente está debidamente capacitada?	1.00	1.00	0.67	1.00	0.67	0.87
	3	¿Cuál es el procedimiento de seguridad al realizar ajustes o mantenimiento en cualquier equipo?	1.00	1.00	0.67	1.00	1.00	0.93
	4	¿Los EPP's utilizados son eficaces y suficientes para todas las operaciones? ¿Qué EPP sería necesario y aun no está implementado?	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	5	¿Qué máquina o proceso podría tener guardas de protecciones o sensores de seguridad mejorados o implementados?	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

8. Diagnóstico Organizacional

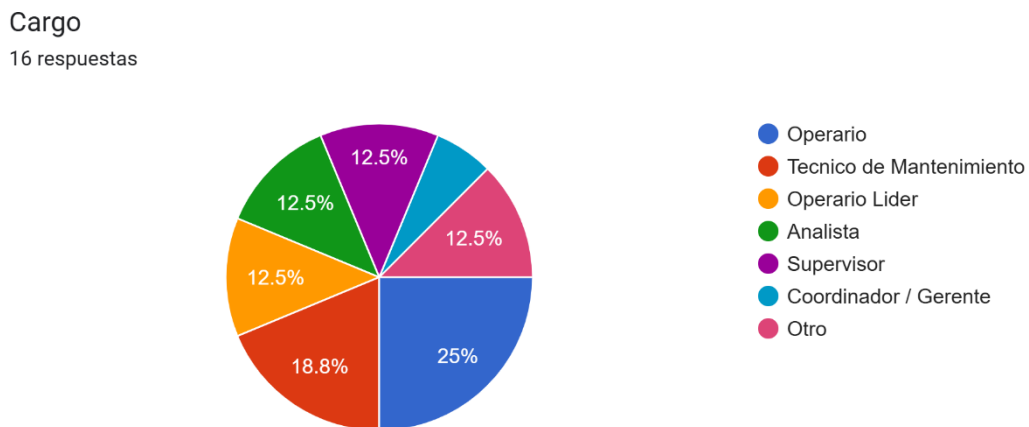
En el presente diagnóstico empresarial, se analiza la situación actual de la empresa con la utilización de herramientas como entrevistas personales y análisis del flujo de producción (VSM – Value Stream Mapping).

8.1 Entrevistas personales

Para ello, inicialmente se llevó a cabo una entrevista en el día 25 de marzo de 2025 con el Gerente Comercial North Latam Santiago Lizcano, quien señaló que: *“el problema más grande que vemos es la línea de medianos, cada vez que entra medianos nos quita demasiado tiempo en línea y esto hace con que perdamos capacidad en la planta y a veces hace con que estamos quedando mal a otros clientes”*.

Basándose en la necesidad de la junta directiva de Greif de mejorar la productividad de la línea de tambores medianos, se realizaron entrevistas con el equipo operativo, quienes poseen todo el conocimiento técnico y operacional. En estas entrevistas participaron 16 trabajadores de las siguientes posiciones:

Figura 15. Participación en las entrevistas



Fuente: Elaboración propia

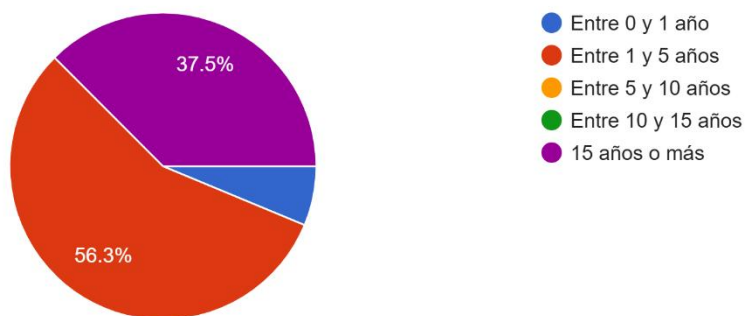
Con el propósito de obtener información relevante, se tomó en consideración el tiempo de compañía de los entrevistados como una forma de evaluar su experiencia profesional, dado

que se trata de un proceso productivo muy específico. Donde se evidencia en los resultados que el 37.5% de los entrevistados poseen más de 15 años en la compañía.

Figura 16. Tiempo de empresa de los entrevistados

Años de experiencia en el cargo

16 respuestas

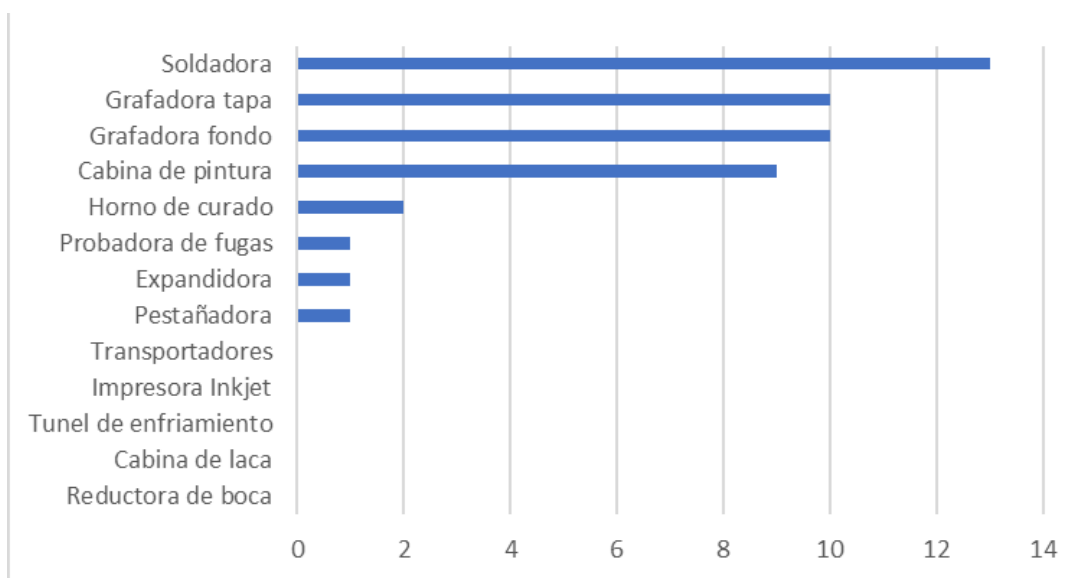


Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con Ries (2011) la experiencia empírica es fundamental para analizar y resolver problemas en la industria a través del enfoque de aprendizaje validado. Este enfoque permite a las industrias identificar rápidamente lo que funciona, minimizar desperdicios y adaptarse ágilmente a los cambios, basando sus decisiones en evidencia concreta en lugar de conjeturas.

La primera pregunta realizada en la entrevista fue: ¿Cuáles son las tres máquinas que se detienen con mayor frecuencia debido a fallas de funcionamiento en la línea de producción?

Las respuestas más comunes indicaron que las máquinas con mayor incidencia de fallas son la soldadora, las grafadoras y la cabina de pintura. Este patrón recurrente evidencia la necesidad de implementar herramientas del Lean Manufacturing, particularmente el TPM (Total Productive Maintenance), con el fin de reducir paradas no programadas, aumentar la disponibilidad de los equipos y fortalecer la cultura de mantenimiento autónomo. A continuación, se presenta un gráfico con los resultados obtenidos, que permite visualizar las áreas críticas que requieren una intervención estructurada en términos de gestión del mantenimiento.

Figura 17. Máquinas que se detienen con más frecuencia

Fuente: Elaboración propia

Como respuesta a la pregunta número 2 (“¿Qué sugerencia de automatización en equipos podrías aportar para mejorar la eficiencia de la línea?”), surgieron diversas ideas relevantes para la mejora continua de la línea de producción. Por ejemplo, el señor José Félix Yáñez, operario de producción, aportó sugerencias valiosas desde su experiencia operativa:

"Sería conveniente que en las grafadoras medianas (60 y 100 LTS) existiera la opción de trabajarlas con un mismo rodillo y, tal vez, con un plato versátil para ambos tipos de envase, ya que se pierde mucho tiempo ajustando estos equipos, lo que afecta los tiempos de producción. En la cabina de pintura pequeña, sería ideal implementar una serie de pistolas fijas, como en la cabina grande, para lograr un pintado más uniforme. Esto no solo reduciría el tiempo de alistamiento del equipo, sino que también mejoraría la calidad del producto. En cuanto al soldador, se podría instalar un pequeño alimentador de lámina para reducir la fatiga y la sobrecarga del operario, permitiendo además un mejor monitoreo del proceso. Asimismo, sería beneficioso automatizar la etapa posterior a la formación de la pestaña del cuerpo mediano (expandidora y pestañadora), ya que, al trabajar con envases de 100 litros, los operarios deben levantarlos constantemente para realizar las conformaciones en el cuerpo. Varios compañeros han manifestado que esta operación es incómoda y genera una gran carga en los brazos."

Estas propuestas evidencian oportunidades de mejora alineadas con principios del Lean Manufacturing, especialmente en cuanto a:

- Reducción de los siete desperdicios, destacando la eliminación de tiempos de espera, sobreprocesos, movimientos innecesarios y esfuerzos físicos excesivos.
- Optimización del layout mediante la automatización de transiciones entre procesos, lo que permitiría flujos más continuos y eficientes.
- Implementación de TPM, en el sentido de reducir los tiempos de alistamiento, facilitar el mantenimiento autónomo y prevenir fallas mediante la estandarización y mejora del diseño de equipos.
- Mejoras ergonómicas, que promueven el bienestar de los operarios y la sostenibilidad del trabajo repetitivo, reduciendo el riesgo de lesiones y fatiga, lo que está en línea con el enfoque Lean de crear un entorno de trabajo seguro y eficiente.
- Participación del personal operativo, un principio fundamental del Lean, que reconoce que muchas de las mejores oportunidades de mejora provienen de quienes están directamente involucrados en los procesos.

Además, surgieron otras sugerencias comunes que refuerzan la necesidad de intervención técnica estructurada:

- Automatización de las transiciones entre los equipos de conformación del cuerpo.
- Automatización para el cambio de pinturas (ajuste de pistolas).
- Automatización de transferencias de grafadoras.
- Automatización del soldador (alimentador de láminas).
- Mejora en el traslado de cuerpos de los tambores.
- Incorporación de máquina para la limpieza del compuesto en el grafado.

Estas iniciativas pueden agruparse dentro de un plan integral de mejora continua, con énfasis en la eliminación de desperdicios, el rediseño del layout y el fortalecimiento del mantenimiento productivo.

Para la pregunta número 3 (“¿Qué mantenimiento preventivo no se realiza hoy en día que podría reducir el tiempo de inactividad?”), surgió una observación significativa por parte del señor Eduardo Calil, quien afirmó:

“Hace falta un buen mantenimiento previo al inicio de pintura en la cabina, limpieza general.”

Esta respuesta resalta una oportunidad clara de mejora asociada con la falta de mantenimiento preventivo sistemático, particularmente en las áreas críticas del proceso como la cabina de pintura. En términos del enfoque TPM (Total Productive Maintenance), esta omisión representa una debilidad en la aplicación del pilar de mantenimiento planificado, lo que puede estar contribuyendo a pérdidas por paradas no programadas, tiempos de alistamiento prolongados y posibles defectos de calidad.

La implementación de rutinas estandarizadas de limpieza y verificación antes de iniciar operaciones conocidas como actividades de “mantenimiento autónomo” y “5S” no solo contribuiría a extender la vida útil de los equipos, sino también a garantizar condiciones de operación más estables y a disminuir las causas raíz de interrupciones o retrabajos.

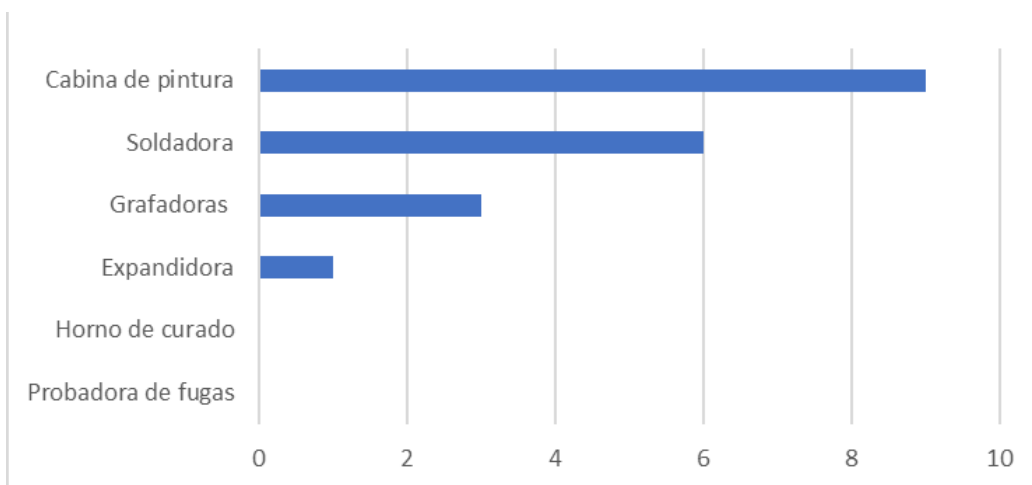
La pregunta número 4 (“¿Cuál es el proceso más complicado de ajustar en la línea de producción? ¿Y por qué?”) reveló como tendencia principal que los procesos más complejos de ajustar son la soldadora, las grafadoras y la cabina de pintura.

Estos hallazgos señalan una deficiencia en la estandarización de ajustes y en la implementación de metodologías como SMED (Single-Minute Exchange of Die), una herramienta del Lean Manufacturing orientada a reducir significativamente los tiempos de preparación y cambio de formato. La falta de SMED puede estar generando desperdicio por tiempos de espera, lo cual impacta directamente en el OEE (Overall Equipment Effectiveness), afectando la productividad de la línea.

Adicionalmente, la elevada complejidad de ajuste en estos equipos sugiere la necesidad de fortalecer el enfoque de TPM, asegurando que los procedimientos de alistamiento, mantenimiento y calibración se realicen de manera anticipada, estandarizada y documentada. Esto permitiría reducir errores, evitar retrabajos y facilitar una operación más fluida.

A continuación, se presenta un gráfico con los resultados obtenidos:

Figura 18. Máquinas y/o procesos más complejos para ajustes operacionales

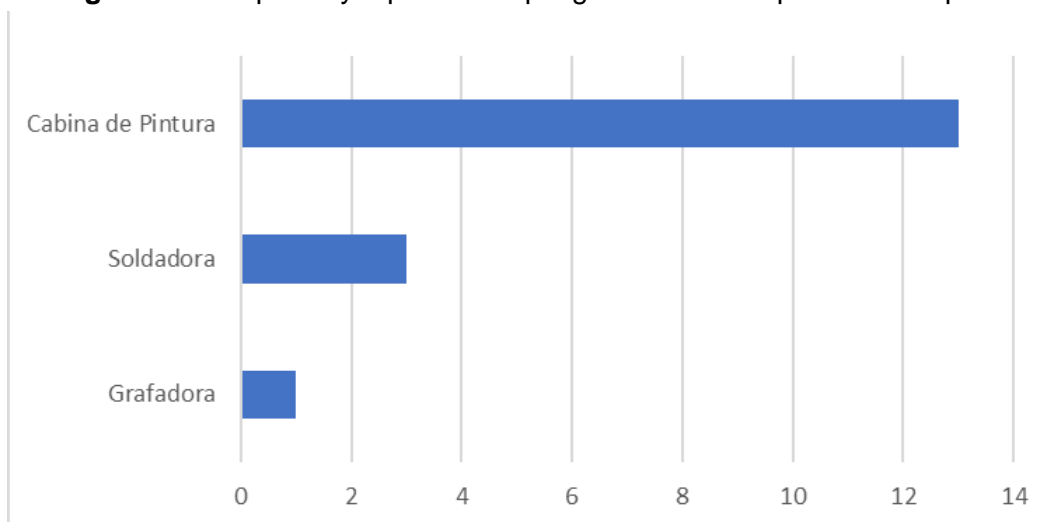


Fuente: Elaboración propia

Coincidentemente, en los mismos tres equipos soldadora, grafadora y cabina de pintura se concentran, según la percepción de los entrevistados, los procesos y máquinas que generan la mayor cantidad de reprocesos en la producción.

El reproceso es identificado como uno de los siete desperdicios principales (Muda) en Lean, ya que consume recursos sin agregar valor al producto final, impactando negativamente los costos, la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente. En este caso, la recurrencia de defectos podría estar asociada tanto a ajustes inadecuados, falta de mantenimiento preventivo (TPM), como a inconsistencias en la operación de los equipos críticos.

Figura 19. Máquinas y/o procesos que generan más reprocesos de producción

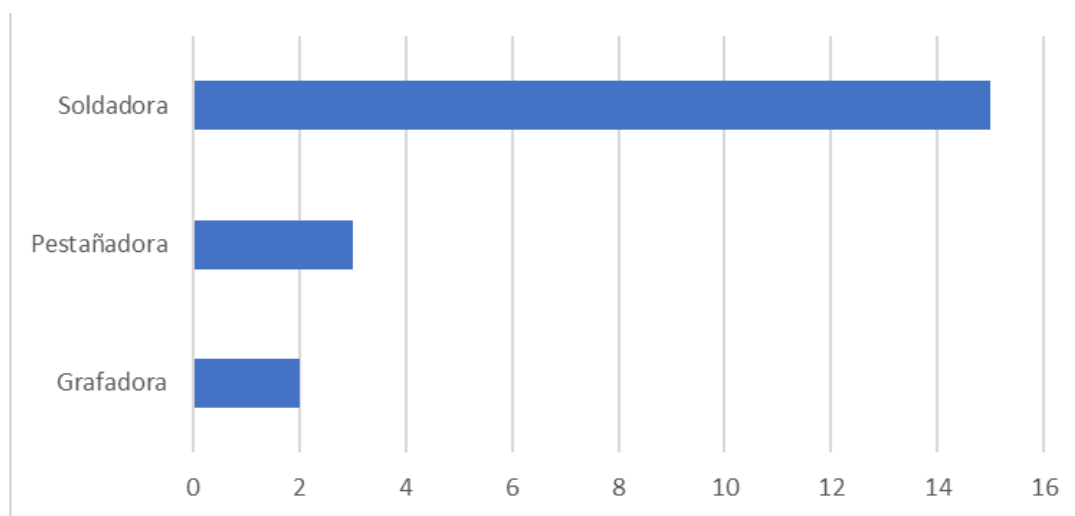


Fuente: Elaboración propia

Otro aspecto considerado fue la identificación de las etapas que generan mayor cantidad de chatarra o scrap, con base en la pregunta número 7: “¿Cuáles etapas del proceso generan el mayor volumen de chatarra/scrap y por qué?”

Los resultados, presentados gráficamente a continuación, evidencian procesos con alta generación de desperdicio. Desde el enfoque Lean Manufacturing, la chatarra es uno de los siete desperdicios (muda), y su presencia frecuente indica fallas en la estandarización, mantenimiento o control de calidad en proceso.

Figura 20. Máquinas y/o procesos que generan más scrap



Fuente: Elaboración propia

Los resultados presentados anteriormente comienzan a delinear un patrón común y preocupante: los problemas de mantenimiento, ajustes, reprocesos y generación de chatarra se concentran en los mismos tres equipos soldadora, grafadora y cabina de pintura. Esta convergencia sugiere la necesidad de un enfoque integral de mejora, aplicando herramientas del Lean Manufacturing como TPM, SMED y estandarización de procesos, con el fin de atacar las causas raíz de manera estructurada y sostenida.

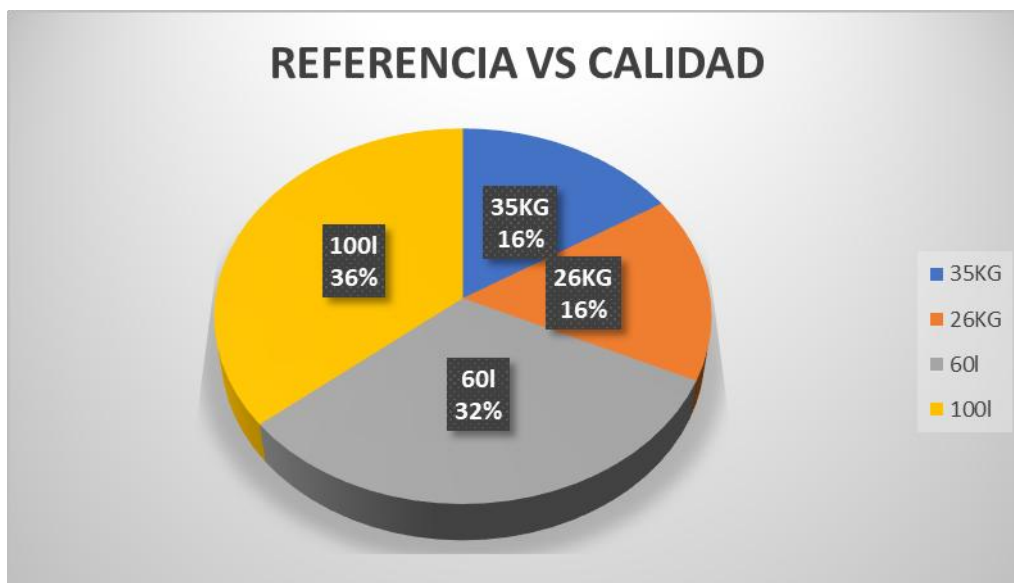
Diversos entrevistados coincidieron en que el control de calidad más complejo en la línea es el proceso de prueba de fugas (hermeticidad). La mayoría identificó esta etapa como crítica debido a que consiste en una inspección visual realizada en línea: se aplica una solución jabonosa sobre la costura de soldadura del envase mientras se inyecta aire comprimido en su interior. De este modo, el operario debe detectar visualmente cualquier fuga en la soldadura o en las uniones entre la tapa, el fondo y el cuerpo del tambor.

Esta tarea, al depender del juicio humano y realizarse a alta velocidad, representa un desafío importante desde el enfoque Lean. La prueba se convierte en un punto vulnerable del sistema de calidad, ya que se basa en la inspección posterior en lugar de prevenir defectos en origen. Según los principios del Lean Manufacturing, este tipo de control es menos confiable y genera desperdicio asociado al retrabajo o scrap por defectos no detectados oportunamente.

Por tanto, se evidencia la oportunidad de aplicar herramientas como poka-yoke (a prueba de errores), automatización del test de hermeticidad, o estandarización de parámetros críticos del proceso de soldadura y grafado, con el fin de garantizar la calidad desde la fuente y reducir la variabilidad asociada al factor humano.

Según la pregunta de número 10 (De las 4 referencias que se fabrican hoy (26kg, 35kg, 60l, 100l), ¿Cuál genera más problemas de calidad y por qué?). Según los entrevistados los envases de 60 y 100 litros son los más críticos.

Figura 21. Referencias de envases que más generan problemas de calidad



Fuente: Elaboración propia

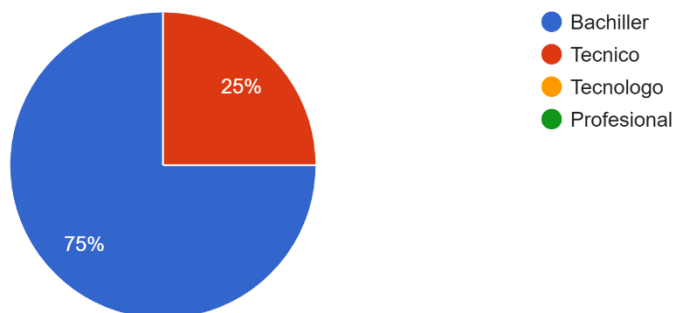
En la sesión de preguntas relacionadas con la gestión humana, no se evidenció ningún factor influyente en la baja productividad. A continuación, se presentan los resultados más relevantes.

Según el 75 % de los entrevistados, la línea de fabricación de tambores medianos no requiere formación técnica, tecnológica o profesional. A continuación, se presenta el resultado gráfico:

Figura 22. Nivel de formación académica

¿Qué nivel de educación considera suficiente para trabajar en esta línea de producción?

16 respuestas



Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, los equipos analizados incluyen procesos técnicos específicos que requieren entrenamiento y capacitación especializada, especialmente en su operación y ajuste. Esta necesidad fue resaltada por el señor Marlon Díaz, operario líder, quien mencionó:

“Soldadura: un entrenamiento básico en el equipo y en cómo solucionar posibles fallas. Pintura: un entrenamiento en medición de viscosidades, entrenamiento en pinturas horneables (el tiempo de curado, tipo de pinturas, etc.).”

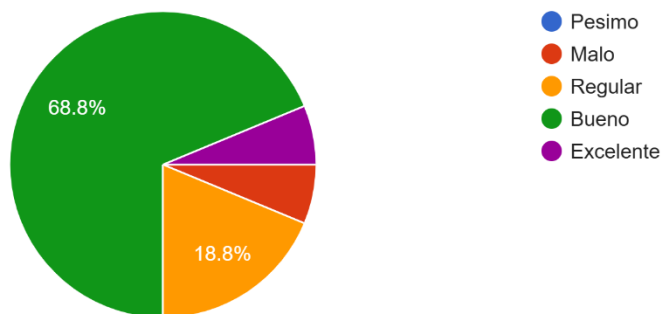
Desde el enfoque del Lean Manufacturing, el desarrollo de competencias técnicas del personal operativo es un pilar esencial para garantizar la estandarización, la calidad en la fuente y la sostenibilidad de las mejoras implementadas. Capacitar al personal no solo reduce errores y paradas por desconocimiento, sino que también empodera a los trabajadores para realizar mantenimiento autónomo y tomar decisiones más efectivas durante la operación.

Adicionalmente, en la entrevista se abordó la percepción sobre el clima laboral, con el fin de evaluar el nivel de bienestar general de los empleados. El 75,1 % de los entrevistados calificó el ambiente laboral como entre excelente y bueno, el 18,8 % lo consideró regular, y solo un entrevistado lo calificó como malo. A continuación, se presenta un gráfico con los resultados obtenidos.

Figura 23. Clima Laboral

Del 1 al 5, ¿Cómo calificarías el clima laboral de los trabajadores que trabajan en esta línea de producción? Siendo 1 un clima laboral pésimo y siendo 5 un clima laboral excelente.

16 respuestas



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se analizan los datos recopilados en las entrevistas relacionados con la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en la línea de producción de tambores medianos.

La primera pregunta fue: ¿Esta línea de producción cuenta con un sistema de medición de datos en tiempo real para análisis y toma de decisiones?

La respuesta fue casi unánime: la línea no cuenta con un sistema de medición en tiempo real, aunque sí existen sistemas similares implementados en otras líneas. Esta carencia representa una limitación para el análisis ágil y la toma de decisiones basadas en datos, aspecto esencial en entornos Lean donde se busca la visualización del desempeño y la respuesta inmediata a desviaciones.

Con respecto a la estandarización de procesos, las respuestas fueron contradictorias. Mientras algunos entrevistados afirmaron que no existen instructivos, el señor Cristian Rojas, Inspector de Calidad, indicó:

“Sí se cuenta con Instructivos de Trabajo (IT) objetivos y claros. Aunque existen instrucciones de seguridad, no todos los empleados están debidamente capacitados. Impartir formación regular y actualizaciones sobre seguridad es fundamental para mantener un entorno de trabajo seguro.”

Este contraste evidencia una falta de difusión y capacitación sobre los estándares existentes, lo cual debilita la estandarización y va en contra del principio Lean de trabajo estable y repetible. La implementación efectiva de instrucciones operativas y de seguridad, acompañada de formación continua, es esencial para garantizar la calidad en la fuente y evitar variaciones innecesarias.

En cuanto al diseño de la línea, la pregunta: ¿La línea de producción tiene un flujo continuo, tanto en ritmo como en la organización (layout) de los equipos?, recibió respuestas unánimes: no existe un flujo continuo implementado. El señor Johanny Montealegre, Analista de Calidad, señaló:

“El flujo de la línea de producción es interrumpido en varias etapas, lo que provoca cuellos de botella y retrasos. Un análisis del diseño del layout y la implementación de un flujo más lineal y equilibrado podría ayudar a mejorar la eficiencia.”

Este punto se refuerza en la pregunta sobre tiempos de espera entre procesos. Según el señor Kevin Peña, Operario de Producción:

“Esto ocurre por el tipo de equipos o máquinas que tenemos, ya que en su mayoría son manuales, lo que genera demasiados tiempos de espera. Esto se podría solucionar ubicando las máquinas de manera más continua y colocando transportadores de equipo a equipo para lograr un flujo más ágil.”

Estos testimonios evidencian la ausencia de flujo continuo y la presencia de desperdicios por movimiento, esperas y transporte innecesario, tres de los *siete desperdicios clásicos* identificados por el Lean Manufacturing. La reorganización del layout y la automatización parcial podrían contribuir a mejorar significativamente la eficiencia del proceso.

Por último, respecto a la metodología 5S, si bien se reconoció su presencia en la empresa, los entrevistados coinciden en que su aplicación no es consistente. El señor Johanny Montealegre agregó:

“En este momento, la metodología 5S no se aplica de manera consistente. Implementarla de forma efectiva podría fomentar un ambiente de trabajo más ordenado y seguro, además de mejorar la productividad.”

Esto indica que, si bien existe la intención de aplicar herramientas Lean, su sostenibilidad depende de la disciplina operativa, seguimiento constante y refuerzo por parte del liderazgo. Una implementación rigurosa de las 5S no solo mejora la organización, sino que

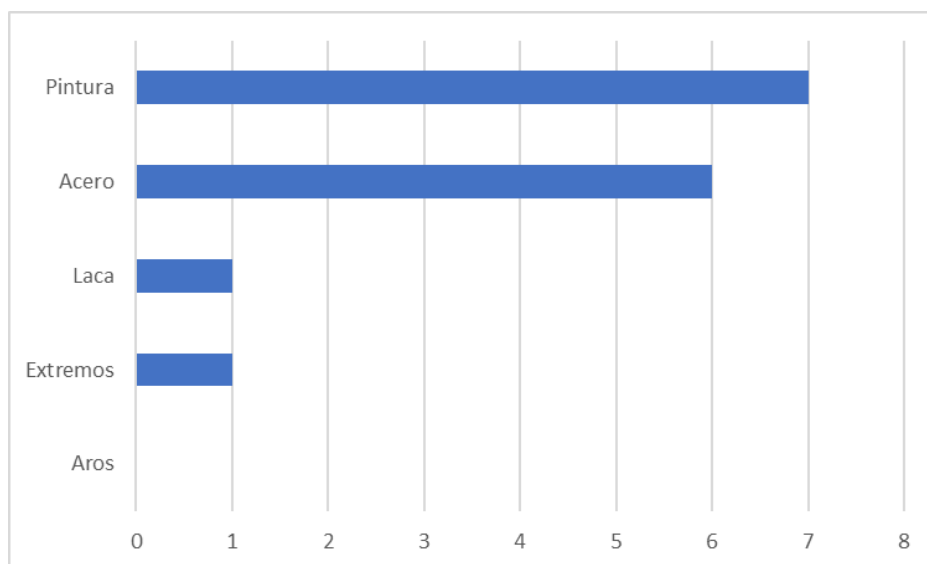
actúa como base para otras herramientas Lean como TPM, flujo continuo y calidad en la fuente.

Con respecto a la cadena de suministro, comenzando por las materias primas, se les preguntó a los entrevistados: “¿Qué materias primas y/o insumos generan más problemas y variaciones en el proceso de fabricación?”

Las respuestas señalaron de forma consistente que la pintura y el acero son los componentes que más generan reprocesos y pérdidas de tiempo en la producción. En el caso de la pintura, los principales problemas se relacionan con variaciones en la viscosidad, exceso de sólidos y otras inconsistencias técnicas que afectan la calidad del acabado y provocan ajustes adicionales. En cuanto al acero, al tratarse de un material de origen nacional y uso comercial, no siempre cumple con los estándares de calidad esperados, especialmente en lo referente a la capa de aceite protector contra la oxidación. Cuando esta capa es excesiva, es necesario realizar lavados adicionales, generando retrasos y desperdicio operativo.

Desde la perspectiva del Lean Manufacturing, esta variabilidad en los insumos representa un desperdicio por defectos y sobreprocesos, y evidencia la necesidad de fortalecer la colaboración con proveedores para asegurar que las materias primas cumplan con especificaciones técnicas estandarizadas. A continuación, se presenta un gráfico que resume los insumos identificados por los entrevistados como los más problemáticos en el proceso productivo.

Figura 24. Materias primas y/o insumos que más impactan en la producción

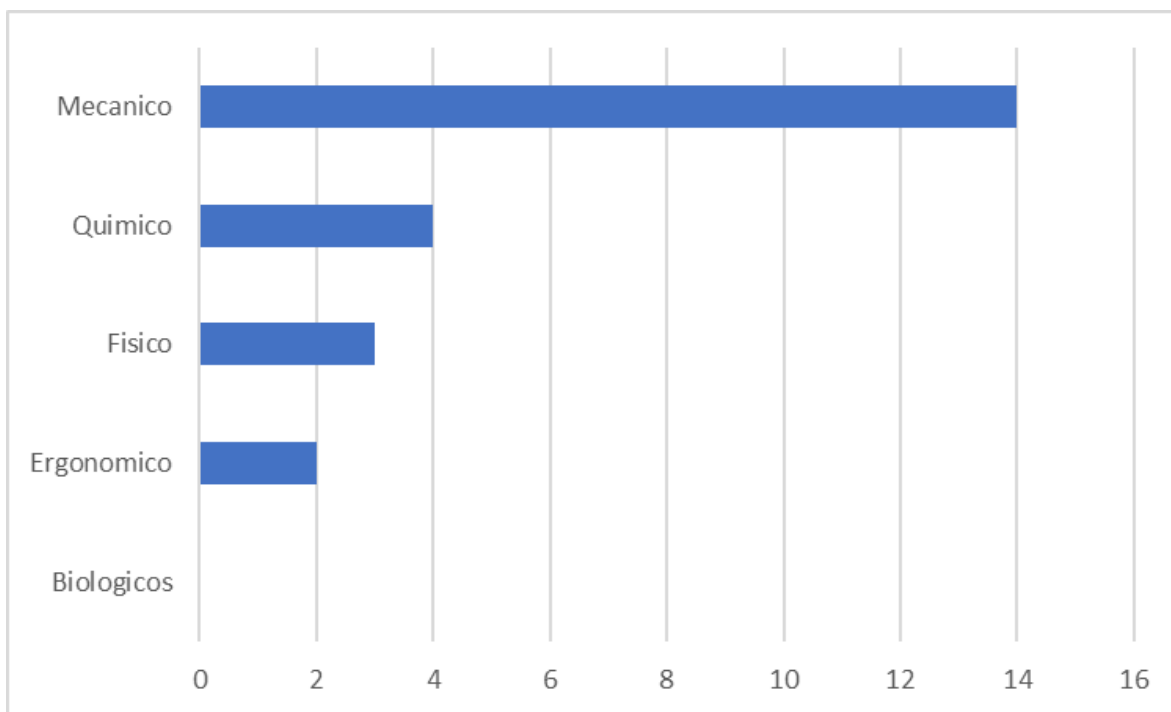


Fuente: Elaboración propia

No se evidenciaron otros tipos de problemas en la cadena de suministro, como aquellos relacionados con stock mínimo, lotes estándar u optimización de cargas de transporte.

En cuanto a la seguridad industrial, se abordaron diversos aspectos como los riesgos laborales, el uso de EPP (Elementos de Protección Personal), los procedimientos y las guardas de protección. La primera pregunta se centró en los riesgos laborales, y como se evidencia gráficamente a continuación, el principal tipo de riesgo identificado en esta línea de fabricación es el riesgo mecánico:

Figura 25. Riesgos laborales



Fuente: Elaboración propia

Los riesgos mecánicos identificados están estrechamente relacionados con los procesos manuales presentes en la manufactura de envases medianos, lo que incrementa la probabilidad de accidentes por cortes, atrapamientos y sobreesfuerzos físicos. Tal como lo mencionó el señor Kevin Peña, Operario de Producción:

“Cortes debido a la manipulación de láminas y cuerpos; desgaste cuando hay que subir el envase ya grafado en unas guías altas y no aptas para transportarlos hacia la zona de cabinas, generando cansancio y desgaste de los operadores.”

En cuanto a los procedimientos de seguridad, hubo una respuesta prácticamente unánime entre los entrevistados. La mayoría reconoció como práctica fundamental el uso del sistema LOTOTO (Lock Out, Tag Out, Try Out) antes de cualquier intervención de mantenimiento o ajuste, como lo expresó el señor Cristian Porto, Operario de Producción:

“Utilizar el LOTOTO: bloqueo y etiquetado.”

Esta respuesta destaca una fortaleza importante en la cultura preventiva de la empresa, alineada con los pilares del TPM, que promueven condiciones seguras antes de intervenir cualquier equipo.

Por último, frente a la pregunta: “¿Los EPP utilizados son eficaces y suficientes para todas las operaciones? ¿Qué EPP sería necesario y aún no está implementado?”, todas las respuestas fueron positivas, lo que refleja un compromiso sólido de la organización con la seguridad operativa y el bienestar de sus colaboradores, en concordancia con las prácticas de manufactura segura y responsable.

Figura 26. Calidad de los EPP's

¿Los EPP's utilizados son eficaces y suficientes para todas las operaciones? ¿Qué EPP sería necesario y aun no está implementado?

16 respuestas

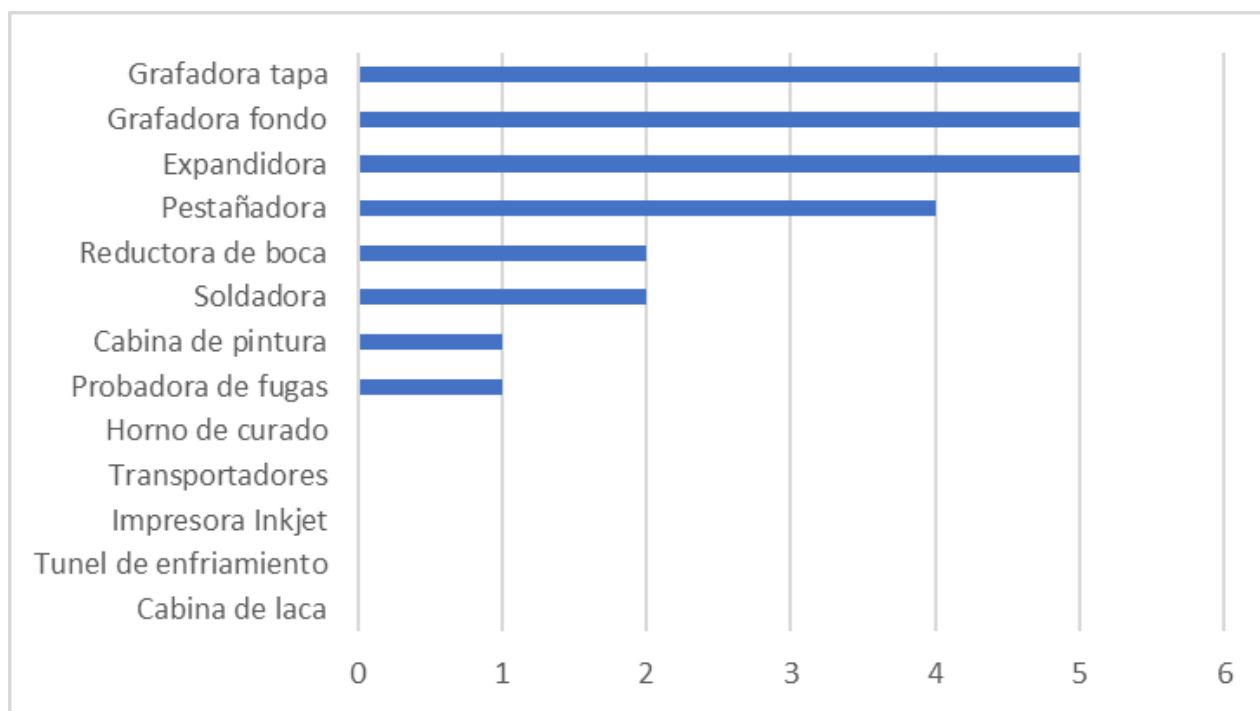
Si
Los epp están contemplados en la matriz de Epp
si, una careta completa para la cara en las grafadoras
Si son suficientes
Si están bien
Si son eficaces depende el uso que cada colaborador le de.
Suficientes los implementados
Pienso que actualmente los epps que manejamos son los necesarios y cumplen con su función de minimizar riesgos.

Fuente: Elaboración propia

La última pregunta del cuestionario se refirió a las guardas y protecciones de los equipos ubicados en la línea de fabricación de tambores medianos. Debido a la complejidad de los procesos manuales, se identificó que los equipos con mayor inseguridad en cuanto a guardas de protección están directamente relacionados con aquellos más manuales, los cuales se concentran en la línea de conformación de los tambores medianos.

En el gráfico a continuación se presenta la distribución según la percepción de los entrevistados:

Figura 27. Máquinas con oportunidades en guardas de protección



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta una tabla resumen con los principales hallazgos derivados de las entrevistas, organizada por temas clave. En ella se detallan las situaciones identificadas y las percepciones de los colaboradores, lo que permite tener una visión integral del estado actual de la operación desde una perspectiva interna.

Tabla 6. Principales hallazgos y percepciones de los colaboradores

TEMA	HALLAZGOS PRINCIPALES	PERCEPCIONES DE LOS COLABORADORES
Equipos con fallas frecuentes	Soldadora, grafadoras y cabina de pintura presentan alta frecuencia de fallas	Fallas frecuentes generan paradas no planificadas
Automatización	Falta de automatización en procesos críticos	Automatización mejoraría eficiencia y ergonomía
Mantenimiento preventivo	Ausencia de rutinas preventivas al inicio de jornada	Necesidad de limpieza previa en cabina de pintura
Complejidad de ajustes	Alistamientos complejos; ausencia de SMED	Alto tiempo de ajuste genera cuellos de botella
Reprocesos	Frecuentes reprocesos en soldadura, grafado y pintura	Problemas recurrentes afectan la calidad
Chatarra / Scrap	Desperdicio por fallas técnicas en procesos clave	Pérdida de material y retrabajos
Control de calidad	Prueba de fugas dependiente del operador y subjetiva	Dificultad por inspección visual rápida
Capacitación técnica	Falta de formación técnica específica en equipos	Demanda de formación en soldadura y pintura
(Lean) Sistema de datos en tiempo real	No implementado en esta línea, sí en otras	Limitación para análisis y decisiones oportunas
Estandarización / Instructivos	Desconocimiento parcial de instructivos y procedimientos	No todos están informados ni capacitados
Layout y flujo de proceso	Flujo interrumpido; disposición ineficiente de equipos	Se recomienda rediseño del layout y uso de transportadores
5S	Aplicación inconsistente en la planta	Orden y seguridad pueden mejorar con aplicación constante
Suministros problemáticos	Variabilidad en pintura y acero afecta calidad	Necesidad de control sobre especificaciones del material

Fuente: Elaboración propia

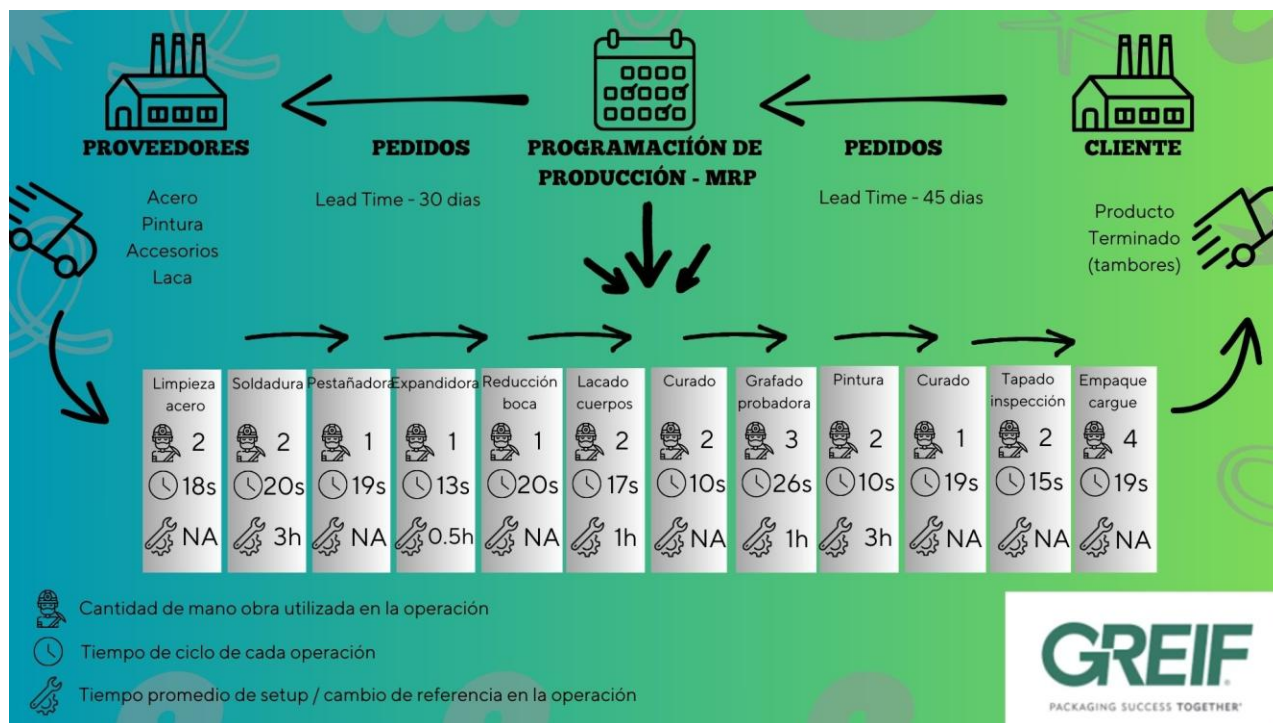
8.2 VSM – Value Stream Mapping

Con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el proceso de manufactura de envases medianos, se aplicó la herramienta de Value Stream Mapping (VSM) en la línea de producción de tambores. Esta metodología, parte del enfoque Lean Manufacturing, de acuerdo con Shook (1999) permite visualizar de forma integral el flujo de materiales e información, desde la recepción de la materia prima (acero, pintura, insumos) hasta la entrega del producto terminado al cliente.

El mapeo del flujo de valor facilita la identificación de actividades que no agregan valor, cuellos de botella, tiempos de espera, reprocesos y otras fuentes de desperdicio que impactan negativamente la eficiencia del proceso. Según Shook (1999) en un entorno altamente manual y técnico como el de la fabricación de envases metálicos, esta herramienta resulta clave para comprender las interacciones entre equipos, operarios y sistemas, y establecer una base sólida para la mejora continua.

A continuación, el mapa del flujo de valor de la línea de fabricación de tambores medianos (estado actual):

Figura 28. VSM – Value Stream Mapping línea de medianos



Fuente: Elaboración propia

El presente análisis evalúa el mapeo de flujo de valor (VSM) en la línea de fabricación de tambores metálicos medianos, con el objetivo de identificar oportunidades de mejora en la reducción del lead time y la optimización de procesos clave.

Información general:

- Lead time total de entrega: 45 días
- Recepción de órdenes: A través del sistema MRP
- Lead time de materias primas: 30 días
- Principales insumos: Acero, pintura, laca y accesorios

El análisis revela que tanto el lead time de materias primas (30 días) como ciertos procesos de fabricación impactan de forma significativa en el tiempo total de entrega al cliente. En particular, se identificaron tiempos muertos generados por configuraciones de máquina en etapas como la soldadura del cuerpo, expandidora, lacado, grafadora, prueba de fugas y pintura del envase.

Para abordar esta problemática, se recomienda la aplicación de la metodología SMED (Single-Minute Exchange of Die), orientada a reducir los tiempos de setup y aumentar la flexibilidad operativa. Asimismo, se sugiere revisar la planificación de la producción, buscando secuencias más eficientes que reduzcan el número de cambios innecesarios y permitan un flujo más continuo.

En el análisis de tomas de tiempo, se identificó como cuello de botella el proceso combinado de grafado y prueba de fugas, con un tiempo de ciclo de 26 segundos. En este contexto, se propone considerar este punto en un posible análisis de inversión para automatización, con el objetivo de reducir este tiempo a 20 segundos, lo que representaría una mejora del 23%. Esta reducción permitiría un mejor balanceo de línea, eliminando restricciones en el flujo productivo y aumentando la capacidad efectiva de producción.

Estas acciones integradas, optimización del flujo de valor, reducción de setups y automatización selectiva en el cuello de botella contribuirán directamente a mejorar la competitividad de la línea, acortar los plazos de entrega y elevar el nivel de servicio al cliente.

9. Resultados de la solución

9.1 Resultado observado

9.1.1 Fortalezas

Greif Colombia S.A.S. cuenta con una serie de fortalezas clave que respaldan su compromiso con la excelencia en la fabricación de tambores medianos. Una de sus principales ventajas es la **experiencia y el conocimiento de su mano de obra**, aspecto que se evidencia en la figura 17 del diagnóstico organizacional (p. 45), donde el 37,5 % de los entrevistados reporta tener más de 15 años de antigüedad en la empresa. Este capital humano se desarrolla dentro de un **entorno laboral positivo**, caracterizado por la colaboración, la estabilidad y el sentido de pertenencia. Esta fortaleza también fue confirmada en la figura 24 (p. 51) del mismo diagnóstico, en la que el 75,1 % de los encuestados calificó el clima laboral como entre excelente y bueno.

En términos operativos, Greif Colombia S.A.S. ha logrado una **estandarización efectiva tanto de los stocks mínimos como de los lotes mínimos de producción**. Esta práctica le permite mantener un control eficiente de los inventarios, asegurando la continuidad de la operación sin incurrir en excesos ni en faltantes innecesarios. Además, la empresa ha optimizado el proceso de cargue de tambores en los camiones, maximizando el uso de la capacidad de transporte y reduciendo significativamente los costos logísticos. Estas mejoras operativas fueron evidenciadas en el diagnóstico organizacional, específicamente en el análisis de la cadena de suministro presentado en la página 53.

Uno de los pilares más destacados de Greif Colombia S.A.S. es su sólida **cultura de seguridad**, profundamente arraigada en todos los niveles de la organización. Este compromiso se manifiesta en el uso riguroso de Elementos de Protección Personal (EPP) de alta calidad, en la implementación constante de la metodología LOTOTO (bloqueo y etiquetado para el control de energías peligrosas) y en la firme orientación hacia la meta de “Cero Accidentes”. Estas prácticas reflejan una responsabilidad permanente con el bienestar de los colaboradores y con la sostenibilidad de las operaciones. Esta fortaleza fue evidenciada en el diagnóstico organizacional, específicamente en la página 54, donde se destacan las respuestas de los entrevistados que reconocen la cultura de seguridad como un valor fundamental de la empresa.

9.1.2 Oportunidades

A pesar de contar con fortalezas destacables, Greif Colombia SAS también presenta diversas oportunidades de mejora que pueden potenciar significativamente la eficiencia, seguridad y sostenibilidad de su línea de producción de tambores medianos. Uno de los principales retos actuales es la transición generacional hacia la generación Z en el mercado laboral. Para facilitar esta integración, es clave avanzar en la **digitalización de procedimientos e instrucciones de trabajo**, promoviendo entornos más intuitivos y tecnológicos que estén alineados con las habilidades de los nuevos talentos.

En cuanto a materiales, se abre una gran oportunidad en la **búsqueda e implementación de nuevas tecnologías en materias primas**, especialmente en acero y pintura, enfocadas no solo en mejorar la eficiencia del proceso productivo, sino también en adoptar prácticas más eco-amigables. En este sentido, resulta estratégico buscar aceros con menor cantidad de aceite, lo que evitaría reprocesos de lavado de láminas y reduciría también fallas relacionadas con pintura y laca.

Dentro del proceso de aplicación de recubrimientos, es importante fortalecer la **estandarización** de la preparación y aplicación de pintura y laca. Esto incluye la definición precisa de parámetros como viscosidad, patrón de color, tiempos de agitación, temperatura de calentadores, ajustes de pistolas, rutinas de limpieza y mantenimiento autónomo, lo cual garantizaría mayor uniformidad y calidad en el producto final.

Desde el punto de vista del talento humano, se identifican oportunidades valiosas en la **capacitación específica en procesos clave** como soldadura y pintura, que por su naturaleza técnica requieren conocimientos muy particulares. Igualmente, se hace necesaria una revisión y reentrenamiento de los instructivos de trabajo y de seguridad, asegurando que estén completamente alineados con las mejores prácticas operativas actuales.

Otra mejora clave es la implementación de un **sistema de medición de eficiencia (OEE)** en la línea de tambores medianos. Ya que la empresa cuenta con el sistema “Progea” en otras líneas, su extensión a esta línea permitiría una evaluación continua del desempeño, facilitando la toma de decisiones basadas en datos reales.

Complementariamente, se propone aplicar la **metodología 5S** en esta línea específica, siguiendo el ejemplo exitoso de otras áreas de la planta. Esto implicaría auditorías regulares, análisis de resultados e implementación de planes de acción que fomenten el orden, la limpieza y la eficiencia operativa.

A nivel estructural, uno de los hallazgos más relevantes es el **layout ineficiente** de los equipos, lo que genera mudas, exceso de inventario intermedio y movimientos innecesarios. Un análisis profundo de la distribución permitiría rediseñar el flujo productivo y mejorar significativamente la productividad.

En relación con el mantenimiento, se identifican oportunidades claras en la implementación de **estrategias preventivas, predictivas y autónomas** para los tres equipos críticos de la línea: grafadora, cabina de pintura y soldadora. Esto, además de mejorar la disponibilidad de los equipos, reduce paros inesperados y aumenta la confiabilidad operativa.

Asimismo, se plantea la necesidad de una **modernización y automatización** de estos tres procesos clave, con el fin de aumentar la precisión, reducir la variabilidad humana y optimizar tiempos de ciclo. Una mejora prioritaria sería la automatización del sistema de prueba de fugas, actualmente manual y altamente dependiente del operario, lo que compromete la confiabilidad del proceso y ya demostrado en el punto 8.2 VSM, que este proceso actualmente es el cuello de botella de la línea de fabricación. Un sistema automático garantizaría mayor consistencia y trazabilidad.

Finalmente, se recomienda la implementación de herramientas Lean Manufacturing enfocadas en la reducción del tiempo de setups y cambios de referencias (SMED), lo que agilizaría la producción y permitiría una mayor flexibilidad ante variaciones en la demanda.






9.2 Propuesta de solución

A partir del análisis realizado en la línea de fabricación de tambores medianos de Greif Colombia SAS, se identificaron diversas oportunidades de mejora orientadas a mejorar la productividad e incrementar la capacidad de producción, además de fortalecer la seguridad, mejorar la calidad del producto y avanzar hacia procesos más sostenibles y digitalizados.

Los planes de acción fueron desglosados en acciones, objetivos, actividades/tareas, costos iniciales aproximados (considerados en dólares) y responsables de la ejecución. Cabe recordar que se trata de recomendaciones que pueden ser ajustadas o adaptadas por la empresa.

A continuación, se detallan los principales planes de acción:

Figura 29. Planes de acciones

 Acción	 Objetivo	 Actividades	 Costo	 Responsable
Revisión y digitalización de procedimientos e instructivos de trabajo	Garantizar la eficiencia de los procedimientos y facilitar adaptación de la generación Z.	Revisar, actualizar, validar y digitalizar todos los instructivos de trabajo y procedimientos con herramientas interactivas y capacitaciones.	\$1,000.00*	Analista de Producción / Coordinador de IT
Búsqueda de nuevas tecnologías en acero y pintura eco-friendly	Mejorar la eficiencia y la sostenibilidad	Evaluar proveedores, hacer pruebas piloto, validar rendimiento	\$5,000.00*	Jefe de Compras / Ingeniero de Proyectos
Acero con menor porcentaje de aceite	Reducir reprocesos de pintura y lavado de laminas	Evaluar proveedores, hacer pruebas piloto, validar rendimiento%	\$2,000.00*	Jefe de Compras / Ingeniero de Proyectos
Automatización del sistema de prueba de fugas	Aumentar la confiabilidad y reducir dependencia del operario	Adquirir sistema automático, instalar y capacitar operarios	\$150,000.00*	Ingeniero de Proyectos
Capacitación en procesos de soldadura y pintura	Mejorar calidad del producto y reducir reprocesos	Cursos teóricos-prácticos, actualización de instructivos	\$5,000.00*	Jefe de Recursos Humanos
Implementación de control de OEE con sistema Progea	Medir y mejorar eficiencia productiva	Extender el sistema Progea e instalar sensores	\$5,000.00*	Analista de Producción / Coordinador de IT
Reducción del tiempo de cambios de referencias en los principales procesos (Grafado, Pintura y Soldadura)	Mejorar la eficiencia productiva	Implementación de metodología Lean Manufacturing para reducción de tiempo de cambios de referencias	\$10,000.00*	Supervisor de Producción / Analista de Producción
Exceso de movimientos y mudas con el Layout / distribución de maquinas actual	Mejorar la fluidez de la línea de producción	Optimización del layout actual	\$20,000.00*	Ingeniero de Proyectos
Excelencia en mantenimiento (TPM - Mantenimiento Productivo Total)	Mejorar la eficiencia productiva mediante la reducción de paros inesperados	Revisión del plan de mantenimiento preventivo, implementación de mantenimiento predictivo, implementación de mantenimiento autónomo y capacitación	\$5,000.00*	Supervisor de Mantenimiento
Implementación de metodología 5S	Mejorar orden, limpieza y eficiencia	Implementación de auditorías de 5S, planes de acción, capacitación y seguimiento	\$1,000.00*	Supervisor de Producción / Analista de Producción

*Valores aproximados en dólares

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan los diferentes planes de acción propuestos para la mejora de la línea de fabricación, cada uno con sus respectivos objetivos y actividades. Estos planes han sido formulados con base en los principios de Lean Manufacturing.

Revisión y digitalización de los procedimientos e instructivos de trabajo, con el objetivo de garantizar su eficiencia y facilitar la adaptación de la generación Z a los procesos operativos. Esta iniciativa busca revisar, actualizar, validar y digitalizar todos los documentos operativos, incorporando herramientas interactivas como videos explicativos, infografías y códigos QR, así como la ejecución de capacitaciones orientadas a la apropiación del contenido por parte de los operarios.

Desde el enfoque Lean Manufacturing, esta acción se alinea con el principio de estandarización del trabajo, que permite reducir la variabilidad en la ejecución de las tareas y asegurar una base sólida para la mejora continua. Además, la implementación de recursos visuales e interactivos se relaciona con el componente de organización visual de la metodología 5S, fortaleciendo la claridad en la ejecución de actividades y promoviendo un entorno de trabajo más ordenado, eficiente y seguro. La digitalización de la información también contribuye al despliegue del conocimiento dentro de la organización, asegurando su sostenibilidad en el tiempo y facilitando la transmisión efectiva entre generaciones.

Búsqueda e implementación de nuevas tecnologías en materias primas y acero con menor porcentaje de aceite, particularmente en acero y pinturas eco-amigables, con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa y avanzar hacia procesos más sostenibles. Esta iniciativa contempla la evaluación de nuevos proveedores, la realización de pruebas piloto con materiales alternativos y la validación de su rendimiento tanto en calidad como en impacto ambiental.

Desde el enfoque Lean Manufacturing, esta acción se relaciona directamente con la eliminación de desperdicios y la mejora continua del proceso productivo. Al incorporar aceros con menor contenido de aceite protector y pinturas con mejores propiedades de aplicación, se reducen reprocesos asociados al lavado de láminas y se mejora la eficiencia en el recubrimiento. Esto se traduce en una disminución de los desperdicios por defectos, alineándose con el principio de calidad en la fuente y con la estrategia de manufactura más limpia. Asimismo, esta iniciativa fortalece el compromiso de la organización con la sostenibilidad, sin comprometer la productividad ni la calidad del producto final.

Automatización del sistema de prueba de fugas, con el propósito de aumentar la confiabilidad del proceso y reducir la dependencia de la inspección visual realizada por el operario. Esta acción contempla la adquisición de un sistema automático de detección de fugas, su instalación en la línea de producción y la capacitación del personal en su uso y mantenimiento básico.

Esta iniciativa se fundamenta en los principios de Lean Manufacturing relacionados con la calidad en la fuente y la estandarización de procesos. Al reemplazar un proceso manual, altamente dependiente del criterio humano, por un sistema automatizado, se mejora la consistencia del control de calidad, se reduce la variabilidad y se fortalecen los mecanismos de trazabilidad. Además, esta automatización contribuye a la eliminación de uno de los principales cuellos de botella identificados en el análisis del flujo de valor, generando impactos positivos tanto en la productividad como en la satisfacción del cliente final al disminuir reclamos asociados a defectos de hermeticidad.

Capacitación especializada en los procesos de soldadura y pintura, con el objetivo de mejorar la calidad del producto final y reducir significativamente los reprocesos asociados a errores de ejecución. Esta iniciativa contempla la implementación de cursos teórico-prácticos dirigidos al personal operativo, así como la actualización de los instructivos técnicos con base en los nuevos conocimientos adquiridos.

Desde la perspectiva de Lean Manufacturing, esta acción se alinea con el principio de desarrollo de las personas y estandarización del trabajo. Al invertir en la formación técnica del talento humano, se potencia la capacidad del equipo para ejecutar los procesos con mayor precisión, reduciendo la variabilidad y los defectos de calidad. A su vez, la mejora en la competencia técnica del personal contribuye a una cultura de mejora continua, disminuye la dependencia de retrabajos y fortalece la sostenibilidad de los estándares operativos a lo largo del tiempo.

Implementación del control de OEE (Overall Equipment Effectiveness) en la línea de fabricación de tambores medianos, a través de la extensión del sistema Progea ya utilizado en otras áreas de la planta. Esta acción tiene como objetivo medir con precisión el desempeño operativo e identificar de manera oportuna las principales pérdidas en disponibilidad, rendimiento y calidad. Las actividades contempladas incluyen la integración del sistema Progea a esta línea específica, la instalación de sensores en equipos clave y la configuración de reportes automáticos para el monitoreo en tiempo real.

Desde la perspectiva Lean, esta acción está directamente alineada con el enfoque de mejora continua y toma de decisiones basada en datos. El control de OEE permite visibilizar de forma objetiva los desperdicios ocultos en el proceso, facilitando la priorización de acciones correctivas y la evaluación del impacto de las mejoras implementadas. Al contar con datos confiables y oportunos, la organización puede fortalecer la gestión del desempeño, optimizar la planificación de producción y consolidar una cultura operativa orientada a resultados medibles y sostenibles.

Reducción del tiempo de cambio de referencias en los principales procesos de la línea, específicamente en grafado, pintura y soldadura. El objetivo de esta intervención es minimizar los tiempos improductivos asociados a los ajustes entre lotes o referencias distintas, lo cual tiene un impacto directo en la disponibilidad de los equipos y en la flexibilidad de la operación. La actividad central consiste en la aplicación de una metodología Lean específica, orientada a la reducción de tiempos de cambio: SMED (Single Minute Exchange of Die).

Esta metodología permite analizar cada etapa del proceso de cambio, distinguir entre actividades internas y externas, y sistematizar tareas para que puedan ejecutarse en menor tiempo y con menor variabilidad. Su implementación no solo incrementa la productividad, sino que también reduce la presión sobre los operarios, mejora la planeación de la producción y disminuye los lotes mínimos necesarios, generando un sistema más ágil y adaptable a la demanda. En este sentido, la aplicación de SMED contribuye al enfoque Lean de eliminación de desperdicios y optimización de flujos, fortaleciendo la competitividad operativa de la línea.

Mejora en la distribución de las máquinas en la línea de producción, con el objetivo de mejorar la fluidez de la línea y optimizar la eficiencia global del sistema, se propone una intervención enfocada en la reorganización del layout existente.

La actividad principal consiste en realizar un análisis técnico del flujo de valor, evaluando recorridos, tiempos y distancias, con el fin de rediseñar la distribución de los equipos de forma más lógica, continua y ergonómica. Esta acción se sustenta en los principios de Lean Manufacturing relacionados con la eliminación de desperdicios particularmente los relacionados con movimientos y transporte innecesarios y con la mejora del flujo continuo. La optimización del layout permite reducir los cuellos de botella, facilitar la conexión entre procesos y aumentar la capacidad de respuesta de la línea frente a la demanda, consolidando un entorno productivo más eficiente, ordenado y seguro.

Una de las acciones fundamentales para mejorar la eficiencia productiva de la línea de tambores medianos es **la implementación de una estrategia de excelencia en mantenimiento**, basada en los principios del TPM (Mantenimiento Productivo Total). Esta iniciativa tiene como objetivo reducir al mínimo los paros inesperados que afectan la disponibilidad de los equipos críticos, a través de un enfoque integral que involucra tanto al área técnica como al personal operativo.

Las actividades contempladas incluyen la revisión y fortalecimiento del plan de mantenimiento preventivo, la implementación progresiva de mantenimiento predictivo apoyado en análisis de condición, y el desarrollo de prácticas de mantenimiento autónomo que empoderen a los operarios en el cuidado básico de sus equipos. Además, se prevé la ejecución de programas de capacitación orientados al conocimiento técnico, detección temprana de fallas y cultura de responsabilidad compartida sobre el estado de los activos.

Esta acción se alinea directamente con el pilar de mantenimiento de Lean Manufacturing, promoviendo una mayor confiabilidad operativa, mayor vida útil de los equipos y una cultura de mejora continua. La implementación efectiva de TPM no solo impacta en la disponibilidad y eficiencia, sino que también contribuye a la motivación del personal, al fomentar su participación activa en la sostenibilidad del proceso productivo.

La implementación de la metodología 5S representa una acción clave para fortalecer el orden, la limpieza y la eficiencia operativa en la línea de fabricación de tambores medianos. Esta intervención tiene como objetivo generar un entorno de trabajo más organizado, seguro y visualmente controlado, que facilite la ejecución de tareas, reduzca tiempos de búsqueda y minimice errores operativos.

Las actividades planteadas incluyen la ejecución de auditorías periódicas de 5S, la elaboración de planes de acción derivados de los resultados obtenidos, la capacitación del personal en los principios y beneficios de esta metodología, así como el seguimiento continuo para asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas. Esta acción fomenta la participación activa de los operarios en la gestión de su entorno laboral, consolidando una cultura de disciplina operativa y mejora continua.

Desde el enfoque Lean Manufacturing, la metodología 5S es un pilar esencial que no solo contribuye a la eliminación de desperdicios (como movimientos innecesarios o defectos por desorganización), sino que también establece las bases para otras prácticas Lean, al proporcionar visibilidad, estandarización y control visual. Su aplicación en esta línea productiva

permitirá crear condiciones más estables y predecibles para el desempeño diario, impactando de forma positiva en la productividad, la calidad y la seguridad.







9.3 Mecanismos de sostenibilidad

Para garantizar la correcta implementación y el seguimiento efectivo de los planes de mejora propuestos en la línea de fabricación de tambores medianos de Greif Colombia SAS, se plantean una serie de indicadores clave de desempeño (KPIs). Estos indicadores permiten medir de forma objetiva el avance, impacto y sostenibilidad de cada acción.

Los KPIs han sido organizados por ejes temáticos (Productividad, Calidad, Seguridad, Costo y Sostenibilidad) para facilitar su análisis y alinearlos con los objetivos estratégicos de la compañía. Cada uno incluye su unidad de medida, la meta esperada y la frecuencia de evaluación, permitiendo así tomar decisiones informadas y oportunas.

A continuación, las propuestas de indicadores de productividad, calidad, seguridad, costos y sostenibilidad:

Figura 30. Propuesta de indicadores de productividad

PROPUESTA DE INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD					
 Acción	 Indicador	 Unidad de Medida	 Meta	 Frecuencia	 Actual
Implementación de control de OEE con sistema Progea	OEE (Overall Equipment Effectiveness)	%	>80% sostenido	Diario / Mensual	37%
Exceso de movimientos y mudas con el Layout / distribución de máquinas actual	OEE (Overall Equipment Effectiveness)	%	>80% sostenido	Diario / Mensual	37%
Reducción del tiempo de cambios de referencias en los principales procesos (Grafado, Pintura y Soldadura)	OEE (Overall Equipment Effectiveness)	%	>80% sostenido	Diario / Mensual	37%
Excelencia en mantenimiento (TPM - Mantenimiento Productivo Total)	% de reducción de paradas no programadas	%	-80%	Diario / Mensual	3 horas diarias
Revisión y digitalización de procedimientos e instructivos de trabajo	Tiempo de capacitación de nuevos operarios	Horas	Reducción del 20%	Trimestral	8 horas







Fuente: Elaboración propia

Para el indicador de control de OEE, se establece como meta alcanzar y mantener un valor igual o superior al 80%. Este indicador será medido en línea a través del sistema PROGEA, recomendándose un seguimiento tanto diario como mensual con el fin de analizar los resultados y detectar oportunidades de mejora. Actualmente, el valor del indicador se encuentra en un 37%, por lo que se proyecta una mejora superior al 200% respecto al valor actual.

Para el indicador de porcentaje de reducción de paradas no programadas, la meta es disminuir en un 80% el valor actual y mantener dicha reducción de manera sostenida en el tiempo, mediante un seguimiento diario y mensual del cumplimiento. Actualmente, se registra un promedio de 3 horas diarias de paradas no programadas en la línea de producción; al lograr la reducción propuesta del 80%, se espera alcanzar un promedio estimado de 36 minutos diarios.

Con respecto al indicador de tiempo de capacitación de nuevos operarios, la meta es reducir en un 20% el número de horas requeridas, tomando como referencia las 8 horas actualmente empleadas. Con la implementación del proceso de digitalización, se proyecta alcanzar un tiempo total de capacitación de 6 horas y 15 minutos. Se recomienda realizar un seguimiento trimestral para verificar el cumplimiento de este indicador.

Figura 31. Propuesta de indicadores de calidad y seguridad

PROPUESTA DE INDICADORES DE CALIDAD / SEGURIDAD					
 Acción	 Indicador	 Unidad de Medida	 Meta	 Frecuencia	 Actual
Capacitación en el proceso de pintura y acero con menor % de aceite	% de reducción de reprocesos por pintura	%	-75%	Mensual	2 horas diarias
Capacitación en el proceso de soldadura	% de reducción de chatarra por mala soldadura	%	-50%	Mensual	2.5%
Automatización del sistema de prueba de fugas	% de reducción en reclamos de clientes por fugas	%	100%	Mensual	12 reclamos por fuga en 2024
Implementación de metodología 5S	Puntaje de auditoría de 5S	%	>90% sostenido	Mensual	No hay actualmente

Fuente: Elaboración propia







En cuanto al indicador de reducción de reprocesos por pintura, la meta es disminuir en un 75% la cantidad actual de reprocesos y mantener esta reducción de forma sostenida en el tiempo. Actualmente, se registra un promedio de 2 horas diarias dedicadas a reprocesos en el área de pintura, con la reducción propuesta, se espera alcanzar un máximo de 30 minutos diarios. Se recomienda realizar un seguimiento mensual para verificar el cumplimiento de este indicador.

Para el indicador de porcentaje de reducción de chatarra por defectos de soldadura, la meta es disminuir en un 50% el valor actual y mantener esta reducción de manera sostenida en el tiempo. Actualmente, se registra un 2,5% de chatarra sobre el total fabricado; con la implementación de las mejoras propuestas, se espera alcanzar un máximo del 1,25%. Se recomienda realizar un seguimiento mensual para verificar el cumplimiento de este indicador.

Con respecto al indicador de reducción de reclamos de clientes por fugas, la meta es lograr una disminución del 100%, es decir, alcanzar cero reclamos relacionados con esta causa. En el año 2024 se registraron un total de 12 reclamos por fugas provenientes de diferentes clientes; el objetivo es eliminar por completo estos casos. Se recomienda realizar un seguimiento mensual del indicador para verificar el cumplimiento de la meta.

En cuanto al indicador de auditoría de 5S, la meta es que la celda de producción alcance un porcentaje igual o superior al 90%, con un seguimiento mensual de los resultados obtenidos en las auditorías. Actualmente, no se realizan auditorías 5S en la línea de fabricación de tambores medianos, lo que impide contar con una referencia objetiva para la comparación y el seguimiento del desempeño en esta área.

Figura 32. Propuesta de indicadores de costo y sostenibilidad

PROPUESTA DE INDICADORES DE COSTO / SOSTENIBILIDAD					
 Acción	 Indicador	 Unidad de Medida	 Meta	 Frecuencia	 Actual
Búsqueda de nuevas tecnologías en acero y pintura eco-friendly	Costo unitario de producción	COP / unidad	Reducción de 27%	Mensual	COP36,614.89
Excelencia en mantenimiento (TPM - Mantenimiento Productivo Total)	Reducción de los costos de mantenimiento	%	-54%	Mensual	COP112,091,304 año
Revisión y digitalización de procedimientos e instructivos de trabajo	% de procedimientos revisados y digitalizados	%	100% en 3 meses	Mensual	N/A

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al indicador de costo unitario de producción, la meta es reducir en un 27% el valor actual y mantener dicha reducción de manera sostenida en el tiempo. Esta disminución corresponde a una reducción del costo unitario de fabricación, pasando de COP 36.614,89 a COP 28.904,85. Se recomienda realizar un seguimiento mensual del indicador para verificar el cumplimiento de la meta.

Con respecto al indicador de reducción de costos de mantenimiento, servicios y repuestos, la meta es disminuir en un 54% el costo promedio actual y mantener dicha reducción de forma sostenida en el tiempo. En el año 2024, el costo anual de mantenimiento fue de COP 112.091.304, se estima una reducción anual de COP 60.529.304. Se recomienda realizar un seguimiento mensual para analizar la evolución de los costos de mantenimiento y verificar el cumplimiento del indicador.

En cuanto al indicador de porcentaje de procedimientos revisados y digitalizados, será provisional hasta que todos los documentos estén debidamente revisados y digitalizados. La meta es tener todos los documentos revisados y digitalizados en un plazo de 3 meses. Se recomienda realizar un seguimiento mensual del avance de la tarea, con el objetivo de monitorear parcialmente el progreso hacia el cumplimiento de la meta principal.

9.4 Lección aprendida

Una de las principales lecciones aprendidas a lo largo del desarrollo de este proyecto de consultoría es la importancia de estructurar el diagnóstico organizacional a partir de un enfoque temático y contextual, basado directamente en la realidad operativa de la organización. La decisión de dividir el análisis en dos tipos de fuentes entrevistas organizacionales y mapeo de flujo de valor (VSM) permitió una comprensión más profunda y situada del entorno de producción.

Adicionalmente, se reconoce que, al involucrar directamente a los colaboradores mediante entrevistas estructuradas, se fortaleció el proceso de diagnóstico participativo y se generó un mayor grado de compromiso con las propuestas de mejora. Las percepciones recogidas fueron esenciales para construir un análisis que trasciende lo técnico, integrando también aspectos humanos y culturales de la organización.

Por último, este proceso evidenció que, más allá de aplicar herramientas como VSM, SMED o 5S, el éxito de una intervención organizacional depende en gran medida de una lectura precisa del contexto, de la capacidad para articular fortalezas y oportunidades, y de la definición clara de indicadores de seguimiento. Así, la claridad alcanzada en los resultados propuestos, fortalezas, oportunidades, planes de acción y mecanismos de sostenibilidad constituye en sí misma una lección metodológica valiosa para futuras intervenciones de mejora continua en entornos industriales.

A continuación, se presenta una tabla con los principales indicadores que serán impactados por las intervenciones propuestas. En ella se muestra una comparación entre el estado actual (referencia: año 2024) y el escenario proyectado posterior a la implementación de las mejoras, evidenciando una evolución positiva en el desempeño de dichos indicadores.

Figura 33. Estado actual vs futuro – Indicadores

RESULTADOS ACTUAL VS POST-INTERVENCIÓN		
 Indicador	 Estado Actual	 Estado Futuro
OEE Overall Equipment Effectiveness	37%	80%
% de Paradas No Programadas	53%	10%
% de Reprocesos por Pintura	25%	6%
% Chatarra	2,5%	1,2%
Reclamos por Fugas	12	0
Costo Unitario de Producción	COP36,614	COP28,904
Costo de Mantenimiento Anual	COP112,091,304	COP60,529,304

Fuente: Elaboración propia

10. Conclusiones y recomendaciones

Una vez concluido el desarrollo del presente trabajo de grado, el cual abarcó desde la formulación del problema de investigación hasta el análisis e interpretación de los resultados obtenidos, se presenta a continuación la sección de conclusiones. Su propósito es sintetizar los principales hallazgos del estudio, evaluando su coherencia con los objetivos planteados y su relevancia dentro del contexto investigado.

Este documento logró alcanzar el objetivo general de **diseñar una propuesta para optimizar la productividad en el proceso de fabricación de tambores metálicos en Greif Colombia SAS, a través de la implementación de herramientas de consultoría en gestión operativa como Lean Manufacturing, análisis de desperdicios y los pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM)**: En conclusión, el objetivo general del proyecto fue alcanzado satisfactoriamente mediante el diseño de una propuesta integral orientada a la optimización de la productividad en el proceso de fabricación de tambores metálicos en Greif Colombia S.A.S. A través de un enfoque consultivo en gestión operativa, se aplicaron herramientas del sistema Lean Manufacturing, incluyendo el análisis detallado de los siete tipos de desperdicios, la metodología 5S y SMED, así como los pilares fundamentales del Mantenimiento Productivo Total (TPM). El diagnóstico se sustentó en entrevistas organizacionales estructuradas y el análisis del Mapeo de Flujo de Valor (VSM), lo que permitió identificar con precisión los cuellos de botella, reprocesos, tiempos de espera, y otras ineficiencias dentro de la línea de producción. Con base en estos hallazgos, se formularon planes de acción concretos, alineados con indicadores de desempeño (KPIs), que permitirán a la organización implementar soluciones sostenibles enfocadas en aumentar la disponibilidad de los equipos, reducir el desperdicio, mejorar la calidad del producto final y consolidar una cultura de mejora continua. Esta propuesta representa una hoja de ruta viable y estructurada que responde directamente a las necesidades detectadas en el entorno operativo de la empresa.

A continuación, se presenta la ruta estratégica de implementación del proyecto en la línea de fabricación de tambores medianos de Greif Colombia S.A.S. Esta ruta establece una secuencia lógica y estructurada.

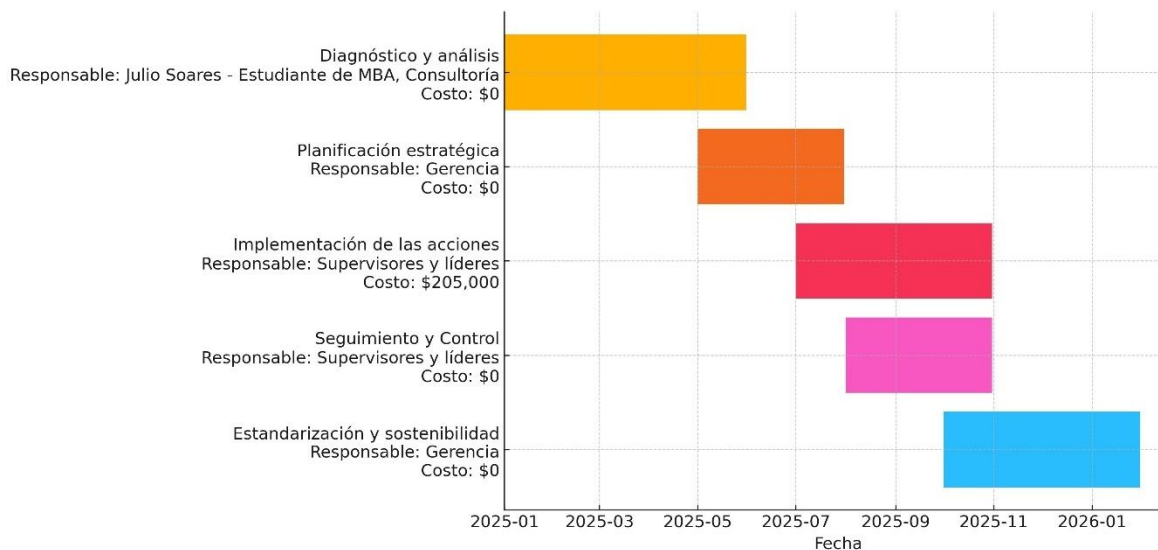
Figura 34. Ruta de implementación del proyecto



Fuente: Elaboración propia

Con el fin de facilitar el seguimiento de la ruta de implementación de la propuesta de mejora para la línea de tambores medianos en Greif Colombia SAS, a continuación, se presenta un cronograma que permitirá una planificación más eficiente.

Figura 35. Cronograma de implementación de la propuesta de solución



Fuente: Elaboración propia

Para dar cumplimiento al objetivo general, fue necesario alcanzar previamente cada uno de los objetivos específicos planteados. En este sentido, se lograron los siguientes:

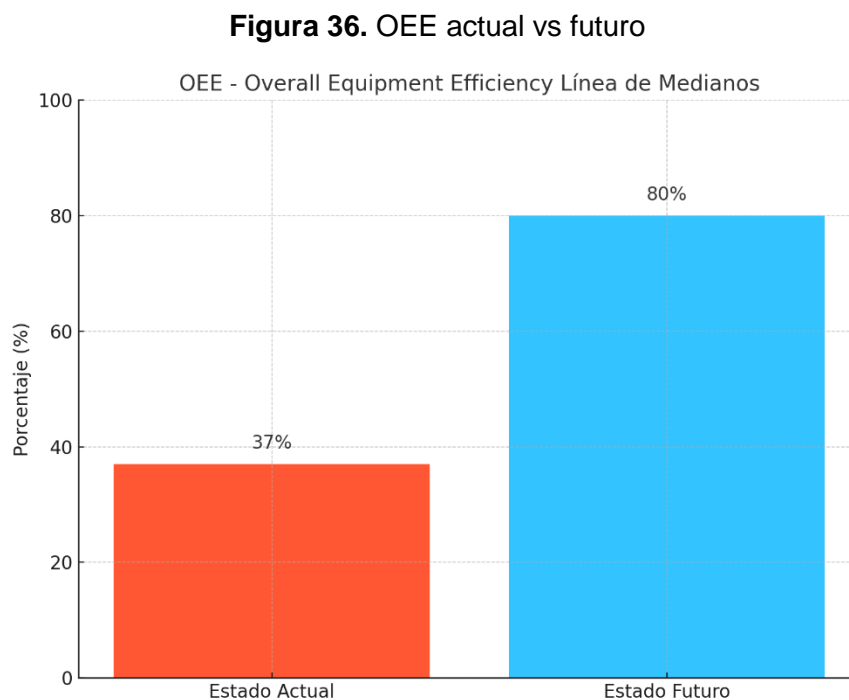
Realizar un diagnóstico integral, cuantitativo y cualitativo, de la línea de producción de tambores medianos en Greif Colombia S.A.S., mediante la aplicación de entrevistas estructuradas, observación directa y la herramienta Value Stream Mapping (VSM), con el fin de identificar cuellos de botella, desperdicios (muda) y fallas recurrentes en el proceso: Basado en el numeral 8 del diagnóstico organizacional, se recopilaron datos a través de entrevistas personales (numeral 8.1), y se llevó a cabo un análisis del flujo de valor mediante la herramienta VSM – Value Stream Mapping (numeral 8.2), lo que permitió obtener una visión integral del proceso de fabricación.

Analizar e interpretar los resultados del diagnóstico, utilizando principios de Lean Manufacturing y del Mantenimiento Productivo Total (TPM), para identificar los principales factores que impactan negativamente en la eficiencia operativa: A partir del diagnóstico realizado, se llevó a cabo un análisis detallado de las fortalezas (numeral 9.1.1) y oportunidades (numeral 9.1.2) de la línea de fabricación. Este análisis permitió no solo resaltar

los aspectos positivos del proceso, sino también identificar con claridad las áreas susceptibles de mejora, estableciendo una correlación directa con las metodologías de Lean Manufacturing y sus impactos potenciales en la eficiencia de la línea de fabricación de tambores.

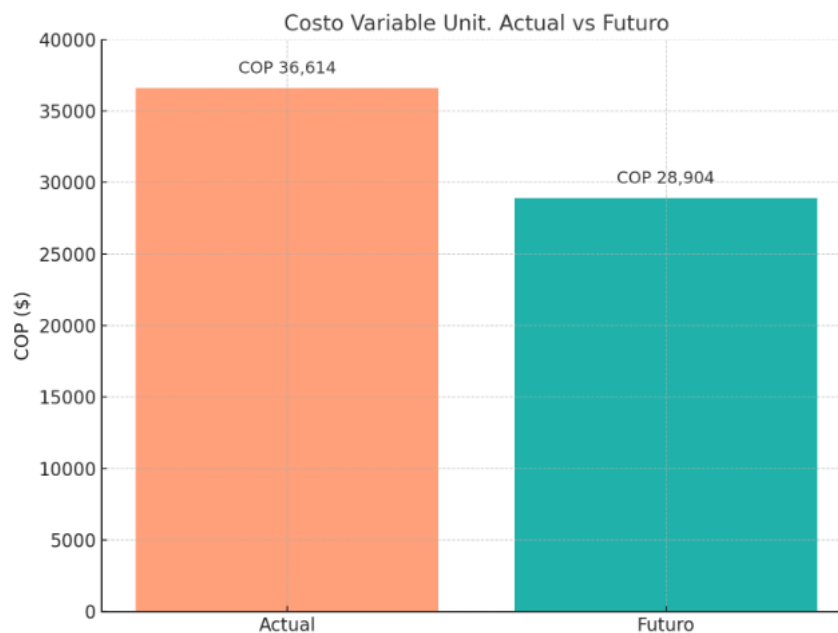
Formular propuestas de mejora específicas y viables, basadas en herramientas de gestión de operaciones y enfocadas en el incremento del OEE (Overall Equipment Effectiveness) y disminución del costo unitario del producto: En el numeral 9.2, Propuesta de soluciones, se formularon acciones basadas en metodologías y principios del Lean Manufacturing, apoyadas en representaciones gráficas ilustrativas. Estas acciones tienen como objetivo dar respuesta a los problemas identificados en la línea de producción, proyectando que su implementación efectiva permita incrementar el OEE, reducir los desperdicios y disminuir el costo variable unitario del producto.

A continuación, se presenta el gráfico con la estimación del OEE tras la implementación de las acciones propuestas, en el cual se evidencia una mejora significativa en el desempeño de la línea.



Fuente: Elaboración propia

A continuación, también se evidencia la reducción estimada del costo variable unitario del producto, con una disminución proyectada del 27%.

Figura 37. Costo variable unitario

Fuente: Elaboración propia

Diseñar un plan detallado de implementación de las acciones de mejora propuestas, que incluya cronogramas, responsables, recursos necesarios y actividades secuenciales, asegurando su alineación con los pilares del enfoque TPM y Lean: Con base en lo expuesto en el apartado 9.2, 'Propuesta de solución', se diseñó un plan detallado de implementación que incluye las acciones, objetivos, actividades, costos estimados y responsables. Asimismo, se contextualizaron las metodologías Lean aplicadas y se detallaron las acciones propuestas, enfocándose en los pilares del Lean Manufacturing y del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Definir un sistema de control y seguimiento, mediante la propuesta de indicadores clave de desempeño (KPI), tales como el incremento del OEE, la reducción del porcentaje de chatarra, disminución de reprocesos y paradas no programadas, que permitan evaluar la eficacia y sostenibilidad de las mejoras implementadas en el mediano y largo plazo: En el apartado 9.3, 'Mecanismos de sostenibilidad', se diseñaron los indicadores necesarios para el control y seguimiento de las acciones propuestas, incluyendo metas objetivas, unidades de medida, frecuencias de evaluación y un comparativo con el estado actual.

En resumen, este trabajo no solo cumplió con los objetivos planteados, sino que también ofrece una herramienta práctica y aplicable que puede contribuir significativamente a la mejora continua de los procesos industriales en la empresa.

Recomendaciones a corto plazo, ejecutables de inmediato:

Se recomienda que la empresa continúe con la ejecución de la ruta estratégica de implementación propuesta en este proyecto. Actualmente, ya se ha completado satisfactoriamente el primer paso, correspondiente al diagnóstico y análisis integral de la línea de producción.

Como siguiente paso inmediato (paso 2), se debe avanzar hacia la etapa de planificación estratégica, la cual debe contemplar la validación y aprobación interna de las acciones propuestas, así como de los indicadores de desempeño definidos. Esta fase debe incluir la priorización de los problemas identificados según su impacto, viabilidad y urgencia, y estará bajo la responsabilidad directa de la alta gerencia.

Es clave que esta planificación considere también la asignación preliminar de recursos, la elaboración de cronogramas tentativos y el establecimiento de comités de seguimiento, lo que permitirá iniciar la ejecución de las primeras acciones con claridad, enfoque y alineación institucional.

Recomendaciones a mediano plazo, que requieren ajuste organizacional:

En el paso 3, correspondiente a la fase de implementación, será fundamental contar con el involucramiento activo y coordinado de todos los responsables de área señalados en los planes de acción (figura 29). El éxito de esta etapa dependerá en gran medida del compromiso interfuncional, la asignación oportuna de recursos y la adecuada gestión del cambio dentro de los equipos operativos. Se recomienda que esta fase sea acompañada por una gestión estructurada de proyectos, con cronogramas, responsables definidos y mecanismos de comunicación continua.

En el paso 4, de control y seguimiento, se sugiere que el área de OPEX (Excelencia Operacional) asuma el liderazgo en las actividades de monitoreo, asegurando la trazabilidad del avance, la validación periódica de los indicadores de desempeño (KPIs) y la implementación oportuna de acciones correctivas cuando sea necesario. Este seguimiento riguroso será clave para garantizar que los beneficios esperados se materialicen progresivamente.

Para ejecutar las acciones propuestas, se recomienda destinar un presupuesto estimado de \$205,000 dólares, el cual contempla inversiones en automatización, formación, actualización tecnológica y mejora de procesos. Esta inversión proyecta un retorno en un plazo aproximado de 1.3 años, lo que la convierte en una propuesta financieramente viable y estratégicamente sostenible para la empresa.

Recomendaciones a largo plazo, cambio de cultura:

Finalmente, el paso 5, correspondiente a la estandarización y sostenibilidad, debe ser liderado por la alta gerencia, no solo para garantizar la continuidad de las mejoras implementadas, sino también para impulsar un cambio cultural sostenido dentro de la organización. Este cambio implica fomentar una mentalidad orientada a la mejora continua, al trabajo colaborativo y a la disciplina operativa, alineando los comportamientos diarios con los principios del Lean Manufacturing y del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Para asegurar la sostenibilidad en el largo plazo, se recomienda implementar mecanismos de control como dashboards de monitoreo de indicadores clave (KPIs), que permitan una visualización clara y en tiempo real del desempeño de los procesos. Asimismo, se sugiere establecer auditorías internas periódicas para verificar el cumplimiento de los estándares definidos, así como asignar roles y responsabilidades específicas para el seguimiento y evaluación de las acciones ejecutadas. Complementariamente, es clave promover programas de formación continua enfocados en herramientas de mejora operativa, con el fin de fortalecer las competencias del talento humano y consolidar una cultura organizacional resiliente, adaptable y comprometida con la excelencia operativa.

10.1 Aprendizaje clave

La experiencia desarrollada durante este proyecto de consultoría en Greif Colombia S.A.S. dejó como aprendizaje fundamental la importancia de estructurar procesos de mejora basados en un diagnóstico riguroso y en metodologías consolidadas como Lean Manufacturing y el Mantenimiento Productivo Total (TPM). El proceso permitió evidenciar que, cuando se construye una propuesta de valor con base en datos objetivos y se involucra activamente al personal operativo mediante entrevistas, observación directa y análisis participativos, se generan altos niveles de aceptación y compromiso con las soluciones propuestas.

Una de las principales fortalezas encontradas fue la disposición del talento humano a contribuir con el cambio.

También se aprendió que, más allá de las herramientas aplicadas, lo que realmente impulsa el cambio es la capacidad de traducir los hallazgos del diagnóstico en acciones concretas, medibles y alineadas con la cultura y capacidades de la organización. La aplicación práctica de los conceptos Lean permitió no solo identificar desperdicios, reprocesos y cuellos de botella, sino también proponer soluciones con impacto proyectado y retorno cuantificable.

El aprendizaje más valioso del proceso fue comprender que una intervención efectiva no depende únicamente del conocimiento técnico, sino de la habilidad para conectar ese conocimiento con la realidad operativa de la empresa, promoviendo una cultura de mejora continua, participación activa y sostenibilidad a largo plazo.

11. Referencias bibliográficas

- Acuña, J. (2023). *Mejoramiento de la calidad: un enfoque a los servicios* (2ª ed.). Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Ángel Cornejo, M. (2011). *Excelencia directiva para lograr la productividad*: (ed.). Santiago de Chile, Chile: Editorial ebooks Patagonia. Recuperado de <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/ereader/bibliotecaean/68642?page=67>.
- Arauz, L. (2023, June 30). Tendencias en la industria manufacturera. Bienes Raíces Industriales - VYNMSA; VYNMSA.
- Banco de la República. (2025). *Radware Bot Manager Captcha*. Gov.Co. Recuperado el 30 de marzo de 2025, de <https://www.banrep.gov.co/es/publicaciones-investigaciones/espe/la-industria-colombiana-en-el-siglo-xxi>
- Belohlavek, P. (n.d.). OEE: Overall Equipment Effectiveness. Blue Eagle Group.
- Buye, R. (2021). Critical examination of the PESTEL Analysis Model. Project: Action Research for Development.
- Cámara de Representantes. (2024). *P.L.367-2023C (Reforma laboral)*. Gov.co. Recuperado el 7 de noviembre de 2024, de https://www.camara.gov.co/sites/default/files/2023-03/P.L.367-2023C%20%28REFORMA%20LABORAL%29_1.pdf
- Congreso de la República de Colombia. (2008). *Ley 1252 de 2008: Por medio de la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de residuos peligrosos*. Diario Oficial No. 47.209, 22 de julio de 2008.
Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=32480>
- De la Fuente García, D., & Quesada, I. F. (2005). *Distribución en planta*. Servicio de Publicaciones, Universidad de Oviedo.
- Deloitte. (2024). *En 2023 la industria redujo su producción real en -4,9% después de las tasas inusualmente altas de 2021 y 2022*. Recuperado el 12 de octubre de 2024, de <https://www.dnp.gov.co/publicaciones/Planeacion/Paginas/en-2023-la-industria-redujo-su-produccion-real-despues-de-las-tasas-inusualmente-altas-de-2021-y-2022.aspx>
- Departamento Nacional de Planeación. (2024). *En 2023 la industria redujo su producción real en -4,9% después de las tasas inusualmente altas de 2021 y 2022*. Recuperado el 12 de octubre de 2024, de <https://www.dnp.gov.co/publicaciones/Planeacion/Paginas/en-2023-la-industria-redujo-su-produccion-real-despues-de-las-tasas-inusualmente-altas-de-2021-y-2022.aspx>

EMIS. (2025). *Emerging markets research, data and news*. Emis.com. Recuperado el 20 de abril de 2025, de

<https://www.emis.com/v2/companies/profile/CO/1196802/companyInIndustry>

Frey, R. J., & Goetsch, D. L. (1985). *Industrial safety and health management*. Prentice Hall.

Función Pública. (2024). Ley 2101 de 2021 - Gestor Normativo. Gov.co. Recuperado el 30 de octubre de 2024, de

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=166506>

García, C. M., & Sánchez, J. P. (2024). *Gestión de la cadena de suministro: Revisión de literatura científica durante los años 2019–2024*. Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/147281>

García, L. F., & López, M. J. (2023). Reducción de desperdicios y mejoramiento de la productividad en una planta industrial. *Revista de Ingeniería Industrial*, 45(3), 123-135.

Garza, E. G. (1996). *Administración de la calidad total*. Editorial Pax México.

Goldratt, E. M., & Cox, J. (1984). *The goal: A process of ongoing improvement*. North River Press.

González Fernández, F. J. (2024). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado* (6ª ed.). AMV Ediciones.

González Porras, J. F. (2016). *El arte de la entrevista*: (ed.). Panamá, Editorial Seguridad y Defensa. Recuperado de <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/ereader/bibliotecaean/118535?page=20>.

Guevara Sánchez, F. (2024). *Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en el rubro industrial*. Editorial XYZ.

Guevara Sánchez, F. (2024). *Los ocho pilares del mantenimiento productivo total*

Gulati, R. (2009). *Maintenance and reliability best practices*. Industrial Press.

Hernández J. & Vizán A., (2013). *Lean manufacturing: Concepto, técnicas e implantación*. Madrid. Recuperado de: <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi80094/leanmanufacturing-conceptotecnicase-implantacion>.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.

IDC. (2024, 3 de enero). *Top 10 Worldwide Artificial Intelligence and Automation 2024 Predictions*. IDC Blog. <https://blogs.idc.com/2024/01/03/top-10-worldwide-artificial-intelligence-and-automation-2024-predictions/>

Ishikawa, K. (1986). *Guide to quality control* (2nd ed.). Asian Productivity Organization.

Klinger Angarita, R. (2024). *Muestreo estadístico: métodos básicos*. Universidad del Valle. ISBN 978-958-507-096-7.

Lane, K. (2023). Ten heavy equipment industry trends for 2024. My Little Salesman. Retrieved November 7, 2024, from <https://www.mylittlesalesman.com/news/10-heavy-equipment-industry-trends-for-2024>

Manning, H., & Bodine, K. (2012). *Outside In: The power of putting customers at the center of your business*. Harper Business.

McKinsey & Company (2024). Global Materials Perspective 2024.

Liker, J. K. (2004). *El Toyota Way*. McGraw-Hill.

Lozada F, E. (2024). 2 Guía 2 & Reto 2 GHLECO_ 2024C2. Facultad de Administración, finanzas y ciencias económicas. Universidad EAN.

Maldonado, D. S. (2023, December 6). Tendencias 2024 para la industria del packaging. El Empaque. <https://www.elempaque.com/es/noticias/tendencias-2024-para-la-industria-del-packaging>

Martin, K., & Osterling, M. (2013). *Value stream mapping: How to visualize work and align leadership for organizational transformation*. McGraw-Hill Education.

Martínez-Salgado, H., & Santos-Reyes, J. (2018). Aplicación del índice V de Aiken para la validación de instrumentos. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(3), 45–56.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024, julio 25). *Ley 2232 de 2022*. <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/ley-2232-de-2022/>

Morgan, J., & Brenig-Jones, M. (2010). *Lean Six Sigma for dummies*. Wiley Publishing.

Muñoz Vargas, J. G. (2025). *Innovación en seguridad industrial: La metodología de José Gregorio Muñoz Vargas*. Editorial Innovar.

Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Productivity Press.

Newport, C. (2024). *Slow productivity: The lost art of accomplishment without burnout*. Portfolio/Penguin.

Platas García, J. A. (2014). Planeación, diseño y layout de instalaciones: un enfoque por competencias: (ed.). México, Mexico: Grupo Editorial Patria. Recuperado de <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/ereader/bibliotecaean/39458?page=81>.

Ramirez, L. (2024, October 1). Cuáles los pronósticos de los precios de los aceros 2024/2025? Bmg Latin America; BMG Latin America Inc. <https://bmglatinamerica.com/cuales-los-pronosticos-de-los-precios-de-los-aceros-2024-2025/>

Ries, E. (2011). *The lean startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses*. Crown Business.

Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to see: Value stream mapping to create value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.

Sacristán, F. R. (2002). *Mantenimiento Total de la Producción (TPM): Proceso de Implantación y Desarrollo*. Fundación Confemetal.

Stevenson, W. J. (2014). *Fundamentos de administración de operaciones* (9.^a ed.). McGraw-Hill.

Torres, J. M. Wysk, R. A. y Santos, J. (2015). *Mejorando la producción con lean thinking*: (2 ed.). Madrid, Difusora Larousse - Ediciones Pirámide. Recuperado de <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/ereader/bibliotecaean/115255?page=19>.

Universidad Mariana. (2024). *Casos aplicados: Gestión y competitividad empresarial*. Editorial Universidad Mariana.

Valles Martínez, M. S. (2014). *Entrevistas cualitativas*: (2 ed.). Madrid, Spain: CIS - Centro de Investigaciones Sociológicas. Recuperado de <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/ereader/bibliotecaean/52079?page=43>.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *La máquina que cambió el mundo*. Rawson Associates.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. Simon & Schuster.