

Mejoramiento del proceso productivo en la empresa Plastisander S.A.S.

Sebastian Balvin Suárez

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniería Industrial

Director

PhD. Juan Felipe Reyes Rodríguez

Tutor

Adriana Sofia Jiménez Plazas

Profesional en Gestión de la Seguridad y la Salud Laboral

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2023

Dedicatoria

A mi amada madre, Liliana, que, cuyo amor incondicional, valores, lecciones, enseñanzas, apoyo y sacrificio han sido la fuerza impulsadora detrás de todo este gran proceso.

A mi querido padre, Rodrigo, que, con su amor, guía, sabiduría, sacrificios, formación y ejemplo de trabajo arduo me han convertido en la persona y profesional que soy hoy.

A mi fiel compañero de cuatro patas, mi perro Baxter, quien estuvo a mi lado durante largas noches de trabajo y que, con su amor y lealtad incondicionales ha llenado mi vida de alegría y compañerismo.

A los tres, mi familia, les dedico este logro. Esta tesis es la evidencia clara de nuestra unión y de la importancia de su influencia en mi vida. Les agradezco inmensamente por todo lo que han hecho por mí.

Agradecimientos

A Dios por ser mi guía inquebrantable y brindarme la fortaleza necesaria para culminar esta trascendental etapa en mi vida.

Al Profesor Juan Felipe Reyes Rodríguez por su dedicación, paciencia, orientación y apoyo para el desarrollo y éxito de este proyecto.

A Adriana Sofia Jiménez Plazas y a Plastisander S.A.S por brindarme la oportunidad de aprender y crecer profesionalmente.

A mi jefe Laura y al personal de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión por su colaboración, enseñanzas y experiencias vividas que cultivaron y aportaron en mi formación.

A Viviana que, mediante el amor, el cariño, la paciencia y apoyo incondicional me motivó a alcanzar mis metas y superar cualquier dificultad.

A Sebastian Mateus, Carlos Delgado, Daniel Castro, Carlos Rueda, Nicolás Leal, Liza María, Ana María, Maylin y Mariana que, con sus risas compartidas, ánimo, apoyo, aliento y amistad sincera han enriquecido mi experiencia universitaria y han hecho de esta travesía un viaje memorable.

Tabla de Contenido

| | Pág. |
|--|------|
| Introducción | 16 |
| Tabla de cumplimiento de objetivos | 18 |
| 1. Generalidades de la empresa | 20 |
| 1.1. Información General | 20 |
| 1.2. Reseña Histórica | 20 |
| 1.3. Misión | 20 |
| 1.4. Visión | 21 |
| 1.5. Política de Calidad | 21 |
| 1.6. Objetivos de Calidad | 21 |
| 1.7. Estructura Organizacional | 22 |
| 1.8. Mapa de Procesos | 23 |
| 2. Generalidades del proyecto | 23 |
| 2.1. Objetivos | 23 |
| 2.1.1. Objetivo general | 23 |
| 2.1.2. Objetivos específicos | 23 |
| 2.2. Alcance | 24 |
| 2.3. Justificación | 24 |
| 2.4. Planteamiento del Problema | 25 |
| 2.5. Metodología | 27 |
| 2.5.1. Fase 1. Organización para el mejoramiento | 27 |
| 2.5.2. Fase 2. Comprensión del proceso | 27 |
| 2.5.3. Fase 3. Modernización | 28 |
| 2.5.4. Fase 4. Mediciones y controles | 29 |
| 2.5.5. Fase 5. Mejoramiento continuo | 29 |
| 3. Marco de referencia | 31 |
| 3.1. Marco de antecedentes | 31 |
| 3.2. Marco Teórico | 34 |

| | |
|--|----|
| 3.2.1. Mejoramiento de procesos | 34 |
| 3.2.2. Matriz DOFA | 35 |
| 3.2.3. Estudio de métodos y tiempos | 36 |
| 3.2.4. Análisis de capacidad..... | 37 |
| 3.2.5. Estrategia de las 5's | 37 |
| 3.2.6. Estrategia SMED | 39 |
| 4. Fase 1: Organización para el mejoramiento | 40 |
| 4.1. Descripción General del Proceso Productivo | 40 |
| 4.2. Mezclado de Materia Prima | 41 |
| 4.2.1. Maquinaria de la Etapa de Mezclado..... | 41 |
| 4.2.2. Materia Prima..... | 41 |
| 4.3. Extrusión..... | 42 |
| 4.3.1. Maquinaria de la Etapa de Extrusión..... | 43 |
| 4.3.2. Análisis de Producción de Extrusión..... | 43 |
| 4.3.3. Deficiencias y oportunidades de mejora de extrusión | 48 |
| 4.3.4. Diagrama de flujo del proceso de extrusión | 50 |
| 4.4. Impresión | 50 |
| 4.4.1. Maquinaria de la Etapa de Impresión..... | 51 |
| 4.4.2. Análisis de Producción de Impresión..... | 52 |
| 4.4.3. Deficiencias y oportunidades de mejora de impresión | 53 |
| 4.4.4. Diagrama de flujo del proceso de impresión | 53 |
| 4.5. Sellado..... | 54 |
| 4.5.1. Maquinaria de la Etapa de Sellado..... | 55 |
| 4.5.2. Análisis de Producción de Sellado..... | 55 |
| 4.5.3. Deficiencias y oportunidades de mejora de Sellado | 57 |
| 4.5.4. Diagrama de flujo del proceso de sellado | 58 |
| 5. Fase 2. Comprensión del proceso..... | 59 |
| 5.1. Producción Según Diagrama De Pareto..... | 59 |
| 5.2. Indicadores de Producción..... | 62 |
| 5.3. Diagrama de Causa – Efecto o Diagrama de Ishikawa..... | 64 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 5.4. | Metodología de las 5S..... | 64 |
| 5.5. | Matriz DOFA | 65 |
| 5.6. | Análisis de tiempos y capacidad de planta | 69 |
| 5.6.1. | Capacidad de planta | 71 |
| 6. | Fase 3: Modernización | 74 |
| 6.1. | Metodología de las 5's | 75 |
| 6.1.1. | Problemática | 75 |
| 6.1.2. | Propuesta..... | 79 |
| 6.1.3. | Objetivos..... | 79 |
| 6.1.4. | Plan de implementación..... | 79 |
| 6.1.5. | Ejecución..... | 81 |
| 6.2. | Manual de funciones y procedimientos | 90 |
| 6.2.1. | Problemática | 90 |
| 6.2.2. | Propuesta..... | 90 |
| 6.2.3. | Objetivos..... | 91 |
| 6.2.4. | Plan de implementación..... | 91 |
| 6.2.5. | Ejecución..... | 92 |
| 6.3. | Metodología SMED | 92 |
| 6.3.1. | Problemática | 92 |
| 6.3.2. | Propuesta..... | 93 |
| 6.3.3. | Objetivos..... | 94 |
| 6.3.4. | Plan de implementación..... | 94 |
| 6.3.5. | Ejecución..... | 96 |
| 7. | Fase 4: Mediciones y controles | 104 |
| 7.1. | Formato para recolección de información del proceso productivo..... | 104 |
| 7.2. | Sistema de indicadores de gestión | 107 |
| 7.2.1. | Porcentaje de cumplimiento de la metodología de las 5's..... | 108 |
| 7.2.2. | Tiempo de entrega en las ordenes..... | 109 |
| 7.2.3. | Devolución de productos | 110 |
| 7.2.4. | Cumplimiento de programación | 111 |

| | |
|---|-----|
| 7.2.5. Productividad de mano de obra..... | 112 |
| 7.2.6. Rotación de inventarios..... | 113 |
| 8. Fase 5: Mejoramiento continuo..... | 114 |
| Conclusiones | 121 |
| Recomendaciones | 123 |
| Referencias Bibliográficas | 125 |

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 Gráfica de producción de la etapa de extrusión de junio 2022 a enero 2023 | 44 |
| Figura 2 Gráfica de producción de la extrusora de bolsa pequeña desde junio 2022 a enero 2023 | 45 |
| Figura 3 Gráfica de producción de la extrusora Bimaq desde junio 2022 a enero 2023 | 45 |
| Figura 4 Gráfica de producción de la extrusora nueva desde junio 2022 a enero 2023 | 46 |
| Figura 5 Gráfica de producción de la extrusora de polipropileno desde junio 2022 a enero 2023 | 47 |
| Figura 6 Gráfica de producción de la refiladora desde junio 2022 a enero 2023 | 48 |
| Figura 7 Impresora flexográfica Printplast serie PKF1000-6 | 51 |
| Figura 8 Gráfica de producción de la impresora desde junio 2022 a enero 2023 | 52 |
| Figura 9 Gráfica de producción de las selladoras desde junio 2022 a enero 2023 | 56 |
| Figura 10 Gráfica de producción en unidades de bolsa de las selladoras desde junio 2022 a enero 2023..... | 56 |
| Figura 11 Diagrama de radar para el cumplimiento inicial de las 5S's de la empresa Plastisander S.A.S | 64 |
| Figura 12 Tablero de herramientas sin herramientas | 73 |
| Figura 13 Comparativa entre los tableros de herramientas | 81 |
| Figura 14 Tabla para disposición de herramientas en impresión | 82 |
| Figura 15 Desecho de trapos en impresión | 83 |
| Figura 16 Desecho y organización de conos en extrusión | 84 |
| Figura 17 Cambio del suelo en el tercer piso – Área de Sellado | 85 |

| | |
|---|-----|
| Figura 18 Etiqueta de conos y rodillos en Extrusión e Impresión | 86 |
| Figura 19 Limpieza en Sellado | 87 |
| Figura 20 Mantenimiento impresora flexográfica | 88 |
| Figura 21 Capacitación de personal en metodología 5's | 89 |
| Figura 22 Diagrama de radar para el cumplimiento final de las 5S's de la empresa Plastisander S.A.S | 89 |
| Figura 23 Información en Excel de la base de Datos del ERP | 105 |
| Figura 24 Menú de la herramienta ofimática | 106 |

Lista de Tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1 Fases, actividades y herramientas para metodología | 29 |
| Tabla 2 Matriz DOFA | 65 |
| Tabla 3 Tamaño de la muestra para tomas de tiempos por cronómetro | 71 |
| Tabla 4 Turnos de producción por proceso..... | 71 |
| Tabla 5 Promedio de kg/hora de extrusión en marzo..... | 72 |
| Tabla 6 Promedio de kg/hora de impresión en marzo | 73 |
| Tabla 7 Promedio de kg/hora de sellado en marzo | 73 |
| Tabla 8 Capacidad Extrusión | 73 |
| Tabla 9 Capacidad Impresión | 74 |
| Tabla 10 Capacidad sellado | 74 |
| Tabla 11 Propuestas de mejora | 74 |
| Tabla 12 Plan de implementación de la metodología 5's | 79 |
| Tabla 13 Plan de implementación del manual de funciones y procedimientos | 91 |
| Tabla 14 Plan de implementación de metodología SMED..... | 94 |
| Tabla 15 Tabla de actividades y su clasificación del subproceso de extrusión | 98 |
| Tabla 16 Tabla de actividades y su clasificación del subproceso de impresión | 98 |
| Tabla 17 Tabla de actividades y su clasificación del subproceso de sellado | 99 |
| Tabla 18 Tabla de actividades y su clasificación del subproceso de extrusión después de ajustes | 101 |
| Tabla 19 Tabla de actividades y su clasificación del subproceso de impresión después de ajustes | 102 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 20 Tabla de actividades y su clasificación del subproceso de sellado después de ajustes | 103 |
| Tabla 21 Ficha del indicador de cumplimiento de la metodología de las 5´s..... | 108 |
| Tabla 22 Ficha del indicador de tiempo de entrega de las ordenes | 110 |
| Tabla 23 Ficha del indicador de devolución de productos | 111 |
| Tabla 24 Ficha del indicador de cumplimiento de programación..... | 111 |
| Tabla 25 Ficha del indicador de productividad de mano de obra | 112 |
| Tabla 26 Ficha del indicador de rotación de inventario..... | 113 |

Lista de Apéndices

Apéndice A. Diagrama del proceso productivo de la empresa Plastisander S.A.S

Apéndice B. Maquinaria y materia prima de la etapa de Mezclado

Apéndice C. Maquinaria de la etapa de Extrusión.

Apéndice D. Diagrama de flujo de Extrusión

Apéndice E. Toma de tiempos (Premuestreo).

Apéndice F. Diagrama de flujo de Impresión

Apéndice G. Maquinaria de la Etapa de Sellado

Apéndice H. Diagrama de flujo de Sellado

Apéndice I. Datos de producción del proceso productivo y diagramas de Pareto.

Apéndice J. Costos de producción.

Apéndice K. Diagrama de Ishikawa o de Causa – Efecto

Apéndice L. Lista de chequeo para la implementación de la metodología de las 5S's

Apéndice M. Toma de tiempos iniciales

Apéndice N. Evaluación de propuestas

Apéndice O. Presentación “*Optimizando la eficiencia y la calidad en nuestra empresa a través de la metodología 5'S*” y lista de asistencia.

Apéndice P. Lista de chequeo con los resultados tras aplicación de actividades

Apéndice Q. Manual de funciones

Apéndice R. Manual de procedimientos

Apéndice S. Actualización de diagramas de flujo de subprocesos de la metodología SMED

Apéndice T. Toma de tiempos después de ajustes en el proceso

Apéndice U. Formato para recolección de información del proceso productivo

Apéndice V. Formato de indicadores y plantilla de informes de desempeño

Apéndice W. Plantilla para devolución de pedidos

Apéndice X. Resultados de indicadores

Apéndice Y. Resultados devolución de pedidos

Resumen

Título: Mejoramiento del proceso productivo en Plastisander S.A.S *

Autor: Sebastian Balvin Suárez **

Palabras clave: Mejoramiento, procesos, operaciones, producción, plástico, plan, indicadores.

Descripción:

El presente trabajo de grado tiene por objeto la formulación e implementación de propuestas de mejora como alternativas de solución a las problemáticas identificadas en el proceso productivo de la empresa Plastisander S.A.S, una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de rollos y bolsas de plástico en polipropileno y polietileno de alta y baja densidad. El desarrollo del proyecto se basa en las fases planteadas por H. James Harrington para el mejoramiento de procesos, partiendo de la fase uno denominada organización para el mejoramiento, en el que, mediante diferentes metodologías de recolección y análisis de información, se realiza el diagnóstico del estado en el que se encuentra inicialmente la empresa. La fase dos se denomina comprensión del proceso, en la que se realiza verificación y análisis de manera cualitativa y cuantitativa de la información recolectada en la fase anterior, haciendo uso de herramientas como diagramas de Pareto, clasificación de referencias según clientes y volumen de producción, diagrama de causa-efecto, análisis de tiempos, capacidad de planta y metodología de las 5's, de las cuales se logra identificar falencias como la ausencia de orden y control del proceso productivo. Una vez identificadas las problemáticas, se da paso a la fase tres de modernización, en la que se plantea las propuestas basado en los resultados de la identificación de posibles mejoras, oportunidades y falencias mediante la aplicación de la metodología de las 5's, la redistribución de personal y el desarrollo de los manuales de funciones y procedimientos. Para asegurar la medición y control del proceso, se implementa la fase cuatro, que incluye el diseño de un formato de Excel para la recolección de información y un sistema de indicadores de gestión. Por último, se realiza la fase 5 de mejora continua, en la que los resultados son evaluados y comparados con el estado en el que se encontraba inicialmente la empresa para evidenciar la mejora del proceso productivo.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Director de proyecto; PhD. Juan Felipe Reyes Rodríguez

Abstract

Title: Improvement of the production process at Plastisander S.A.S

Author: Sebastian Balvin Suárez

Key words: Improvement, processes, operations, production, plastic, plan, indicators.

Description:

The objective of this thesis is to formulate and implement improvement proposals as alternative solutions to the identified problems in the production process of Plastisander S.A.S, a company dedicated to the manufacturing and commercialization of rolls and bags made of polypropylene and high and low-density polyethylene. The project's development is based on the phases proposed by H. James Harrington for process improvement, starting with phase one called "Organization for Improvement," in which, through various methodologies for data collection and analysis, the initial state of the company is diagnosed. Phase two is called "Understanding the Process," where qualitative and quantitative verification and analysis of the information collected in the previous phase are conducted, using tools such as Pareto diagrams, classification of references according to customers and production volume, cause-effect diagrams, time analysis, plant capacity, and the 5S methodology, through which shortcomings such as the lack of order and control in the production process are identified. Once the problems have been identified, phase three, "Modernization," is initiated, in which proposals are presented based on the results of the identification of possible improvements, opportunities, and shortcomings through the application of the 5S methodology, personnel redistribution, and the development of function and procedure manuals. To ensure the measurement and control of the process, phase four is implemented, which includes the design of an Excel format for data collection and a management indicators system. Finally, phase five, "Continuous Improvement," is carried out, in which the results are evaluated and compared with the initial state of the company to demonstrate the improvement of the production process.

* Degree Project

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering, School of Industrial and Business Studies, Project Director: PhD Juan Felipe Reyes Rodríguez

Introducción

El proceso productivo es considerado como uno de los procesos fundamentales de la mayoría de las empresas creadas en la actualidad, siendo uno de los procesos claves para el éxito del buen desarrollo y crecimiento de cada una de ellas. Por esa razón, para mantener un nivel de competitividad adecuado ante el gran mercado colombiano, es de suma importancia permanecer en un mejoramiento continuo para que, de esta manera, se pueda contar con la capacidad necesaria para responder ante los constantes requerimientos de la demanda actual.

Para que esto se lleve a cabo, las empresas deben contar con una gran trazabilidad de la información, a partir de la cuál sea posible, tanto para los trabajadores como para el comité administrativo, tener claridad de las metas y objetivos establecidos basados en el crecimiento de la demanda del mercado y las solicitudes de los clientes.

Teniendo en cuenta lo planteado con anterioridad, el presente trabajo de grado surge a raíz del interés de la empresa de producción y comercialización de plástico, Plastisander S.A.S, por conocer a profundidad cuáles son los principales factores que impiden que haya una mejora notable en el proceso de producción, aclarando en primer lugar, que el proceso se lleva a cabo en gran medida basándose en la experticia y agilidad de cada uno de los operarios, por lo que es necesario implementar un plan de acción de mejora que permita impactar de manera positiva en el proceso en cuestión e identificar los puntos positivos y negativos para la debida toma de decisiones basada en datos. Para ello, en primera instancia, es necesario realizar un diagnóstico del estado actual de la empresa haciendo uso de diferentes metodologías, para posteriormente formular e implementar

un plan de mejoramiento que será medido mediante ciertos indicadores establecidos para medir la efectividad del proceso productivo.

En este documento se plantean las problemáticas presentes en el proceso productivo de la empresa Plastisander S.A.S, las cuáles constan de una serie de problemas que a su vez generan otro tipo de problemas a largo plazo e impiden la mejora del proceso. Alguno de estos problemas anteriormente mencionados son la desorganización, el desconocimiento de la capacidad de producción del proceso y la falta de estandarización para realización de actividades y recolección de información, lo que a su vez genera retraso en los pedidos, tiempo improductivo, fallas en la comunicación y falencias en la asignación de pedidos. Para corregir los problemas planteados se requiere elaborar un diagnóstico inicial del proceso productivo por medio de visitas a la empresa, conversaciones con los operarios y la junta directiva, recolección de datos históricos y observación de la elaboración de productos; al poseer la información, es posible realizar una descripción del proceso y un análisis de dicha información mediante la aplicación de la metodología de la matriz DOFA. Asimismo, se establece tanto el objetivo general como los objetivos específicos que permitirán alcanzar el propósito de la realización de este proyecto.

Posteriormente, se presentan los resultados esperados y entregables que se obtienen como consecuencia del cumplimiento de los objetivos planteados, y así, constatar el buen desarrollo del proyecto. Del mismo modo, para comprender a profundidad alguna de las metodologías y conceptos usados durante el desarrollo del proyecto, se establece el marco teórico en el que se detalla la forma en la que se aplican dichas metodologías y sus definiciones.

Finalmente, se elabora la metodología que se espera aplicar para el desarrollo del proyecto basados en los objetivos específicos planteados con anterioridad, allí se establece los análisis y herramientas ejecutadas en cada fase del proyecto para cumplir a cabalidad con el objetivo propuesto inicialmente. Al contar con todos los aspectos mencionados, se lleva a cabo la estructura del proyecto que corresponde a la manera en la que se dispondrá el libro final de este proyecto, el cual puede estar sujeto a cambios y adiciones durante el desarrollo y aplicación del mismo.

Tabla de cumplimiento de objetivos

| Objetivos | Numeral | Pag. |
|--|--|-------------|
| Identificar deficiencias y oportunidades de mejora en el proceso productivo de la empresa a partir de la realización de un diagnóstico de la situación actual. | 4. Fase 1: Organización para el mejoramiento 5. Fase 2: Comprensión del proceso | 36 - 60 |
| Determinar los tiempos y la capacidad de producción de la empresa a partir de la realización de un estudio de tiempos. | 5.6. Análisis de tiempos y capacidad de planta | 60 - 65 |
| Formular e implementar un plan de mejoramiento para las situaciones críticas que se encontraron en el diagnóstico inicial y a partir de los resultados del estudio de tiempos y capacidad. | 6. Fase 3: Modernización 7. Fase 4: Mediciones y controles | 65 - 99 |
| Desarrollar un sistema de indicadores de gestión por medio de una herramienta ofimática que permita evaluar y verificar el impacto del plan de mejoramiento. | 7. Fase 4: Mediciones y controles 8. Fase 5: Mejoramiento continuo | 99 - 110 |

1. Generalidades de la empresa

1.1. Información General

Plastisander S.A.S es una empresa santandereana que se encuentra ubicada en la Carrera 14 No.37-63 de la ciudad de Bucaramanga. Las actividades principales de la empresa es la fabricación y comercialización de rollos y bolsas de plástico en polipropileno, polietileno de alta y baja densidad; los cuales son elaborados en la planta de producción ubicada en dos de los tres pisos de la empresa, el primero y el tercero, dado que el segundo piso está dispuesto para el inventario. La empresa se encuentra conformada por 18 empleados directos y 3 indirectos, de los cuales 10 pertenecen al proceso de producción como extrusores, impresor y selladores.

1.2. Reseña Histórica

La empresa Plastisander S.A.S se constituye en el año 2020 dado que se disuelve la sociedad de la empresa denominada anteriormente como Industrias Plásticas Jaerplast S.A.S, la cual fue fundada en el año 2001 por el señor Albeiro Rincón y Jenny Plazas Rodríguez con el apoyo económico de la señora Esperanza Rodríguez. La ubicación de la empresa era la Calle 37 No.8-61 hasta el año 2007, año en el cual se trasladaron a la ubicación actual de la empresa Plastisander S.A.S. Hoy por hoy, la accionista y representante legal de la empresa Plastisander S.A.S es la señora Jenny Plazas Rodríguez quien vela por llevar a cabo sus operaciones con el mismo fin de comercializar y producir artículos de plástico.

1.3. Misión

“Liderar la fabricación de plásticos y la distribución de todos los productos que hacen del manejo de las industrias en Colombia. Contamos con un equipo humano calificado, dinámico y comprometido con la satisfacción de nuestros clientes y el bienestar de los empleados”.

(Plastisander

S.A.S)

1.4. Visión

“Lograremos en el año 2024 ser reconocidos como uno de los más importantes fabricantes de plástico del país, manejando el servicio de impresión en todo tipo de bolsa plástica y destacados por el servicio y la calidad de nuestros productos, avanzando en nuevas tecnologías acompañado de una excelente administración competente que trabaja en premisas del mejoramiento continuo”.
(Plastisander S.A.S)

1.5. Política de Calidad

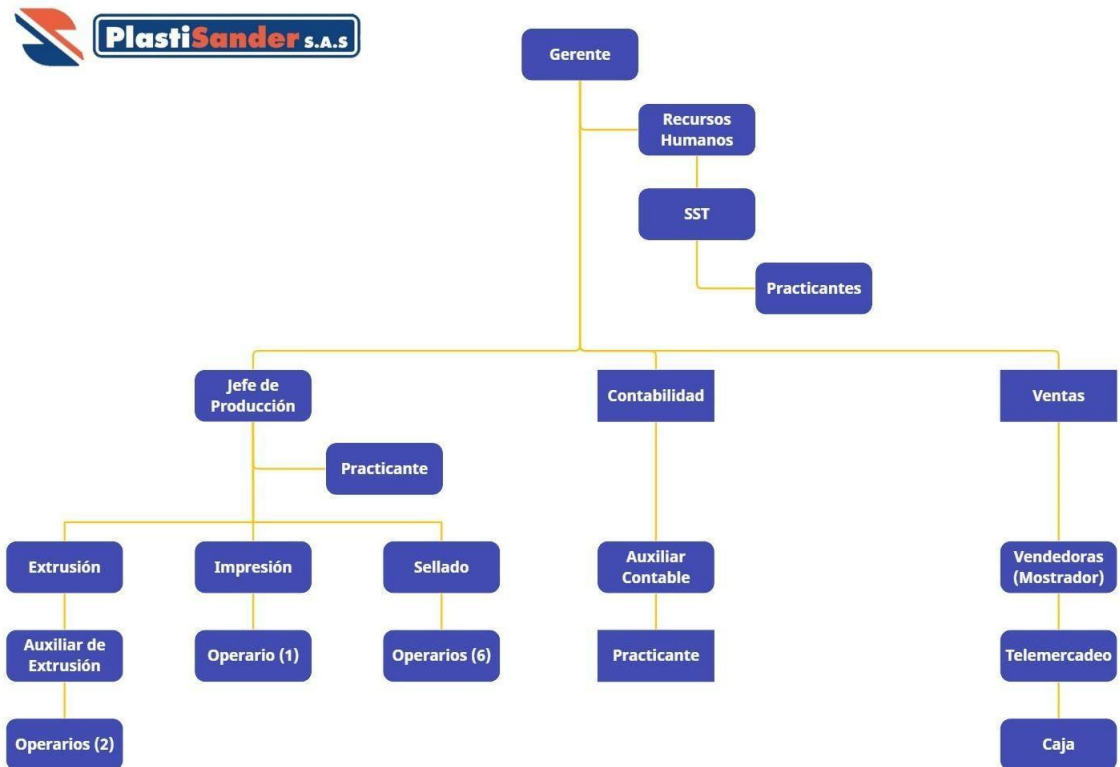
“Plastisander, se compromete con sus clientes, personal interno, proveedores y con la sociedad en general, a mejorar continuamente su sistema de gestión de calidad, buscando buena presentación y entrega oportuna de nuestros productos; para ello utilizamos insumos, tecnología aplicada, elementos, equipos y talento humano altamente capacitados y calificados en la fabricación de rollos y bolsas plásticas de polietileno de alta y baja densidad y polipropileno, cumpliendo con los requisitos del cliente, así como los requisitos técnicos y legales” (Plastisander S.A.S).

1.6. Objetivos de Calidad

- “Mejorar continuamente el Sistema de Gestión de la Calidad.
- Utilizar insumos, elementos y equipos altamente calificados.
- Garantizar que el personal mantenga las competencias necesarias para la óptima ejecución de sus labores.
- Garantizar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.

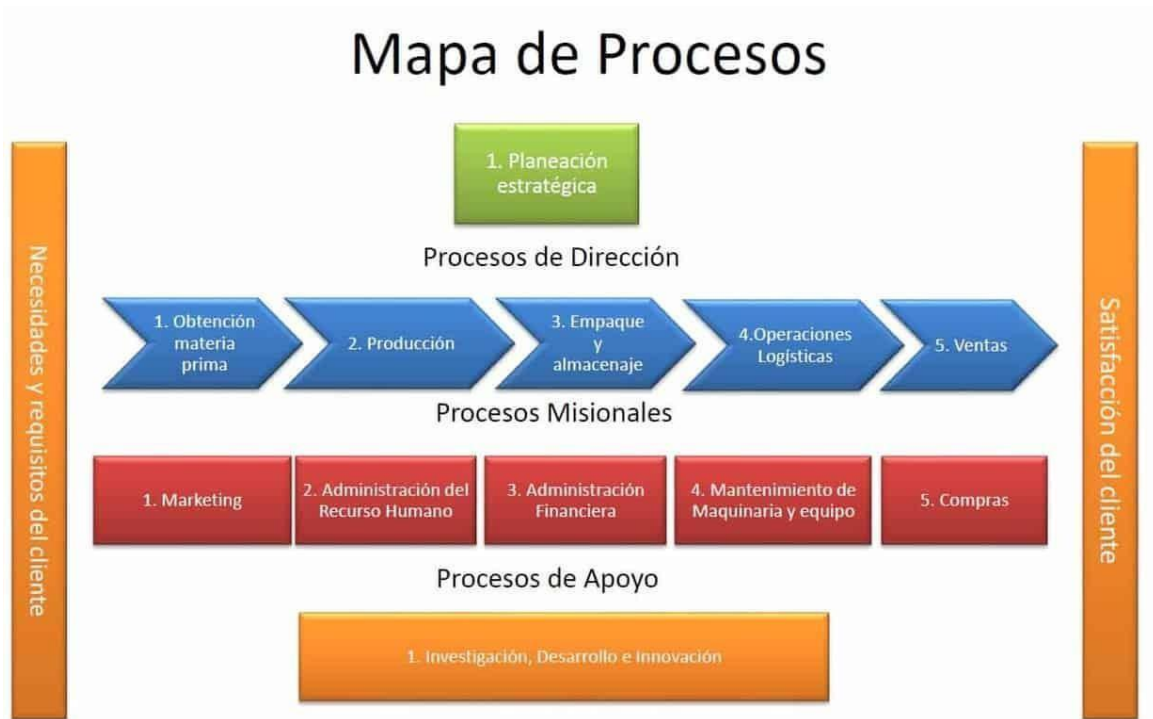
- Identificar y establecer mecanismos para cumplir con los requisitos técnicos y legales aplicables a la fabricación de rollos y bolsas plásticas de polietileno de alta y baja densidad” (Plastisander S.A.S)

1.7. Estructura Organizacional



Fuente: Elaboración propia

1.8. Mapa de Procesos



Fuente: Plastisander S.A.S

2. Generalidades del proyecto

2.1. Objetivos

2.1.1. *Objetivo general*

Diseñar e implementar un plan de mejoramiento en el proceso productivo de la empresa Plastisander S.A.S.

2.1.2. *Objetivos específicos*

- Identificar deficiencias y oportunidades de mejora en el proceso productivo de la empresa a partir de la realización de un diagnóstico de la situación actual.
- Determinar los tiempos y la capacidad de producción de la empresa a partir de la realización de un estudio de tiempos.
- Formular e implementar un plan de mejoramiento para las situaciones críticas que se encontraron en el diagnóstico inicial y a partir de los resultados del estudio de tiempos y capacidad.

- Desarrollar un sistema de indicadores de gestión por medio de una herramienta ofimática que permita evaluar y verificar el impacto del plan de mejoramiento.

2.2. Alcance

El alcance del presente proyecto parte del diagnóstico inicial del proceso productivo de la empresa Plastisander S.A.S, haciendo uso de herramientas cuantitativas y cualitativas para conocer con detalle la elaboración de los productos e identificar las falencias, puntos críticos y los métodos de trabajo por los operarios que hacen parte del proceso para posteriormente hallar la capacidad mediante la implementación de metodologías como el estudio de tiempos por cronómetro u otros. Con el objetivo de mejorar dicha capacidad, se plantean ciertas propuestas de mejoras evaluadas y aprobadas por el comité directivo para que sean implementadas y finalmente realizar una comparativa entre la metodología usada por la empresa al inicio de este proyecto y la metodología posterior a las implementaciones de las propuestas.

2.3. Justificación

Es recurrente en las empresas en crecimiento como Plastisander S.A.S, que se planteen con regularidad si realmente se cuenta con los medios necesarios para determinar si se están aprovechando los recursos de la mejor manera posible o si hay evidencia de que se está llevando a cabo la realización de los procesos de la manera que se debe hacer. Debido a que la empresa Plastisander S.A.S es una empresa de producción de plástico que en su mayoría trabaja bajo un sistema pull, es decir, que la mayor parte de la producción se da bajo la orientación de la demanda de los clientes en la que se cumplen los requerimientos y especificaciones realizados con anticipación, al no contar con una estandarización en el proceso de producción y tener que basarse

en la experticia de los trabajadores más veteranos en la industria, impide la toma de decisiones certeras y a su vez, ocasiona fallas que afectan la entrega de los productos finales (Mora, Tobar, & Soto, 2012).

Asimismo, al tener una clara falta de métodos de trabajo estandarizados para la realización de las actividades del proceso productivo, se presentan casos en los que no hay disponibilidad de materia prima para continuar con el proceso produciendo tiempos improductivos, evidenciando e identificando un deficiente control de inventarios a raíz de la falta de comunicación y organización al interior de la empresa. Adicionalmente, esta falta de organización también afecta al sistema de información de la empresa, en la que de manera previa no se llevaba un adecuado registro de la información del proceso de producción aumentando la dificultad para el desarrollo de un análisis adecuado del desempeño de cada uno de los trabajadores y generando una considerable rotación de personal que afecta directamente al funcionamiento de la empresa.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, se establece la propuesta de la realización de este proyecto con el objetivo de reducir o eliminar las deficiencias que afectan al mejoramiento continuo del proceso productivo a través de la estandarización, optimización y la efectividad de las actividades realizadas por los trabajadores, para garantizar la satisfacción de los clientes y aumentando la rentabilidad.

2.4. Planteamiento del Problema

Para todo proceso productivo es necesario contar con elementos básicos que permitan llevar a cabo una toma de decisiones basada en elementos sólidos que justifiquen dichas decisiones. De no contar con estos elementos como las variables que afectan directamente el

proceso, indicadores de gestión, capacidad del proceso, manuales de procedimientos, entre otros; difícilmente se puede establecer un estado de mejora continua en los procesos de una empresa.

Partiendo del hecho que el proceso de producción es uno de los procesos más importantes de toda empresa y que para el caso de Plastisander S.A.S, se considera un proceso misional, es inevitable dejar de lado factores tan importantes que podrían afectar al proceso como la fuga de conocimientos o el desconocimiento de información esencial por no llevar mecanismos de control.

Asimismo, es importante recordar que la empresa Plastisander S.A.S es el resultado de la separación de sociedad de la empresa de Jaerplast, lo cual trajo como consecuencia la pérdida de personal y con ello se debilitó exponencialmente la capacidad de trabajo en la empresa, cayendo en malos hábitos de trabajo y descuidando incluso a los procesos más importantes. Esto se evidencia en que la información antes de junio de 2022 no es del todo confiable, dado que la recolección de información se hacía de manera errónea y no reflejaba los resultados reales del proceso.

Es por esto, que, para dar solución a este problema, es necesario llevar a cabo un análisis exhaustivo del estado en el que se encuentra el proceso mediante el uso de técnicas de ingeniería, para posteriormente establecer un plan de mejoramiento en el que se mitiguen las falencias identificadas en este análisis inicial. Al aplicarlo se espera que el proceso productivo sea un proceso mucho más robusto con la capacidad de tomar decisiones basada en los datos recolectados del proceso y seguir trabajando por mantener la mejora continua del proceso.

2.5. Metodología

Con el objetivo de garantizar el buen desarrollo y el éxito de este trabajo de grado, se debe seguir el cumplimiento de los objetivos específicos, lo que se puede lograr por medio la implementación de las fases planteados por H. James Harrington (1993) para el mejoramiento de procesos. Las fases permiten seguir un orden secuencial y claro para cumplir con los objetivos específicos propuestos y analizar los resultados.

2.5.1. Fase 1. Organización para el mejoramiento

En primera instancia, mediante diferentes metodologías de recolección y análisis de información, se realiza el diagnóstico del estado en el que se encuentra actualmente la empresa y sus metodologías antes de aplicar cualquier tipo de mejora o plan correctivo, con el propósito de conocer cuáles son las problemáticas y puntos críticos que llegan a afectar el proceso y las posibles oportunidades de mejora presentes. Esto se realiza mediante: las visitas generales y específicas a la empresa para identificar los elementos que pertenecían al proceso, las entrevistas y conversaciones tanto con los operarios como con el área administrativa que permiten reconocer a fondo el funcionamiento del proceso y la identificación de las problemáticas que impiden un mejoramiento en el proceso y mediante la revisión de la información registrada en los documentos oficiales de la empresa. El desarrollo de esta fase, que corresponde a la primera parte del primer objetivo específico, tiene un tiempo estimado de dos meses a partir del día de aprobación de la ficha del año 2022

2.5.2. Fase 2. Comprensión del proceso

Al recolectar la información, se procede a realizar la verificación y análisis de manera cualitativa y cuantitativa, para posteriormente comenzar con la consulta bibliográfica para

determinar la mejor metodología para continuar recolectando información necesaria para la estipulación del plan de mejoramiento del proceso productivo. Por lo que para esta fase es necesario aplicar la metodología de toma de tiempos por cronómetro o mediante cálculos de capacidad según la producción para determinar la capacidad de producción de la empresa teniendo en cuenta lo consultado con anterioridad. Esto permitirá comparar cómo se comporta la producción antes y después de aplicar las propuestas de mejora, así como permitirle a la empresa tomar decisiones basadas en datos para la predicción o demanda inmediata de los clientes. El tiempo estimado para realizar esta fase teniendo en cuenta que son tres subprocesos del proceso productivo de la empresa y que se cumple la segunda parte del primer objetivo específico y el segundo objetivo específico, se estima que puede tomar aproximadamente 15 semanas para el registro de los datos, iniciando en la segunda semana de noviembre del año 2022 y finalizando en la primera semana de marzo del año 2023.

2.5.3. Fase 3. Modernización

Al contar con toda la información necesaria, es momento de plantear las propuestas basadas en los resultados de la identificación de posibles mejoras, oportunidades y falencias presentes en el proceso. Esta formulación se presenta ante el comité directivo, el cual será participativo para tomar la decisión de cuál sería la propuesta **más eficiente** e ideal para que posteriormente sea implementada y así culminar con el tercer objetivo específico. Para la formulación y aplicación de las propuestas de mejora lo ideal sería que se realizara en un tiempo estimado de 6 semanas, iniciando en marzo y finalizando en la segunda semana de abril del año 2023.

2.5.4. Fase 4. Mediciones y controles

El objetivo de la herramienta ofimática es la de consolidar todo lo desarrollado con anterioridad y que sirva como herramienta para la recolección de información, al igual que implementar unos indicadores de desempeño que sirvan como referencia para el desarrollo de actividades del sistema productivo, y así culminar con la primera parte del cuarto objetivo específico. Por último, para el desarrollo de la herramienta ofimática y se estima un tiempo aproximado de unas 4 semanas, empezando en la última semana de marzo hasta la tercera semana de abril del año 2023.

2.5.5. Fase 5. Mejoramiento continuo

Por último, los resultados son evaluados y comparados con el estado en el que se encontraba inicialmente la empresa y presentados ante la junta directiva dónde se examine el resultado del cumplimiento de los objetivos. Con esto, finalizaría la segunda parte del cuarto objetivo específico y tendría una duración de aproximadamente una semana correspondiente a la última semana de abril.

Tabla 1

Fases, actividades y herramientas para metodología

| Fases | Actividades | Herramientas y/o técnicas usadas |
|---|--|--|
| Fase 1. Organización para el mejoramiento (Primer objetivo específico) | Llevar a cabo las visitas generales y específicas a la empresa para identificar los elementos que pertenecen al proceso | Entrevista semiestructurada Documentación corporativa |
| | Realizar las entrevistas y conversaciones tanto con los operarios como con el área administrativa que permiten reconocer a fondo el funcionamiento del proceso | Matriz DOFA para análisis del estado actual de la empresa Excel |

| | | |
|---|--|--|
| Fase 2. Comprensión del proceso (Primer objetivo específico y segundo objetivo específico) | <p>Realizar la verificación y análisis de manera cualitativa y cuantitativa de la información recolectada</p> <p>Elaborar un formato ajustado con las variables necesarias para la recolección de los datos de las actividades del proceso productivo</p> <p>Determinar la capacidad de producción mediante la metodología de toma de tiempos u otra cualquier metodología</p> | <p>Plantilla del estudio de métodos y tiempos ajustada</p> <p>Excel</p> <p>Cronómetro</p> |
| Fase 3. Modernización (Tercer objetivo específico) | <p>Plantear las propuestas basado en los resultados de la identificación de posibles mejoras, oportunidades y falencias presentes en el proceso</p> <p>Evaluar con el comité administrativo de la empresa sobre las mejores propuestas para ser aplicadas</p> <p>Implementar el plan de mejora óptimo elegido bajo ciertos criterios específicos.</p> | <p>5's</p> <p>OneDrive y Google Sheets</p> <p>Señalización</p> <p>Excel para actualización de plantillas</p> |
| Fase 4. Mediciones y controles (Cuarto objetivo específico) | <p>Desarrollo de la herramienta ofimática para la recolección de información óptima y cálculo de la capacidad de la empresa</p> <p>Establecer el sistema de retroalimentación o indicadores de desempeño para poder realizar de manera periódica su revisión</p> | <p>Medios gráficos y visuales para capacitar al personal para el uso de la herramienta ofimática y el sistema de indicadores</p> <p>Uso de Google Sheets y OneDrive para manejo y recolección de información</p> <p>Nueva herramienta ofimática diseñada por el autor del proyecto</p> |
| Fase 5. Mejoramiento continuo (Cuarto objetivo específico) | <p>Evaluar los resultados de la implementación del plan de mejoramiento y realizar comparación del estado del proceso.</p> <p>Presentación de resultados para operarios y junta directiva</p> | <p>Excel</p> <p>PowerPoint</p> |

Fuente: Elaboración propia

3. Marco de referencia

3.1. Marco de antecedentes

Para la elaboración de este proyecto se toma de referencia algunos proyectos que tienen como propósito la implementación de un plan de mejoramiento para el proceso productivo, así como el uso de diferentes tipos de metodologías que hacen parte de ese mejoramiento.

En el año 2019, la autora del proyecto “*Mejoramiento del proceso productivo en la empresa Industrias AVM S.A*”, Mary Isabel Flórez (Flórez, 2019), presentó las diferentes metodologías y propuestas de mejoramiento que permitieron efectuar una mejora considerable en el proceso productivo de la empresa de ingeniería y manufactura metalmecánica tras hallar las principales problemáticas del proceso, haciendo uso de óptimas herramientas de recolección de información como el método canvas adaptado, diagramas de flujo del proceso y la descripción del proceso, para posteriormente elaborar un análisis de la información haciendo uso de métodos como el análisis EFQM, diagrama de Pareto, análisis de matriz DOFA, entre otros. Como propuestas para el mejoramiento planteó el uso de la metodología de las 5's, el estudio de tiempos para determinar la capacidad real, análisis de la cadena crítica e implementación de un sistema de indicadores. Gracias a estas implementaciones, se evidencia que el uso de herramientas de manufactura esbelta y otro tipo de metodologías, permiten generar una clara mejora en el cumplimiento, calidad y productividad del proceso reduciendo a su vez los desperdicios y los costos. Este proyecto es relevante para el desarrollo del presente trabajo de grado dado que a pesar de pertenecer a un mercado diferente al de la producción y comercialización de plástico, llevó a cabo la implementación de varias metodologías tanto para la recolección y análisis de información

cómo para la propuesta de mejora del proceso productivo, las cuáles pueden llegar a ser adaptadas a las necesidades actuales de la empresa Plastisander S.A.S.

De la misma manera, en el año 2019, la autora del proyecto *“Diseño e implementación de un plan de mejoramiento para el proceso productivo de la empresa Faprocol S.A.S.”*, Karen Andrea Bueno (Bueno, 2019), en el que por medio de la identificación de las diferentes oportunidades de mejora halladas en el diagnóstico mediante metodologías tales como el estudio de tiempos, las entrevistas, análisis de datos históricos, entre otros; estipuló la implementación de planes de mejoramiento que incluyeran soluciones a esas oportunidades de mejora identificadas, entre los que se encuentra la implementación de la metodología de 5's, estudios de tiempos, hojas de control visual, jornadas kaizen, caracterización del proceso y el desarrollo de la herramienta ofimática. Gracias a esto fue posible identificar y concluir que la desorganización en las áreas de trabajo de los operarios afectaba negativamente el desempeño de los mismos y que, al igual que en este proyecto, las decisiones eran basadas en la experticia e intuición de cada operario afectando a la manera en la que se llevaba a cabo el proceso productivo; y que tras la implementación de las metodologías mencionadas anteriormente, fue posible obtener un cambio evidente y notorio para la empresa. Este proyecto aborda las principales problemáticas que se presentan también en la empresa Plastisander S.A.S, que son la desorganización y la realización de actividades basadas en la experticia del operario y no necesariamente en una metodología estipulada para la realización de las actividades del proceso, y que, mediante de la aplicación de propuestas de mejora como lo son la metodología de 5's y la caracterización del proceso, se pudo abordar dichas problemáticas y obtener una mejora en el proceso productivo de la empresa.

Como complemento a los anteriores proyectos, en el año 2018, el autor del proyecto denominado “*ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA LA EMPRESA PALMAS MONTERREY S.A.*”, Jesús Alberto León Mendoza (León, 2018), en el que establece que la empresa no contaba con procesos estandarizados, documentación e información sobre las funciones de los cargos de los operarios del proceso productivo, ni con indicadores de desempeño y además, se presentaba tiempo no productivo y despilfarros, por lo que se llevó a cabo la implementación del programa de 5’s y el programa de aumento de capacidad. En este último se llevó a cabo un estudio de tiempos para el análisis de la capacidad real del proceso productivo para poder realizar los cambios necesarios en las actividades realizadas por los trabajadores y así, optimizar el proceso. De la misma manera, gracias a la participación e integración de los trabajadores, se generaron cambios positivos en la cultura organizacional eliminando barreras de comunicación y aportando significativamente a todos los aspectos evaluados de la estrategia 5’s. De este proyecto, es pertinente revisar la metodología de los estudios de tiempos para poder realizar un análisis de capacidad y así optimizar el proceso productivo; de la misma forma, se presenta la falta de procesos estandarizados y la falta de indicadores de desempeño, los cuales se consideran herramientas necesarias para conocer en ciertos momentos determinados el estado en el que se encuentra el proceso y así llevar a cabo acciones de mejora o acciones correctivas.

Partiendo del hecho que para el presente proyecto es fundamental obtener resultados que permitan atacar directamente a las problemáticas presentadas en la empresa Plastisander S.A.S, las cuáles son similares a las problemáticas expuestas en cada uno de los proyectos mencionados anteriormente, algunas de las metodologías presentadas en los tres proyectos de grado cómo la implementación de la metodología 5’s, los estudios de tiempos, la caracterización de los procesos

y la generación de indicadores de desempeño, permiten que dichas problemáticas disminuyan y se generen oportunidades de mejoras basadas en decisiones estratégicas de gran valor.

3.2.Marco Teórico

3.2.1. Mejoramiento de procesos

El mejoramiento de procesos se considera como una herramienta que puede ser usada por las empresas y organizaciones con el objetivo de identificar cuáles son los factores claves y oportunidades de mejora presentes en cada uno de los procesos. Además, dicha identificación se realiza con el fin último de obtener una mejora en la calidad del producto o servicio ofrecido y satisfacer con creces las expectativas y necesidades del cliente. (Ortega & Camargo, 2004)

Asimismo, existen unas fases para el mejoramiento de los procesos planteados por H. James Harrington que se presentan a continuación (Harrington, 1993):

- ***Fase 1. Organización para el mejoramiento:*** En esta fase se establece la revisión de la estrategia y metodología implementada por la empresa y cuáles son las necesidades del cliente. También, se identifica los responsables y los puntos críticos del proceso.
- ***Fase 2. Comprensión del proceso:*** Para esta fase es necesario llevar a cabo la elaboración del diagrama de flujo del proceso, definir el alcance del proceso, actualizar o definir la documentación y solucionar las diferencias presentes en el proceso.
- ***Fase 3. Modernización:*** Esta fase es considerada una de las más robustas e importantes de todo el proceso de mejoramiento, dado que se busca identificar las oportunidades de mejora presentes para establecer alguna metodología que permita eliminar las actividades sin valor

agregado simplificando el proceso para posteriormente estandarizar y documentar el proceso.

- **Fase 4. Mediciones y controles:** Tras haber aplicado y establecido las mejoras, es necesario desarrollar un sistema de medición para conocer con exactitud la mejora del proceso. De la misma forma, es necesario generar un sistema de retroalimentación para poder realizar periódicamente revisión y auditorias del proceso.
- **Fase 5. Mejoramiento continuo:** Como última fase del mejoramiento, es necesario evaluar el impacto generado por las metodologías y establecer una calificación y revisión periódicas del proceso para continuar identificando y eliminando las problemáticas que impiden un buen desarrollo de los procesos.

3.2.2. Matriz DOFA

También conocida como matriz FODA, se considera como una herramienta de análisis que facilita llevar el control de la información de la empresa para generar estrategias a partir de la relación de variables del ambiente interno y externo. El objetivo es ofrecer un diagnóstico de la realidad de la empresa para tener la capacidad de tomar decisiones estratégicas acorde a la necesidad de la empresa y mejorar aquellos aspectos en los que sea necesario. Esta metodología fue creada por Albert Humphrey para averiguar sobre los errores en la planificación corporativa, pero que, con el paso de los años, ha sido actualizada y modificada por diferentes autores. El nombre de DOFA se debe al acrónimo que forman las iniciales de las palabras debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades. La idea de la identificación de los elementos que hacen parte de cada una de las cuatro palabras mencionadas con anterioridad, es el de llevar a cabo acciones estratégicas encaminadas a mantener los puntos fuertes, corregir las debilidades, explotar y aprovechar las oportunidades y enfrentar las amenazas (Rivero, 2018)

3.2.3. Estudio de métodos y tiempos

La ingeniería de métodos y tiempos según (Correa E, Gómez M & Botero P, 2013) se considera como una disciplina de finales del siglo XVIII y principios del XIX, cuya aplicación es clave al momento de incrementar los índices de productividad de la empresa, y el perfeccionamiento y estandarización de los procesos. El estudio se divide en los métodos que es determinar la manera en la que se llevan a cabo las tareas y actividades con el propósito de implementar mejoras a partir del análisis realizado y la medición, que consiste en hallar el tiempo que le toma al trabajador realizar una actividad. Lo fundamental es tener en cuenta que ambos son primordiales para el apoyo de la productividad y la eficiencia en el trabajo.

De la misma manera, se presentan las técnicas o herramienta que hacen parte del estudio de métodos y tiempos:

- *Cronometraje*: Es considerado como una técnica que se emplea para determinar con exactitud, con base en un número limitado de observaciones, el tiempo para realizar una tarea determinada bajo la modificación de rendimiento preestablecido. Esta técnica se suele realizar cuando se presenta alguna inconformidad sobre el tiempo de una operación o demoras causadas por una operación lenta. (Bello et al., 2020)

- *Sistemas de Estándares de Tiempos Predeterminados (PTSS)*: Son conocidas como unas tablas que poseen estimaciones de los tiempos de los movimientos para operarios calificados y entrenados, y el objetivo es que a medida que un operario mejora y avanza en el desarrollo de una actividad, el operario demuestra mayor agilidad y destreza en sus movimientos hasta alcanzar los tiempos estipulados en el sistema PTSS. (Márquez & Moreno, 2016)

- *Datos estándares:* Se consideran como la colección de tiempos bien establecidos para los elementos de una actividad, los cuáles simplifican la tarea de establecer tiempos estándares para ciertas actividades definidas en las empresas (Lago & Zúñiga, 2016)
- *Según expertos:* Se consideran como los datos establecidos por la opinión de una persona basada en su experiencia la cuál podría llegar a considerarse experta en la actividad, la cual posee una estimación aproximada del tiempo que toma realizar cierta actividad. (Meyers, 2000)

3.2.4. Análisis de capacidad

La capacidad de un proceso se entiende como la facultad para producir o elaborar los productos y servicios con las especificaciones determinadas cumpliendo, a su vez, con los límites de tolerancia. El análisis de capacidad de un proceso se deberá llevar a cabo en el momento que partes fundamentales del proceso sean alteradas, como, por ejemplo, cuando se cambia de posición alguna máquina, cuando se genera un ajuste para el funcionamiento de las máquinas o incluso cuando los gráficos de control presentan inestabilidad en los datos. Por esta razón, para llevar a cabo el análisis de la capacidad del proceso mediante la variabilidad, es necesario conocer o estimar la distribución de la característica evaluada o los parámetros que definan la variabilidad mencionada. (Montgomery, 2014)

3.2.5. Estrategia de las 5's

Las 5's se considera como una metodología para lograr mejoría de la empresa haciendo la implementación de un plan de orden y limpieza, que fue desarrollado en Toyota en 1960 por Eili Toyoda. Se llevó a cabo la metodología con el objetivo de tener un espacio de trabajo más

organizado y donde primara la limpieza, para así obtener un aumento de la productividad, mejorar el entorno laboral, mejor desempeño de las actividades diarias y establecer mejorías en los estándares de calidad. La estrategia de las 5's recibe ese nombre por la designación del nombre en japonés de cada etapa perteneciente a este método. Es una idea que va de la mano del principio de Calidad Total estipulada por W.E. Deming. (Riofrío & Antonio, 2016)

La estrategia de las 5's está compuesto por las siguientes etapas (Socconini, 2018):

- *SEIRI (Seleccionar)*: Esta etapa consiste en identificar los elementos necesarios e innecesarios, para conservar los que se necesiten y desechar aquellos que no se usen.
- *SEITON (Organizar)*: Para esta etapa será necesario establecer el orden de los artículos conservados, de manera que se puedan identificar y utilizar fácilmente.
- *SEISO (Limpiar)*: Al realizar la identificación de los elementos necesarios (SEIRI) y estableciendo el modo en que deben ubicarse estos artículos (SEITON), es hora de realizar la limpieza. En esta etapa se pretende eliminar las fuentes de suciedad y ejecutar planes de acción para evitar que se presenten, permitiendo al personal encontrarse con un ambiente en perfecto estado operativo.
- *SEIKETSU (Estandarizar)*: Para esta etapa es necesario estipular la forma para que las actividades realizadas anteriormente se lleven a cabo conscientemente y de manera periódica para asegurar que el espacio se mantenga en ese estado el mayor tiempo posible.
- *SHITSUKE (Disciplina)*: Para esta última etapa, se busca cumplir con lo pactado en la etapa de *SEIKETSU*, estableciendo un control riguroso y capacitando al personal para mantener el compromiso de todo el personal generando un hábito. Posteriormente, al realizar

el control, se elabora una comparación con los resultados obtenidos y se documentan las conclusiones. De ser necesario, se modifica la estrategia y se establecen nuevos estándares para alcanzar los objetivos estipulados.

3.2.6. Estrategia SMED

Es fundamental entender algunos conceptos clave en producción antes de explorar el enfoque de Shigeo Shingo. En la fabricación, se utiliza el término "tiempo planificado", que se divide en dos partes principales: el "tiempo de funcionamiento", cuando la empresa está produciendo activamente, y el "tiempo de cambio de lote" o "tiempo de preparación", cuando la máquina está inactiva debido a mantenimiento o cambios de producción.

La eficiencia de la producción se relaciona con la relación entre el tiempo de funcionamiento y el tiempo de cambio de lote. Cuanto más largo sea el tiempo de funcionamiento en comparación con el tiempo de cambio de lote, mayor será la productividad y menor serán los costos. Tradicionalmente, las fábricas han buscado minimizar los cambios de lote para aprovechar las economías de escala.

Sin embargo, el mercado actual demanda una variedad de productos en cantidades pequeñas y con entregas rápidas, lo que choca con las prácticas de producción en lotes grandes. Aquí es donde entra en juego el concepto de "Single-Minute Exchange of Dies" (SMED) propuesto por Shigeo Shingo en la década de 1950. SMED busca reducir el tiempo necesario para cambios de formato o herramienta a menos de 10 minutos, permitiendo una respuesta ágil a la demanda y mejorando la eficiencia y flexibilidad de la producción. (Carbonell, 2013)

4. Fase 1: Organización para el mejoramiento

Se realizó un diagnóstico de la empresa Plastisander S.A.S a través de visitas iniciales para comprender su proceso productivo y detectar posibles problemas. Posteriormente, se llevaron a cabo visitas continuas y revisiones de registros para obtener una visión general del proceso, identificar ineficiencias, como la falta de estandarización en el trabajo y la falta de control de inventario, y reconocer la dependencia en la experiencia en lugar de una capacidad de producción establecida. Este diagnóstico resalta la necesidad de implementar mejoras en la estandarización del trabajo, la planificación y el control de inventario para una gestión más efectiva de la empresa.

4.1. Descripción General del Proceso Productivo

El proceso productivo de la empresa Plastisander S.A.S se basa principalmente en el sistema “pull”, es decir, se generan órdenes de producción según las especificaciones solicitadas por el cliente. Estas especificaciones incluyen medidas, calibre, tonelaje, color, cantidad de bolsas, diseño y materia prima utilizada. Dependiendo de las necesidades del cliente, el producto puede pasar por uno o todos los subprocesos principales: extrusión, impresión y sellado; como se puede observar en el apéndice A.

En todos los procesos se utilizan planillas de producción para registrar información sobre la elaboración del producto, incluyendo observaciones y problemas presentados, la calidad del producto y, en el caso del sellado, el tiempo empleado para elaborar un bulto de cierta cantidad de bolsas. Sin embargo, en los procesos de extrusión e impresión se suspendió temporalmente el uso de estas planillas para incorporar variables importantes para la consolidación de información en el sistema.

4.2. Mezclado de Materia Prima

La primera etapa del proceso productivo es crucial, ya que determina la calidad del producto final. En esta fase, se introduce la materia prima en una mezcladora vertical marca Bimaq para cumplir con las especificaciones de las órdenes de los clientes antes de pasar a la extrusión. El supervisor de producción, con más de 24 años de experiencia en la industria del plástico y 4 años en Plastisander S.A.S, se encarga de esta tarea, basándose en su experiencia.

La dificultad radica en registrar el uso de las materias primas, ya que una misma mezcla puede usarse para diferentes órdenes, ajustando la cantidad de materia prima para cumplir con las especificaciones. Sin embargo, se reconoce la necesidad de establecer una metodología para determinar la proporción de cada material en cada mezcla, especialmente después de que se identificó su importancia para los inversionistas y la administración en diciembre.

4.2.1. Maquinaria de la Etapa de Mezclado.

La máquina involucrada en la etapa de mezclado es la mezcladora vertical marca Bimaq. Para evidencia fotográfica dirigirse al apéndice B.

4.2.2. Materia Prima

La materia prima utilizada en el proceso productivo es la siguiente:

- Polietileno
 - Baja densidad
 - Alta densidad

- Lineal
- Metaloceno
- Peletizados
- Polipropileno
- Lamina bio
- Tintas para impresión

Para evidencia fotográfica dirigirse al apéndice B

4.3. Extrusión

El proceso de extrusión consta de varios pasos antes de iniciar, incluyendo la preparación de la extrusora, la mezcla de los materiales en las proporciones adecuadas y el calentamiento de la máquina. Al obtener la mezcla con las proporciones determinadas por el supervisor de producción, la mezcla se vierte en la tolva de la extrusora donde es transportada por el tornillo sin fin, o también conocido como tornillo de Arquímedes, lo que produce a su vez que se funda y fluya hasta la boquilla ubicada en la corona (Copa de extrusión) mediante temperaturas controladas. Esa masa resultante de la mezcla fundida sale a través de la boquilla del molde en la corona mediante el proceso de soplado de aire a presión tanto interno como externo; donde el interno genera un globo de plástico y el externo permite regular la temperatura de este globo de plástico para enfriarlo progresivamente para que pueda ser recogido y compactado mediante los rodillos haladores. La velocidad de los rodillos haladores, la temperatura y la presión del aire que sale de la boquilla se regulan para obtener las características deseadas del material. Después de esto, el material puede ser tratado con una descarga eléctrica y de rayos UV para permitir la pigmentación para el proceso de impresión. Por último, el material pasa por los rodillos de arrastre antes de ser embobinado en

el cono preparado al inicio del proceso hasta que se alcanza el tonelaje indicado en el pedido y posteriormente pesar la bobina, embalarla y etiquetarla para su entrega al cliente. Para algunos productos esto es el final del proceso de producción, mientras que para otros se continúa con el proceso de impresión.

4.3.1. Maquinaria de la Etapa de Extrusión.

Las máquinas involucradas en la etapa de extrusión son las siguientes:

- "La nueva" o extrusora de 45
- Extrusora bimaq 55
- Extrusora de 30 para bolsas pequeñas de baja densidad
- Extrusora de polipropileno de 50
- Refiladora

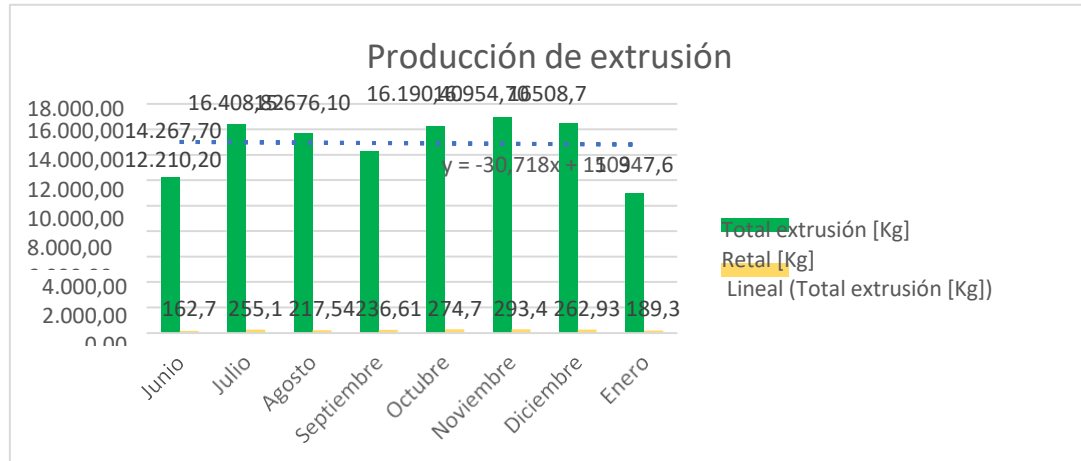
Para visualizar la tabla con la evidencia fotográfica y las características de cada máquina dirigirse al apéndice C.

4.3.2. Análisis de Producción de Extrusión.

A pesar de no contar con una herramienta de recolección óptima para esta etapa del sistema productivo, el supervisor alimenta el sistema utilizado por la empresa con la información de la etiqueta para llevar a cabo el reporte de la información del total de producto extruido a final del mes obteniendo como resultado la siguiente información del año 2022.

Figura 1

Gráfica de producción de la etapa de extrusión de junio 2022 a enero 2023



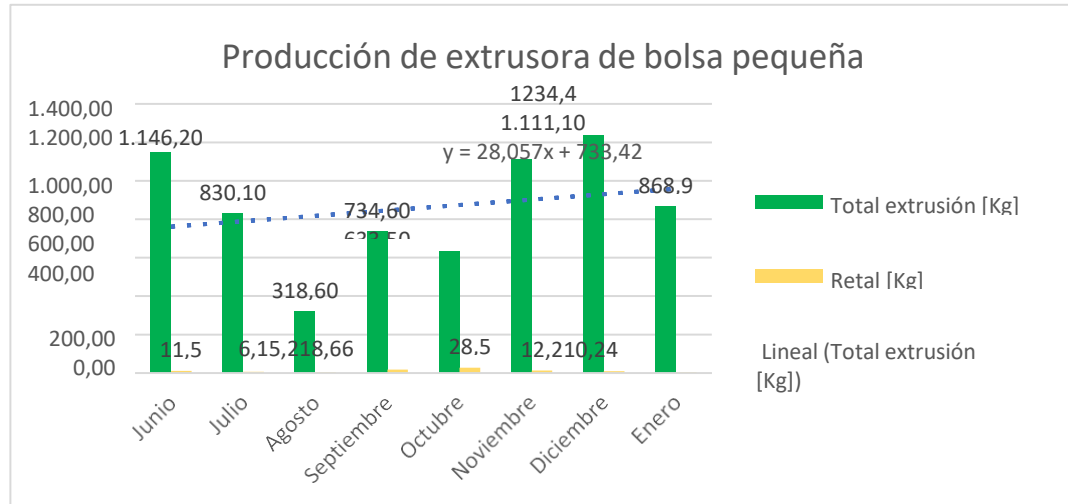
Fuente: Elaboración propia a partir de Plastisander S.A.S

A partir de los datos recopilados, se observa una clara fluctuación de los valores durante los meses de junio a septiembre, sin embargo, a partir del último mes mencionado se observa un incremento hasta el mes de diciembre en el que posteriormente al último mes del año 2022, se obtendría uno de los meses con menor producción de todo el periodo analizado correspondiente al mes de enero. Hay que tener en cuenta que una de las políticas establecidas por la empresa es que en la medida de lo posible el retal producido no sobrepase el 2,5% mensual para que esto no represente una gran pérdida del material del producto producido, por lo que al observar los resultados obtenidos en los meses analizados, es conveniente afirmar se mantiene un valor por debajo del 1,75% de retal con respecto a la producción total de cada uno de los meses.

De la misma manera, es posible presentar la información de producción por extrusora para observar el comportamiento de manera independiente:

Figura 2

Gráfica de producción de la extrusora de bolsa pequeña desde junio 2022 a enero 2023

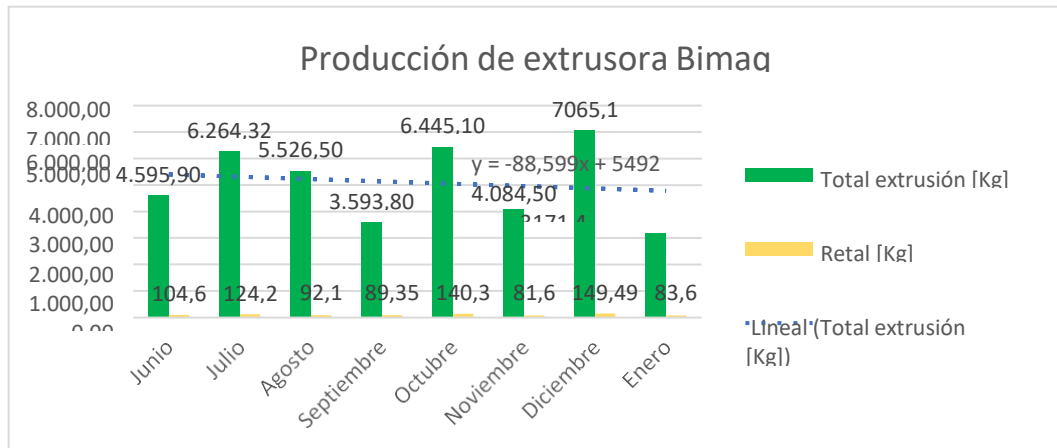


Fuente: Elaboración propia a partir de Plastisander S.A.S

A pesar de no ser una de las extrusoras que más kilos produce y que en el mes de agosto se presentó un nivel de producción muy por debajo de lo normal entre los meses estudiados, dado que la mayoría de los pedidos se presentaron para otro tipo de extrusoras, es necesario revisar otros tipos de variables como el correcto funcionamiento de la extrusora y la disponibilidad de materias primas.

Figura 3

Gráfica de producción de la extrusora Bimaq desde junio 2022 a enero 2023

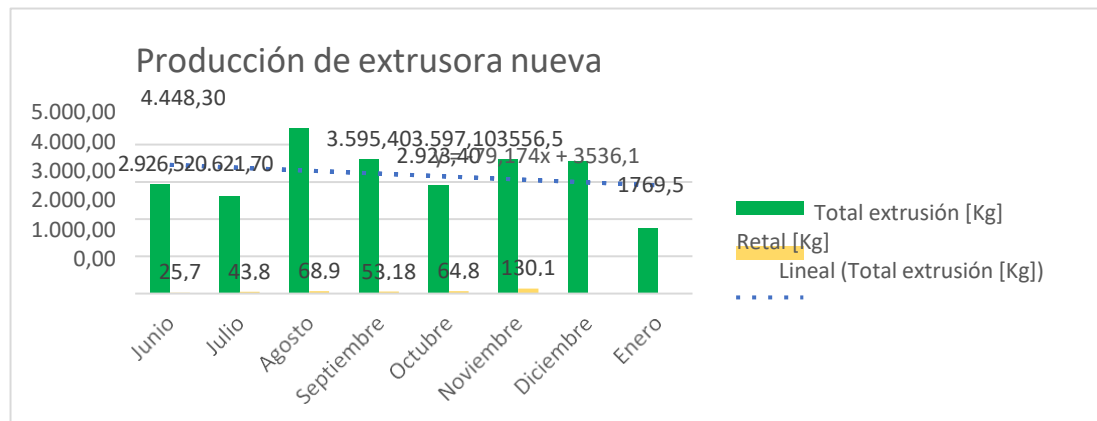


Fuente: Elaboración propia a partir de Plastisander S.A.S

Se considera una de las extrusoras con mayor producción de todo el proceso de extrusión, sin embargo, la gráfica permite evidenciar que durante el mes de septiembre fue el mes en el que, en comparación a los demás meses, hubo una menor cantidad de producción de bobinas y láminas, pero una mayor producción de retal en proporción a lo producido obteniendo aproximadamente un 2,5% de porcentaje de retal.

Figura 4

Gráfica de producción de la extrusora nueva desde junio 2022 a enero 2023

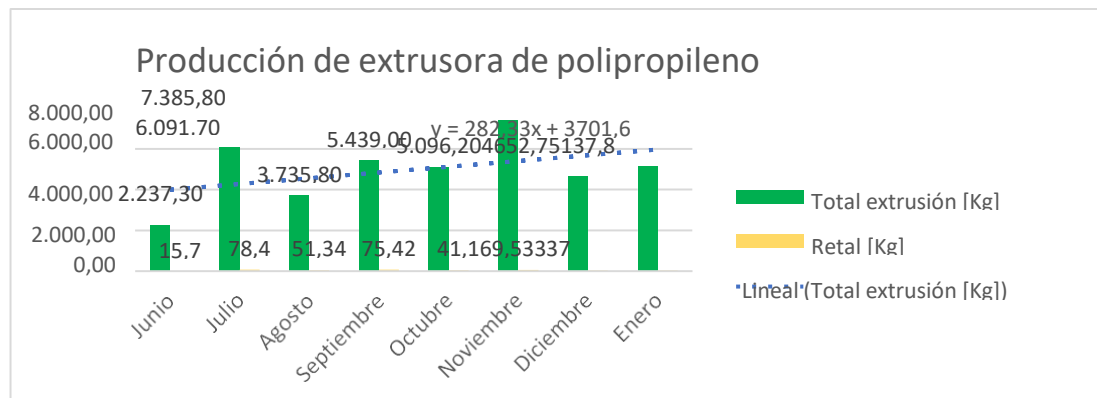


Fuente: Elaboración propia a partir de Plastisander S.A.S

Según lo observado en la gráfica, el mes de agosto fue en el que mayor tonelaje de producción de bobinas y láminas hubo, sin embargo, el mes de noviembre fue el mes en el que se presentó un incumplimiento en la política antes mencionada dado que sobrepasó el indicador de producción de retal obteniendo un 3,62% con respecto a la cantidad de kilogramos producidos.

Figura 5

Gráfica de producción de la extrusora de polipropileno desde junio 2022 a enero 2023



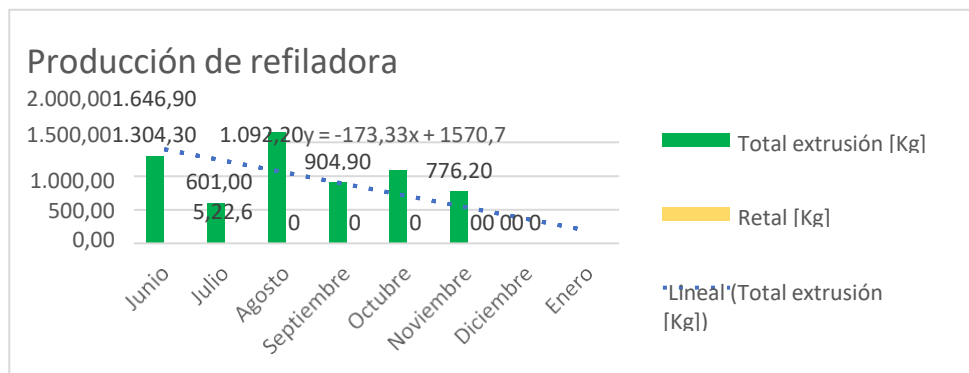
Fuente: Elaboración propia a partir de Plastisander S.A.S

Tanto el mes de junio como el mes de noviembre fueron meses bastante atípicos para la producción total de la extrusora de polipropileno, impidiendo concluir que posee una tendencia positiva y directamente proporcional a sus variables, es decir, que con el pasar del tiempo no necesariamente aumentaría su producción. Para que sea verídica la hipótesis, sería necesario revisar la información del primer semestre, sin embargo, esta información no es confiable dado que se estaba llevando a cabo un mal procedimiento para la recolección de información evitando

que pueda ser usada para un análisis robusto. A pesar de eso, la extrusora de polipropileno durante el segundo semestre del año 2022 es la segunda extrusora con mayor producción de toda la etapa de extrusión y con una de las menores obtenciones de retal en proporción al tonelaje de bobinas producidas.

Figura 6

Gráfica de producción de la refiladora desde junio 2022 a enero 2023



Fuente Elaboración propia a partir de Plastisander S.A.S

A pesar de no ser una extrusora, también se registra lo obtenido de esta máquina para conocer la trazabilidad de los productos que pasan por acá para ser rebanados, separados o centrados según lo requerido, dado que no todos los productos necesariamente deben pasar por este proceso.

4.3.3. Deficiencias y oportunidades de mejora de extrusión

- Algunas de las fallas identificadas en la extrusión de bobinas como que el material se encuentre arrugado o mal extruido, no son comunicadas a las demás actividades del proceso

de producción, lo que impide plantear acciones correctivas que eviten el tiempo improductivo ya sea en sellado o impresión. Por lo que es importante para el proceso fortalecer la comunicación entre las diferentes tareas que hacen parte del proceso productivo.

- Al no poseer caracterización ni un sistema eficiente de recolección de información, es complejo identificar los productos que se producen de la misma manera todos los meses gracias a los clientes fijos que tiene la empresa, provocando que las veces que se produzcan productos que ya se hayan elaborado con anterioridad no se lleve a cabo de la misma forma, generando un mayor gasto de materia prima y tiempo improductivo. Por esta razón, se considera pertinente desarrollar una metodología que permita obtener la información de la forma en la que se llevan a cabo los productos y poder replicarlo con la caracterización o la visualización de los históricos.
- A pesar de contar con personal que posee una vasta experiencia en las actividades de sellado, la extrusión de las bobinas suele estar sujeta a la experiencia de dichos operarios, lo que en dado caso en el que estos operarios no puedan estar presentes para la realización de esta actividad, la empresa no posee una caracterización para que otros operarios lleven a cabo dichas actividades, dejando al proceso productivo en una posición de dependencia. Es necesario, que al igual que el punto anterior, se realice la caracterización del proceso para cortar con la dependencia que hay con los operarios que poseen el conocimiento para llevar a cabo las tareas del proceso.

4.3.4. Diagrama de flujo del proceso de extrusión

El diagrama de flujo del proceso de Extrusión, que se encuentra en el apéndice D, se elaboró basado en la simbología estipulada por la Norma ISO 9000. Las operaciones realizadas son actividades que se realizan antes, durante y posterior al tiempo de elaboración del rollo, el cual no se tuvo en cuenta para el flujograma partiendo del hecho de que variables como la velocidad, el tamaño y la materia prima con la que se elabora el rollo produce que el tiempo de elaboración sea mayor (aprox. 2 horas y media) o menor (aprox. 1 hora). Por las variables antes mencionadas, también se generaron unos rangos de tiempos para cada operación tras realizar un pre-muestreo de toma de tiempos que se encuentra en el apéndice E. Las máquinas extrusoras cuentan con tres personas que se encuentran verificando el estado de la impresión, e incluso hay doble jornada para la producción en estas máquinas siempre y cuando haya materia prima disponible.

4.4. Impresión

Para comenzar, se requiere tener bobinas tratadas en las que se va a realizar la impresión, tintas como materia prima, moldes de plástico llamados cireles o fotopolímeros que contienen los diseños que se imprimirán y rodillos de impresión que se ajustan al tamaño de la impresión. Se eligen los rodillos adecuados según el diámetro y los tonos de las tintas que lleve el diseño de la impresión para luego adherir los fotopolímeros a los rodillos y verter las tintas en el lugar indicado. Después, la lámina de la bobina pasa entre los rodillos, uno con el fotopolímero y otro que ejerce presión, para que la tinta quede impregnada en el material. Las tintas que recoge el fotopolímero adherido al rodillo, se vierten por medio de un cilindro anilox que puede suministrar la tinta de manera interna o externa.

Posteriormente, se comienza a realizar la impresión en rollos de prueba para ajustar el diseño y verificar medidas, tonos y adherencia de la tinta. Si el resultado es positivo, se cambia por la bobina sobre la cual se debe realizar la impresión, si es negativo se lleva a cabo las medidas correctivas necesarias. Una vez finalizado el proceso de impresión, se desmonta el rollo con el diseño impreso, se pesa, se embala y se etiqueta para entregar al cliente. Por último, al igual que en extrusión, puede que este sea el último paso para algunos productos, de lo contrario, se continúa con la última etapa que es el sellado.

4.4.1. Maquinaria de la Etapa de Impresión.

La máquina involucrada para esta etapa del proceso productivo es la impresora flexográfica marca Printplast, serie PKF1000-6, la cual posee un ancho de impresión de 1000 mm, una velocidad de impresión de 100 m/min y permite un ancho de película de 1050 mm. (PRM-Taiwan, 2023)

Figura 7

Impresora flexográfica Printplast serie PKF1000-6



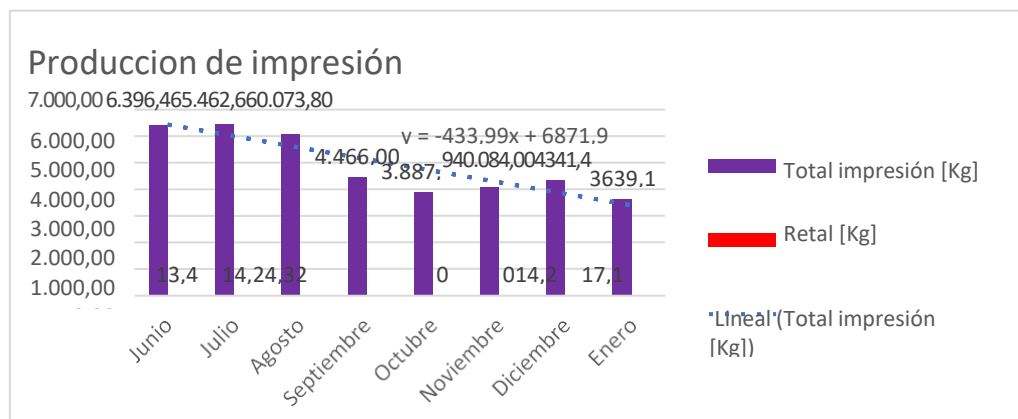
Fuente: PRM-Taiwan

4.4.2. Análisis de Producción de Impresión.

Teniendo en cuenta los datos reportados entre junio y septiembre del año 2022, es necesario explicar qué variables externas a la producción han impedido que se lleve a cabo de manera adecuada esta etapa del proceso productivo, dado que presenta unos niveles bajos de producción que van descendiendo con el pasar de los meses, generando a su vez retraso en la entrega de pedidos de los clientes. Una de las principales razones fue la rotación de personal calificado para el uso de la impresora flexográfica, y cómo no se llevaba un registro óptimo de la manera en la cual se llevan a cabo las tareas del impresor basándose únicamente en la experticia, hubo que realizar correcciones de ajustes en la impresora e iniciar de cero bajo el conocimiento adquirido por el nuevo impresor. Por esta razón, es necesario que, al igual que en extrusión, se aplique metodologías óptimas de recolección de información para verificar la cantidad de materia prima utilizada y el tiempo que lleva realizar la impresión en una lámina o bobina.

Figura 8

Gráfica de producción de la impresora desde junio 2022 a enero 2023



Fuente: Elaboración propia a partir de Plastisander S.A.S

4.4.3. Deficiencias y oportunidades de mejora de impresión

- La alta rotación que se ha presentado y la falta de personal para la actividad de impresión, ha generado que se afecte de manera evidente el volumen de producción de los diseños solicitados por los clientes, provocando retrasos y pérdida de algunos clientes. Para esto, se puede implementar la capacitación de algún otro operario ya presente en la empresa para contar con un mayor número de operarios para esta actividad y no depender de tan solo un impresor.
- Al igual que en extrusión, el impresor posee un gran conocimiento sobre su área, sin embargo, al no haber una caracterización ni una metodología para la recolección de información con el objetivo de conocer cómo y la rapidez para elaborar la impresión de los diseños en los rollos, se suele desperdiciar materia prima y tiempo necesario para la elaboración de los diseños. Se estima que esta situación mejore con el desarrollo de la caracterización, el análisis de capacidad y la metodología para la recolección de información.

4.4.4. Diagrama de flujo del proceso de impresión

Al igual que el diagrama de flujo del proceso de extrusión, la información de los tiempos realizados se llevó a cabo bajo la modalidad de toma de tiempos por cronómetro y con la simbología de la Norma ISO 9000 como se puede observar en el apéndice F. En este caso la preparación de la máquina y el montaje tanto de los fotopolímeros como de los rodillos es lo que más tiempo toma en el proceso, incluso teniendo que mantener la impresora apagada durante más

de dos horas. Adicionalmente, este proceso solo cuenta con un solo operario que es apoyado por un auxiliar que posee tareas adicionales con los demás procesos, impidiendo realizar doble jornada como el proceso de extrusión o en dado caso que el impresor se ausente, este proceso se detiene por completo. Esto es una gran problemática teniendo en cuenta que los productos que generan mayor utilidad en la empresa son las bolsas o rodillos impresos, y la falta de personal imposibilita el flujo o aumento de productividad de este proceso.

4.5. Sellado

En esta última etapa los pedidos son asignados desde el área administrativa a los selladores, quienes se encuentran en el tercer piso de la planta. Los rollos de material son transportados por el auxiliar del proceso productivo mediante un ascensor ubicado en la parte de atrás a la derecha de la planta y una vez estando arriba, se colocan en una zona específica sin un orden particular. Para comenzar el proceso de sellado, la máquina debe estar encendida y en la temperatura adecuada, así el operario puede realizar la configuración de la temperatura, la velocidad y la medida del corte de la lámina, dependiendo del tipo de material, el calibre y la medida de las bolsas. Durante el proceso, el operario debe realizar pruebas de calidad para verificar la resistencia, la calidad de sellado y la calidad general del producto. Si se encuentra algún fallo en las pruebas de calidad, se deben notificar y revisar los fallos en etapas anteriores del proceso, y las correcciones que se puedan hacer de inmediato, como ajustes de velocidad, temperatura y medida de la selladora, serán realizadas por el sellador y verificadas nuevamente.

El corte de la bobina se realiza en paquetes de 25, 50 o 100 unidades de bolsas según la orden asignada, que pueden ser selladas o no por el operario mediante una selladora térmica

manual. Estos paquetes se pesan y etiquetan hasta alcanzar el tonelaje asignado por la orden, y esta información se coloca en la planilla de producción para que sea subida al sistema. Es importante que el sellador sea sincero en cuanto al peso, las unidades producidas, el tiempo que tomó realizar el trabajo y la cantidad de retal producido para garantizar la información del producto que se le entrega a los clientes.

4.5.1. Maquinaria de la Etapa de Sellado.

Las máquinas involucradas en la etapa de sellado son las siguientes:

- Selladora lateral con mesa
- Selladora lateral sin mesa
- Selladora de fondo

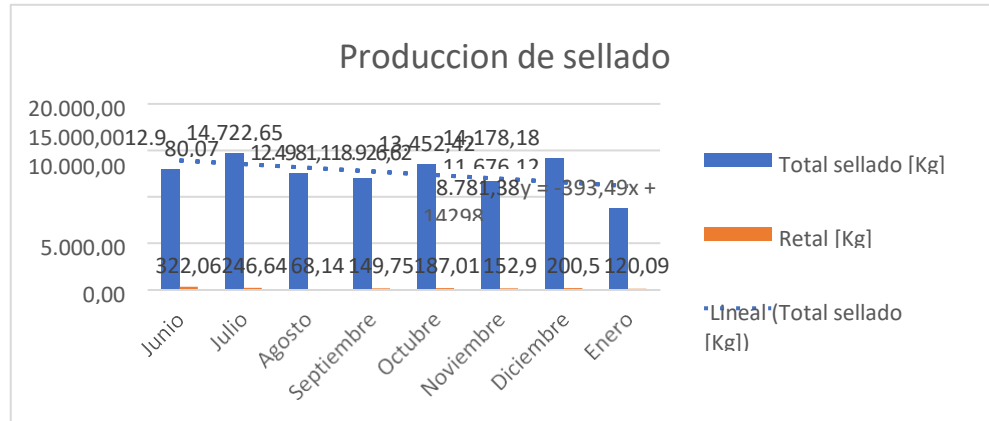
Para visualizar la tabla con la evidencia fotográfica y las características de cada máquina dirigirse al apéndice G.

4.5.2. Análisis de Producción de Sellado.

En comparación a las anteriores etapas, la etapa de sellado es la etapa que cuenta con la mejor metodología de recolección de datos por medio del sistema de planilla que permite recolectar la información necesaria, incluyendo las variables de las cuáles depende el proceso cómo lo es la velocidad, la temperatura y la medida. Teniendo en cuenta lo anterior, cómo resultado se obtienen los siguientes datos del periodo de tiempo entre junio y noviembre del 2022.

Figura 9

Gráfica de producción de las selladoras desde junio 2022 a enero 2023

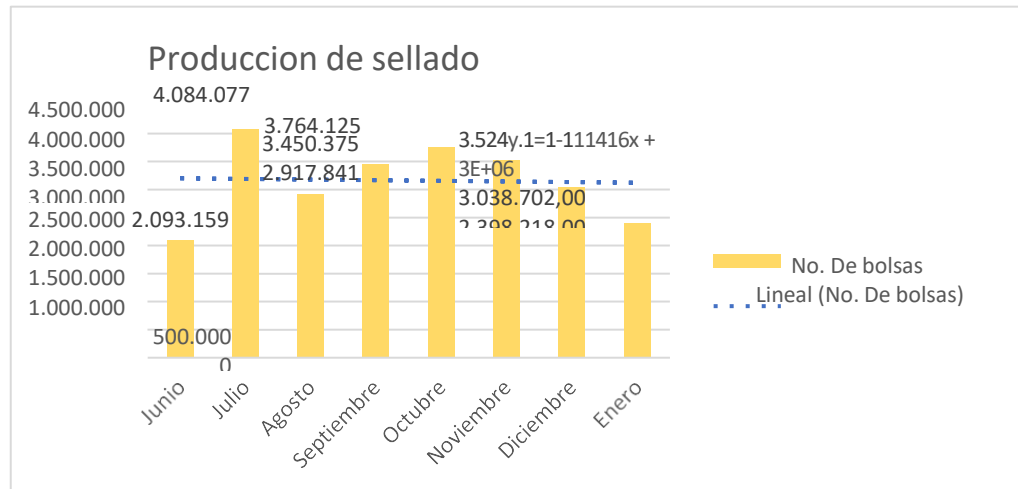


Fuente: Elaboración propia a partir de Plastisander S.A.S

Teniendo en cuenta la información brindada por la gráfica de la producción total de las selladoras, de manera general parece mantenerse en un rango estable, sin embargo, puede que al igual que en la producción de la etapa de extrusión, al realizar un análisis de manera individual, es posible que se observe una mayor variación en los resultados de la producción mensual de cada selladora. A pesar de eso, es necesario aclarar que la información del registro de datos por máquina es compleja, partiendo del hecho que, al realizar la asignación de pedidos por operario, se lleva el registro de la información del operario más no de lo producido en la selladora.

Figura 10

Gráfica de producción en unidades de bolsa de las selladoras desde junio 2022 a enero 2023



Fuente: Elaboración propia a partir de Plastisander S.A.S

Al contar con la información del número de unidades de bolsas producidas, se observa que no necesariamente el producir más unidades provoca que haya un mayor tonelaje de producción, un ejemplo claro de esto sería la producción de los meses de agosto y septiembre, en dónde el primer mes se produjo mayor tonelaje con una menor cantidad de unidades de bolsas producidas en comparación con el mes de septiembre.

4.5.3. Deficiencias y oportunidades de mejora de Sellado

- En el caso de esta actividad suelen presentarse situaciones en las que, como se expresó con anterioridad en las deficiencias y oportunidades de mejora de extrusión, los errores son detectados en este punto, provocando que los selladores tengan que devolver bobinas mal extruidas luego de haber realizado el montaje en la máquina y así, con la realización de la actividad se ve perjudicada la calidad de la bobina tomando más tiempo cortándolo o teniendo que bajar la bobina y reportándola. Con el mejoramiento en la cultura y la trazabilidad en la comunicación por medio de la implementación de alguna metodología

propuesta, esta situación podría evitarse y evitar que se generen tareas adicionales al proceso.

- Otra problemática presentada son las metas establecidas para esta actividad, dado que suele ser un tema de discusión seguido para los operarios que pertenecen a sellado. Para las mesas selladoras laterales está establecido una producción por operario de 2.500 kg mensuales y para estas dos mesas hay 4 operarios asignados, por lo que en total como mínimo, la meta total de todos debería ser de 10.000 kg, mientras que en la máquina de fondo es de 3.300 kg por operario y hay asignado 2 operarios, por lo que la meta mínima debería ser de 6.600 kg mensuales. Sin embargo, en extrusión no suele producir más de 16.600 kg mensuales para que los operarios puedan extruir la meta mínima establecida, además que la asignación de pedidos suele perjudicar en cierta medida la producción individual de los selladores. Para esto es importante que haya un cambio en los indicadores de producción y una mejora en el sistema productivo a nivel general por medio de las metodologías propuestas en las siguientes fases.

4.5.4. Diagrama de flujo del proceso de sellado

Basado en la observación realizada y la toma de tiempos para este proceso, es posible determinar que variables como la velocidad de corte, la temperatura y la habilidad del operario para realizar las actividades estipulan un menor o mayor tiempo para producir un bulto de paquetes de bolsas. En este caso el que haya una mayor o menor velocidad, temperatura y contador de bolsas depende de la orden, es decir, la medida, el calibre y del tipo de materia prima del que este hecha la bobina.

Las variables de la velocidad, la temperatura y el contador de bolsas determinan un *ciclo completo*, el cual se define como el periodo de realizar n cortes incluyendo la pausa o desplazamiento de las cintas de la mesa. Con el ciclo, es posible determinar la producción esperada durante una hora sin pausas ni correcciones de errores:

de paquetes durante una hora de producción estimada

$$= \left(\frac{3600 \text{ (Una hora en seg)}}{\text{Tiempo promedio del ciclo}} \right) * (\text{División de la lámina})$$

Primera fórmula: Estimación de paquetes por hora

$$\text{Kilos producidos} = \frac{\text{\# de paquetes durante una hora de producción estimada}}{\text{Peso promedio de los paquetes pesados}}$$

Segunda fórmula: Estimación de tonelaje en una hora

Estos cálculos es posible realizarlos durante la Operación 5 y la Operación 7 del diagrama de operaciones del proceso de sellado. (Ver apéndice H)

5. Fase 2. Comprensión del proceso

5.1. Producción Según Diagrama De Pareto

Como se mencionó con anterioridad, Plastisander es una empresa que trabaja en su mayoría bajo pedido, y a pesar de eso, no se tiene presente cuáles son los principales clientes ni cuáles son los productos más demandados. Por esta razón, se hace necesario utilizar la herramienta de diagrama de Pareto con el objetivo de clasificar y conocer los productos y clientes que representan el 80% de la producción de la empresa. Los datos y las gráficas se pueden observar con mayor detalle en el apéndice I.

Para el proceso de extrusión, son 17 clientes (el 16,67%) quienes representan aproximadamente el 80% de la producción, teniendo en el primer puesto a la empresa Plastisander. Los productos obtenidos para la empresa Plastisander tienen en su mayoría como destino la venta directa al cliente, a pesar de que anteriormente se menciona el hecho de que la empresa en su mayoría trabaja bajo órdenes o pedidos de los clientes. Esto evidencia una gran problemática presentada desde la junta directiva de la empresa tras llevar a cabo la revisión de inventario a inicios del año 2023, en el que hay aproximadamente 200 millones de pesos colombianos en producto terminado sin realizar su respectiva rotación.

Teniendo en cuenta lo anterior, la mayoría de los productos producidos para la empresa Plastisander son rollos sin impresión de polipropileno; los cuáles, como se puede observar en el apéndice J, son los que representan uno de los menores márgenes de utilidades bruto de toda la empresa. Por lo que es necesario reconsiderar los productos que se están elaborando para enfocar los esfuerzos en aquellos que generan un mayor margen de utilidad bruta a la empresa como aquellas bolsas o rollos que poseen colores o impresiones.

Son 122 (el 32,97%) referencias registradas en el sistema de la empresa las que representan aproximadamente el 80% de la producción total del proceso de extrusión. Los *“Rollo de Polipropileno MonoOrientado Transparente Sin troquelado Ancho 40 Calibre 1 y Calibre 0.9”* lideran la lista de los rollos producidos desde junio de 2022 a enero de 2023.

Los clientes que representan aproximadamente el 80% de las órdenes del proceso de impresión son 23 (el 35,38%), donde se encuentra en primer lugar la *Panadería y Pastelería*

Paninos S.A.S (Paninos) y en segundo lugar se encuentra Darío Rangel, quienes han solicitado ordenes de 5854,5 kl y 5369,7 kilos respectivamente. Es necesario considerar estrategias que mantengan o aumenten este tipo de clientes, dado que son los que generan una mayor utilidad para la empresa.

Esto último se evidencia luego de llevar a cabo un análisis del equipo de ventas en una reunión a inicios del año 2023, en el que se busca cambiar el enfoque de ventas de los productos Plastisander expuestos en los diagramas anteriores, por los productos impresos de nuevas empresas, dado que la persona que presenta el mayor reporte de ventas durante cada mes es quien posee clientes que estén interesados en realizar el proceso de impresión con la empresa. La vendedora en los meses de octubre y noviembre del año 2022 generó el 75% y el 63% de las ventas de la empresa, mientras que los demás vendedores se encargaron de realizar ventas de productos Plastisander.

Las referencias producidas en impresión que representan aproximadamente el 80% de la de este proceso son 62 (el 42,76%), de las cuáles se posiciona en el primer puesto con mayor número de kilos solicitados otro cliente importante que es el *ICBF*. Entre las 12 primeras referencias, se encuentra 4 referencias solicitadas por el cliente *la Panaderia y Pasteleria Paninos S.A.S (Paninos)* correspondientes a rollos de polipropileno, y 3 referencias solicitadas por el *ICBF* que corresponden a rollos de baja densidad.

Teniendo en cuenta la información del diagrama de Pareto de los clientes de extrusión, en sellado sucede algo similar, donde en el primer puesto de los materiales sellados se encuentra la

empresa Plastisander. En este caso, son 23 (el 19,49%) clientes quienes representan aproximadamente el 80% de las bolsas cortadas y selladas de la empresa.

Otro cliente importante que también estaba dentro de los clientes primordiales de impresión es *Darío Rangel*, quien es el tercer cliente que más kilos solicita en sus órdenes con 5397,27kl. A pesar de eso, los esfuerzos de los selladores se encuentran mal enfocados, dado que el motivo por el cual extrusión saca tanto producto para la venta de la empresa es para que los selladores tengan materia prima para poder ejecutar sus tareas. Esta justificación está generando el inventario encontrado inicialmente.

Para el proceso de sellado, son 145 referencias (el 32,29%) de 449 referencias quienes representan el 80% de lo producido. Las referencias de *“Bolsa de PoliPropileno MonoOrientado Transparente Sin troquelado Ancho 6 Largo 7 Calibre 0.85 y de Calibre 0.75”* representan el primer y tercer puesto de referencias más solicitadas de este proceso, el cuál generan 4393,86kl y 3070,92kl respectivamente.

5.2. Indicadores de Producción

Tras analizar los datos que posee la empresa, era necesario revisar cuales son los indicadores que regían sobre el proceso productivo. Sin embargo, dichos indicadores no proporcionaban la información necesaria o simplemente no estaban lo suficientemente enfocados para la mejora continua de la empresa. Algunos de los indicadores con los que cuenta la empresa son los siguientes:

- PQRSD: Las peticiones, quejas, reclamos, sugerencias o denuncias son atendidas por WhatsApp, en donde se evalúa la posibilidad de devolver el producto y cambiarlo o se elabora una nueva orden. A pesar de eso y de que es necesario verificar la calidad del producto durante todo el proceso productivo, la empresa no posee un indicador en el que evalúe el número de productos defectuosos o el número de quejas recibidas por los clientes para llevar un control adecuado del mismo. Esto impide tener la capacidad de evaluar los errores presentados para posteriormente tomar decisiones y generar acciones correctivas, de mejora y/o preventivas en el proceso.
- Retal: Es necesario que el retal producido por cada operario no sea superior al 2,5% de la cantidad de kilos extruidos, impresos o sellados, dado que esto inmediatamente genera una alerta roja de desperdicio.
- Producción de sellado: Teniendo en cuenta que hay selladoras tanto laterales como de fondo, los operarios que se encuentran en las selladoras laterales deben producir como mínimo 2.500 kilos al mes y los operarios que se encuentran en la selladora de fondo deben producir como mínimo 3.300 kilos al mes. Este indicador presenta algunas inconsistencias explicadas anteriormente en el apartado *4.5.3 Deficiencias y oportunidades de mejora de Sellado*.

Teniendo en cuenta los indicadores actuales, es necesario evaluarlos, reestructurarlos e incluir aquellos que puedan aportar más información, con el objetivo de proporcionar lo necesario para la toma de decisiones en la empresa.

5.3. Diagrama de Causa – Efecto o Diagrama de Ishikawa

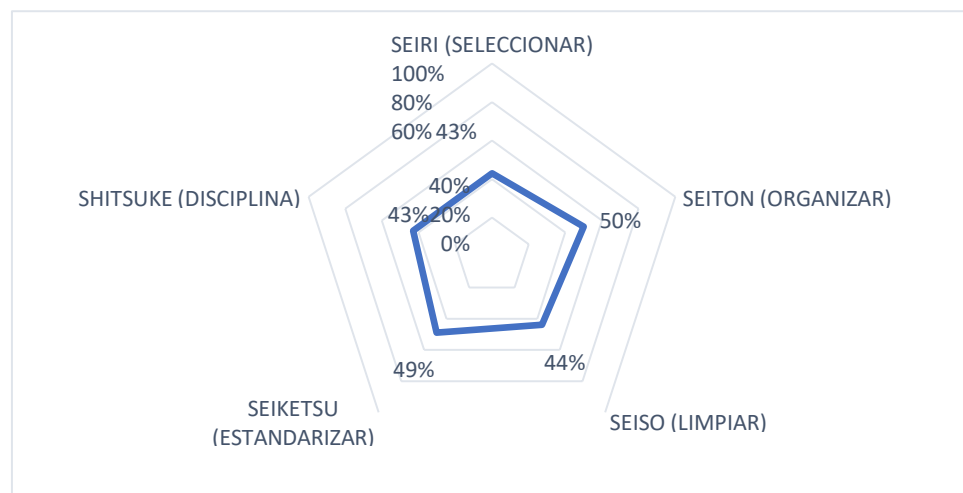
Partiendo del análisis realizado en las etapas anteriores, es posible elaborar un diagrama de Ishikawa en el que se abordan las posibles causas que estén generando los tiempos improductivos, el desperdicio o mal uso de las materias primas, el enfoque de los esfuerzos del personal, entre otros despilfarros. (Ver Apéndice K)

5.4. Metodología de las 5S

Con el objetivo de continuar con la metodología de diagnóstico actual de la empresa e iniciar a incentivar la mejora continua en la empresa, se llevó a cabo la implementación de una lista de chequeo por medio de una serie de preguntas (Ortiz, 2014) en el que se analiza los aspectos críticos de los subprocesos que conforman el proceso productivo con respecto a cada 's. Cada criterio se evaluó de 1 a 5, siendo 1 el menor valor de cumplimiento y 5 el valor máximo de cumplimiento. La verificación de la lista de chequeo se puede observar en el apéndice L.

Figura 11

Diagrama de radar para el cumplimiento inicial de las 5S's de la empresa Plastisander S.A.S



Fuente: Elaboración propia

5.5. Matriz DOFA

Teniendo en cuenta la información recolectada tanto por las entrevistas realizadas a los operarios e interesados del proceso productivo de la empresa cómo por la observación del autor del proyecto al efectuar las visitas generales, se lleva a cabo la elaboración de la matriz DOFA con el propósito de analizar la situación actual de la empresa y, posteriormente, tener la capacidad de tomar decisiones estratégicas siendo consciente de las fortalezas y debilidades presentes en el proceso productivo, teniendo la capacidad de evitar o prevenir las amenazas que puedan afectar negativamente al proceso y aprovechando las oportunidades que más puedan llegar a beneficiar.

Tabla 2

Matriz DOFA

| | FORTALEZAS | DEBILIDADES |
|--------------------|---|---|
| MATRIZ DOFA | <ul style="list-style-type: none"> - F1: Parte del personal en el proceso productivo cuenta con un vasto conocimiento del mercado del plástico, evidenciando su capacidad de trabajo optimizando el tiempo e instruyendo a los demás operarios de las técnicas para mejorar y optimizar la capacidad de trabajo de los operarios. - F2: Al contar con un equipo de trabajo reducido, la comunicación dentro del proceso productivo se considera más eficiente, generando que la información llegue de un operario a otro de manera inmediata y en caso de tener que coordinar acciones en conjunto se facilite mucho más. | <ul style="list-style-type: none"> - D1: Al no poseer caracterización y descripción del proceso productivo, provoca que los operarios se basen en su experiencia y que no se aplique una metodología determinada, sino, la que mejor crea el operario, generando que en algunos casos no sea la mejor opción para realizar las actividades por la falta de experiencia o por un mal desarrollo del procedimiento. - D2: Desorden y falta de clasificación de las herramientas y elementos de trabajo genera tiempo no productivo que el operario debe emplear para la búsqueda de elementos. Asimismo, la falta de organización y |

- **F3:** El proceso productivo cuenta con maquinaria de alta tecnología para la producción de grandes volúmenes de productos plásticos.
 - **F4:** La calidad del producto y su ubicación en un punto estratégico de la ciudad permite que sea llamativo para los clientes.
 - **F5:** La empresa cuenta con un sistema de información de World Office, que se conoce como Merlín.
- desorden ha provocado que algunos productos terminados o en proceso no puedan ser encontrados, generando retrasos y tiempo de búsqueda innecesarios.
- **D3:** La metodología para el registro de la información es considerada ineficiente dado que se lleva de manera manual, generando grandes volúmenes de información sin procesar para poder analizar y tareas adicionales para el registro de información de manera digital.
 - **D4:** Descentralización de la información entre procesos, es decir, al no contar con una comunicación eficiente y un registro óptimo de la información, genera que cada proceso cuenta con información propia sin verificarlo con los demás, provocando incongruencias y errores.

| | ESTRATEGIAS FO | ESTRATEGIAS DO |
|---|--|---|
| <p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - O1: Desarrollo de convenios con la academia para la estipulación de proyectos que permitan establecer una mejora en los procesos. - O2: Crecimiento constante del mercado del plástico, permitiendo encontrar más de 3600 empresas en el país (Editorial La República S.A.S., 2021) - O3: Búsqueda de participación de nuevos inversionistas para la adquisición de materia prima. | <ul style="list-style-type: none"> - F101: Teniendo en cuenta el conocimiento y la experiencia de los trabajadores, y las propuestas basadas en estudios, es posible fortalecer las metodologías presentes en la empresa para realizar las actividades con mayor eficiencia, manteniendo la calidad y optimizando el tiempo en el que se lleva a cabo. - F303: Al contar con nuevos inversionistas que puedan proveer de materia prima al proceso, aumenta la capacidad inicial para la elaboración de los productos, además de tener que implementar metodologías | <ul style="list-style-type: none"> - D101: A pesar de que se cuenta con personal altamente calificado, sería necesario que, por medio del desarrollo del convenio con la academia y las propuestas de sus integrantes, ese conocimiento de cada operario quedara plasmado para que pueda ser replicado por otros operarios con menor experiencia. - D403: Alguno de los errores presentados por el mal registro de la información, es que se presente un mal uso de las materias primas, al tener que presentar la información al día a los inversionistas, es necesario establecer una metodología para la |

| | | |
|--|---|---|
| | para la presentación de la información del uso de las materias primas a los inversionistas. | recolección, análisis y presentación de la información que puede ser usada tanto por los inversionistas como por los mismos operarios |
|--|---|---|

AMENAZAS

- **A1:** Se expide la ley 2232 de 2022 *“por medio de la cual se establecen medidas tendientes a la reducción gradual de la producción y consumo de ciertos productos plásticos de un solo uso y se dictan otras disposiciones”* (Congreso de Colombia, 2022)
- **A2:** La alta competencia del mercado en Santander.
- **A3:** La inflación presentada a nivel mundial que afectan a todo tipo de mercados

ESTRATEGIAS FA

- **F4A2:** Atraer y fortalecer la relación con los clientes promoviendo la calidad de los productos de la empresa, en la que además de productos personalizados y a la medida, se elaboran productos para la mayoría de las necesidades del día a día.
- **F1A1:** Parte del equipo de trabajo ha aportado propuestas para hacer uso de material biodegradable utilizado anteriormente en otras empresas.

ESTRATEGIAS DA

- **D1A2:** Es necesario cambiar y mejorar la manera en la que se recolectan los datos para la posterior toma de decisiones apoyado con el compromiso del personal durante el proceso para poder mantener un nivel eficiente y competitivo ante el mercado.

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la información de la matriz DOFA y tras elaborar el análisis actual de la situación del proceso productivo, se puede establecer que es indispensable abordar las debilidades identificadas con anterioridad mediante los objetivos establecidos en el proyecto. Para ello, en la implementación del plan de mejoramiento que es el tercer objetivo específico del proyecto, se llevará a cabo la entrega de elementos importantes antes mencionados como lo son: el manual de funciones del proceso productivo que busca interferir con la primera debilidad de la matriz DOFA sobre la ausencia de caracterización e información del proceso descriptivo; y la metodología de las 5S's, la cual permitirá que la segunda debilidad establecida en la matriz DOFA sea mitigada en gran medida, en la que por medio de la estrategia D1O1 que representa los desafíos, al realizar el convenio entre la empresa y la Universidad Industrial de Santander es

posible desarrollar proyectos que permitan aportar mejoras considerables para la información faltante e incompleta del proceso productivo, aportando así de esta manera una mejora para la estandarización del proceso productivo de la empresa Plastisander. Por último, para resolver la tercera y la cuarta debilidad de la matriz DOFA, y a su vez apoyar la segunda estrategia DO, sería la implementación de la herramienta ofimática y el desarrollo del sistema de indicadores de gestión establecidos en el cuarto objetivo específico de este proyecto, los cuales, tras realizar una capacitación adecuada del uso de esta, es posible que se deshagan de reprocesos innecesarios y facilite la dinámica en el proceso productivo. De la misma manera, las estrategias FO, consideradas como potencialidades, apoyan la realización de este proyecto por medio del aporte intelectual y físico de los operarios del proceso, para fortalecer las metodologías presentes en la empresa y aplicar las que se pretenden realizar en este proyecto para obtener una mayor eficiencia, manteniendo la calidad y optimizando el tiempo que toma elaborar los productos.

De la misma manera, para mantenerse competitivo en el mercado que tiene Santander para la producción del plástico, es importante prestar suma atención a la estrategia DA que representa una limitación, en la que se debe cambiar y mejorar la recolección de datos para la futura toma de decisiones y la caracterización del proceso para afianzar los conocimientos del personal y así mantener un nivel eficiente y competitivo ante el mercado.

Ahora, es indispensable aclarar que, por medio de la metodología de las 5S's, el manual de funciones, el manual de procedimientos, el sistema de indicadores y la herramienta ofimática es posible potencializar las fortalezas de la empresa por medio del aprovechamiento de las oportunidades del entorno en el que se encuentra inmersa (F1O1). Asimismo, se presentan desafíos

en los que se pretende reducir las debilidades y optimizar las oportunidades del entorno (D1O1 y D4O3). También se deben mitigar los riesgos y enfrentar las amenazas inminentes del entorno mediante el aprovechamiento de las fortalezas de la empresa reduciendo dichas amenazas y optimizando las fortalezas (F4A2). Por último, se debe disminuir al máximo aquellas limitaciones resultantes del análisis de las debilidades y las amenazas de la empresa (D1A2)

5.6. Análisis de tiempos y capacidad de planta

Inicialmente el proyecto resulta de la necesidad de la empresa por conocer la capacidad instalada del proceso productivo y determinar el factor de utilización. El proceso de fabricación de productos plásticos, dependiendo de lo solicitado por el cliente, puede pasar por extrusión, impresión y/o sellado; y los tiempos que toma realizar un producto depende de variables importantes como su medida, su calibre, su materia prima, y para ser más específico, en impresión depende de los diseños, del tratamiento del material, el estado de las unidades y dónde hay mayor tiempo empleado por el impresor es en la preparación de la máquina realizando el montaje para el diseño; en sellado también existen variables que afectan el tiempo que toma sacar cierta cantidad de kilos programados como el estado de la máquina (las cuales no han tenido un mantenimiento ni revisiones óptimas), el estado de la bobina y las tareas extra como poner cinta sobre la bolsa, si debe pasar por prensado, entre otras.

Asimismo, al no contar con herramientas para el registro de información en los subprocesos de impresión y extrusión, no está establecido el tiempo que toma realizar ciertos tipos de productos. Adicionalmente, la manera de programación de solicitud de materia prima realizada desde gerencia provoca que, en algunos momentos durante el mes, los operarios se queden sin materia prima para

trabajar, razón por la cual, los operarios deben realizar tareas diferentes a las que tienen programadas.

Por estas razones expuestas con anterioridad, se llevó a cabo la metodología de toma de tiempos para aplicar un procedimiento de registro, con el propósito de establecer la duración que toma producir los productos elaborados en el proceso productivo. Para ellos se tomó la decisión llevar a cabo un estudio de tiempos por cronómetro, el cual busca establecer la duración de una tarea a partir del registro de datos de tiempo que han sido cronometrados. Estos registros son considerados como el resultado de la observación de ciclos de trabajo, que consisten en la sucesión completa de acciones necesarias para ejecutar una tarea y así obtener una unidad de producción. Para desarrollar un estudio de tiempos basado en este procedimiento, es necesario fraccionar el ciclo de trabajo en varias etapas denominados como elementos. (Ortiz, 2014)

Para cada subproceso se valoraron elementos diferentes dado que es posible que se presenten actividades durante la elaboración de producción distinto entre ellos. A pesar de haber planteado la posibilidad de elegir los productos para llevar su trazabilidad y estudio, por órdenes de gerencia, el estudio se limitó a la observación de aquellos productos y operarios que se encontraran presentes durante las visitas del autor del proyecto.

La muestra y el número de observaciones se determinan mediante una tabla del Manual de Análisis y Mejoramiento de los procesos del profesor Néstor Raúl Pimiento, que permitió establecer el número de ciclos recomendados para cada elemento de trabajo a partir del tiempo empleado en cada uno como se observa a continuación.

Tabla 2*Tamaño de la muestra para tomas de tiempos por cronómetro*

| Tiempo del ciclo en minutos | Número de ciclos recomendados |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| Hasta 0.10 | 200 |
| Hasta 0.25 | 100 |
| Hasta 0.50 | 60 |
| Hasta 0.75 | 40 |
| Hasta 1.00 | 30 |
| Hasta 2.00 | 20 |
| Hasta 5.00 | 15 |
| Hasta 10.00 | 10 |
| Hasta 20.00 | 8 |
| Hasta 40.00 | 5 |
| Más de 40.00 | 3 |

Fuente: Adaptado de Ortiz Pimiento, Néstor Raúl (1999). Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa

En el apéndice M se obtuvo el tiempo de las referencias observadas, en el que se evidencia por medio el uso de una URL el tiempo que tomó cada uno de los elementos presentes durante el desarrollo de las tareas en las tomas de tiempo. (Comfort Software Group, s. f.)

5.6.1. Capacidad de planta

Al tener los kilogramos de material producidos durante cierto mes en los subprocesos, es posible determinar por medio de las máquinas y los turnos de los operarios durante su tiempo de actividad. Para el proceso de extrusión y sellado hay dos turnos de 12 horas cada uno, uno en la noche y el otro en el día con un descanso de 40 minutos, para el proceso de impresión solo hay un turno diurno de 12 horas con un descanso de 40 minutos.

Tabla 3*Turnos de producción por proceso*

| Proceso | Horario | Minutos de descanso | Preparación y entrega de turno (min) | Minutos laborales diarios | Horas laborales diarias |
|------------------|------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Extrusión | A: 6 a.m – 6 p.m | 40 | 5 | 614 | 10,23 |
| | B: 6 p.m – 6 a.m | 40 | 5 | 614 | 10,23 |
| Impresión | A: 6 a.m – 6 p.m | 40 | 10 | 614 | 10,23 |
| Sellado | A: 6 a.m – 6 p.m | 40 | 5 | 614 | 10,23 |
| | B: 6 p.m – 6 a.m | 40 | 5 | 614 | 10,23 |

Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo se tuvo en cuenta los tiempos del mes de marzo, en el que el día 20 hubo un festivo y que uno de los operarios tuvo que pedir permiso de dos horas durante más de una semana. Para el cálculo de los kilogramos por cada máquina utilizada se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Promedio } \frac{\text{kg}}{\text{h}} = \frac{\text{Total kg producidos por máquina}}{\text{Horas trabajadas por máquina}}$$

Para obtener el total de horas trabajadas por máquina se dispuso la siguiente fórmula:

$$\text{Horas trabajadas por máquina} = \text{Turnos trabajados} \times \text{Horas laborales diarias}$$

Obteniendo como resultado lo siguiente:

Tabla 4*Promedio de kg/hora de extrusión en marzo*

| Extrusora | Kilogramos Totales | Horas | Promedio kg/h |
|---------------------|--------------------|--------|---------------|
| Baja pequeña | 1707,02 | 184,14 | 9,270229173 |
| Bimaq | 6939,6 | 245,52 | 28,26490714 |
| La nueva | 2032,1 | 173,91 | 11,68477948 |

| | | | |
|----------------------|--------|--------|-------------|
| Polipropileno | 3995,7 | 163,68 | 24,41165689 |
|----------------------|--------|--------|-------------|

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

Promedio de kg/hora de impresión en marzo

| Impresora | Kilogramos Totales | Horas | Promedio kg/h |
|---------------------|---------------------------|--------------|----------------------|
| Flexográfica | 4746,59 | 279 | 17,01286738 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

Promedio de kg/hora de sellado en marzo

| Extrusora | Kilogramos Totales | Horas | Promedio kg/h |
|-------------------------|---------------------------|--------------|----------------------|
| Lateral con mesa | 2197,49 | 243 | 9,043168724 |
| Lateral sin mesa | 2700,56 | 244 | 11,06786885 |
| Fondo | 7468,63 | 509 | 14,67314342 |

Fuente: Elaboración propia

Se tiene como política que no se sobrepase de los 40kg en la bobina producida, lo que sirve para determinar el número de rollos producidos en un día con la capacidad diaria en horas y la información del promedio de kilogramos por horas hallada con anterioridad.

Tabla 7

Capacidad Extrusión

| Extrusora | Kilogramos/hora | Capacidad diaria (Horas) | Rollos/día |
|----------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Baja pequeña | 9,270229173 | 20,46 | 4,741722222 |
| Bimaq | 28,26490714 | 20,46 | 14,4575 |
| La nueva | 11,68477948 | 20,46 | 5,976764704 |
| Polipropileno | 24,41165689 | 20,46 | 12,4865625 |

Fuente:

Elaboración

propia

Tabla 8*Capacidad Impresión*

| Impresora | Kilogramos/hora | Capacidad diaria (Horas) | Rollos/día |
|---------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Flexográfica | 17,01286738 | 20,46 | 8,702081665 |

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 9***Capacidad sellado*

| Extrusora | Kilogramos/hora | Capacidad diaria (Horas) | Rollos/día |
|-------------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Lateral con mesa | 9,043168724 | 20,46 | 4,625580802 |
| Lateral sin mesa | 11,06786885 | 20,46 | 5,661214917 |
| Fondo | 14,67314342 | 20,46 | 7,505312859 |

Fuente: Elaboración propia

6. Fase 3: Modernización

Las fases de la organización para el mejoramiento y la comprensión del proceso fueron fundamentales para determinar las necesidades y falencias que presentaba el proceso productivo de la empresa Plastisander S.A.S. Asimismo, fue posible consolidar información con la que no contaba la empresa para iniciar con una toma de decisiones fundamentadas en datos y no en simples percepciones. Por esa razón, para esta fase se realiza un plan de mejoramiento el cuál fue evaluado y valorado junto con la Directora de Recursos Humanos Adriana Sofia Jiménez Plazas, quien actualmente es la tutora de este proyecto y quién está a cargo de la toma de decisiones que afectan directamente al proceso productivo. Dichas propuestas fueron evaluadas en el apéndice N.

Tabla 10*Propuestas de mejora*

| No. | Propuesta de mejora | Dificultad | Plazo | Impacto | Priorización |
|------------|----------------------------|-------------------|--------------|----------------|---------------------|
|------------|----------------------------|-------------------|--------------|----------------|---------------------|

| | | | | | |
|---|--------------------------|---------|---------|------|--------|
| 1 | Metodología 5's | REGULAR | MEDIANO | ALTO | 1 de 7 |
| 2 | Reubicación de planta | ALTA | LARGO | ALTO | 7 de 7 |
| 3 | Metodología SMED | BAJA | CORTO | ALTO | 2 de 7 |
| 4 | Manual de procedimientos | BAJA | CORTO | ALTO | 5 de 7 |
| 5 | Manual de funciones | BAJA | CORTO | ALTO | 6 de 7 |
| 6 | Herramienta ofimática | BAJA | CORTO | ALTO | 4 de 7 |
| 7 | Sistema de Indicadores | REGULAR | CORTO | ALTO | 3 de 7 |

Fuente: Elaboración propia

6.1. Metodología de las 5's

6.1.1. Problemática

Para la fase de comprensión del proceso se llevó a cabo la implementación de una lista de chequeo basada en una serie de preguntas, esto permite analizar los aspectos críticos de los subprocesos que conforman el proceso productivo con relación a cada 's. Esto se da por el resultado de la observación realizada al llegar a la empresa, en donde se evidenciaba que algunas tareas o actividades tomaban más tiempo que otras por el tema del desorden y la ubicación de los elementos de trabajo del personal, generando demoras en el proceso y tiempo improductivo. Asimismo, el estado de desorden y la falta de limpieza generaba inconformidad en algunos operarios y en ciertas ocasiones la disposición de elementos y herramientas que ya no se utilizaban tales como cuchillas, podrían generar accidentes al personal dado que no se hallaban en los lugares destinados para su desecho o respectivo cambio.

Cada criterio se evaluó desde 1 a 5, siendo 1 el menor valor y 5 el mayor valor de la lista de chequeo obteniendo los siguientes resultados:

- Seiri (seleccionar) = **43%**

Uno de los subprocesos que menos puntaje tuvo durante esta primera etapa de observación en la primera S denominada Seiri (Seleccionar) fue el proceso de sellado, en el que el retal de los rollos que debían ser clasificados para enviarlos a su transformación como materia prima se encontraba tirado en el suelo, dispuesto en la basura o combinado en los mismos sacos de retal. Asimismo, los operarios no eran conscientes de la ubicación de las herramientas que tenía cada uno, teniendo que utilizar herramientas compartidas o utilizando tiempo para la búsqueda de herramienta para el desarrollo de actividades. Por último, el estado en el que se encontraba el espacio del área de sellado era malo, dado que parte del piso en el que se disponían los rollos destinados a sellado estaba en mal estado.

A pesar de que el área de sellado presentara todo lo descrito con anterioridad, también dichas descripciones las comparten los demás subprocesos, pero no con la misma frecuencia o intensidad. En el caso del subproceso de impresión, era necesario llevar a cabo una clasificación de los trapos que se debían desechar y cuáles podían seguir siendo utilizados, asimismo, era necesario revisar el estado general de la máquina dado que varias unidades se encontraban en mal estado y con pintura regada sobre las puertas las cuales también se encontraban caídas.

- Seiton (organizar) = **50%**

Para la segunda S, conocida como Seiton (Organizar), se identificó que parte del problema que tenían en sellado para la disposición del retal era que no se encontraba debidamente clasificado ni organizado la manera en la que se disponía, haciendo que al momento de enviarlo para su transformación no hubiese claridad del tipo ni de en donde se encontraba el retal. Por otro lado, en todos los subprocesos, las herramientas de trabajo no se encontraban separados ni ordenados en

lugares específicos, creando tiempos de búsqueda innecesarias a pesar de contar con lugares para disponer las herramientas de trabajo

Figura 12

Tablero de herramientas sin herramientas



Fuente: Elaboración propia

- Seiso (limpiar) = **44%**

En la tercera S, conocida como Seiso (Limpiar), se evidenció la necesidad de tener presente una nueva metodología para mantener la limpieza en la empresa, dado que la metodología que estaban usando no era lo suficientemente buena, evidenciando residuos de materia prima, retal e incluso charcos de agua. De la misma manera, se encontraban residuos de otros tipos sobre las máquinas de trabajo como pedazos de metal, madera o papel. Por otro lado, los uniformes utilizados por el personal se encontraban sucios y, en el caso de impresión, llenos de tinta, lo que era necesario realizar la entrega de los nuevos uniformes de Plastisander y desechar los antiguos de Jaerplast, los cuáles se seguían usando.

- Seiketsu (estandarizar) = **49%**

En la cuarta S, conocida como Seiketsu (Estandarizar), se observó que, a diferencia de las demás S, en esta el subproceso en donde se presentaba la menor puntuación era impresión, dado que como ni siquiera se llevaba un registro ni un control de la información por medio de una plantilla, no tenía tampoco registro del estado de la limpieza o de las acciones preventivas y correctivas para el mejoramiento del proceso. A pesar de eso, en dónde falla sellado es que no dispone de zonas para descanso y comidas en el tercer piso, en ocasiones los trabajadores prefieren comer o descansar acostados en el suelo del área de sellado. En cuánto las condiciones de ruido, calor, iluminación y polvo es similar en casi toda la planta por la naturaleza del proceso productivo y el ambiente de la planta, sin embargo, es posible revisar alternativas para disminuir el tema de la percepción del ruido en la planta.

- Shitsuke (disciplina) = **43%**

Para la última S, conocida como Shitsuke (Disciplina), se revisó si se realizaba seguimiento de los procedimientos e instrucciones para el proceso, lo cual era difícil de determinar cómo puntaje dado que ni siquiera se contaba con ese tipo de información. Sin embargo, dicho conocimiento de los procedimientos e instrucciones estaban ligados a la experiencia del supervisor de producción y el líder de subproceso de sellado por lo que se llevaba a cabo de esa manera. Por otra parte, el hecho de estar atentos al orden o la limpieza se evidenciaba con los resultados de las primeras S, en las cuales sellado era el subproceso que mayores falencias presentaba.

Cada criterio fue evaluado para cada subproceso del proceso productivo, obteniendo un resultado total que evidencia las falencias presentes en cada criterio y que deben ser atendidas mediante la aplicación de la metodología 5'S.

6.1.2. Propuesta

El objetivo es trabajar sobre cada una de las falencias identificadas en la lista de chequeo de la metodología de las 5's, en las que es necesario organizar, clasificar y establecer rutinas de limpieza para desechar lo que no sirva y disponer de ubicaciones para los elementos necesario de cada subproceso productivo. Asimismo, es necesario realizar una capacitación para el personal y que se adquieran compromisos para el desarrollo de las actividades relacionadas con cada una de las 5's para que, por último, se convierta parte de la cultura de la empresa Plastisander S.A.S.

6.1.3. Objetivos

- Desarrollar un ambiente óptimo de trabajo eliminando el desperdicio y mejorando la eficiencia de las áreas de trabajo del proceso productivo.
- Crear un entorno seguro y libre de riesgos eliminando obstáculos y corrigiendo condiciones inseguras para los operarios.
- Establecer un compromiso del personal para garantizar una mayor calidad en los productos y la mejora continua del lugar de trabajo, aumentando la satisfacción laboral y promoviendo el sentido de pertenencia.

6.1.4. Plan de implementación

Tabla 12

Plan de implementación de la metodología 5's

| Fase del plan de implementación | Descripción de la fase | Tiempo | Responsable |
|--|--|---------------|--|
| Análisis de implementación de la metodología de 5's | Para iniciar con este proceso fue necesario exponer la necesidad de la implementación de esta metodología para el mejoramiento del proceso productivo y dar a entender las falencias presentes | | Autor del proyecto y Directora de Recursos Humanos |

| | | |
|---|---|--|
| | que eran necesarias corregir tras la realización de la lista de chequeo. | |
| Apoyo para el desarrollo de la metodología | Se llevó a cabo la contratación de una persona de servicio de aseo, la cual fue contratada desde el mes de febrero del año 2023, para apoyar la realización de actividades que mejoraran y corrigieran parte de las falencias identificadas | Directora de Recursos Humanos y Gerencia |
| Implementación de la primera S: Seiri (Seleccionar) | Se comunicó con el personal para que se desecharan aquellos objetos innecesarios para la realización de las actividades y que se organizaran los elementos de trabajo que no se encontraban dispuestos en sus zonas de trabajo | Equipo de producción y el equipo de servicio de aseo general |
| Implementación de la segunda S: Seiton (Ordenar) | Se estableció con el personal etiquetas para detallar la ubicación de los elementos de trabajo como conos, rodillos e incluso los bultos de retal clasificados por material. | Autor del proyecto y equipo de producción |
| Implementación de la tercera y cuarta S: Seiso (Limpiar) y Seiketsu (Estandarizar) | La limpieza del puesto de trabajo se estableció como parte de la rutina diaria del personal, los cuales debían dejar organizado y limpio las zonas de trabajo de cada uno. | Equipo de producción y el equipo de servicio de aseo general |
| Implementación de la quinta S: Shitsuke (Disciplina) | Se planeó en el desarrollo de las plantillas para impresión y extrusión, disponer un espacio para notificar el estado de limpieza de las zonas de trabajo. De la misma manera, se estableció que en el desarrollo de los manuales de funciones de los integrantes del proceso productivo se dispusiera un apartado para establecer las buenas prácticas en el proceso productivo. | Autor del proyecto y equipo de producción |

| | | |
|---------------------------------|--|--------------------|
| Exposición de resultados | Se llevó a cabo la capacitación sobre la metodología 5's al personal del proceso productivo para conocer más a fondo el desarrollo de esta metodología, los resultados y beneficios de aplicación y los compromisos que deben tener durante la aplicación de la metodología. | Autor del proyecto |
|---------------------------------|--|--------------------|

Fuente: Elaboración propia

6.1.5. Ejecución

Para mejorar el estado inicial de la empresa se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- Clasificación de herramientas. Gracias al trabajo conjunto de los operarios y la señora Maria del personal de servicio de aseo, fue posible identificar las herramientas que ya no servían y aquellas que se debían disponer de manera correcta en los tableros de las herramientas. Así que aquellas herramientas que se encontraban en diferentes lugares que no fueran el tablero, fueron revisadas y las que no sirvieran más se desecharon dejando tan solo aquellas que fueran útiles para el proceso productivo.

Figura 13

Comparativa entre los tableros de herramientas

ANTES

DESPUÉS



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en el subproceso de impresión, el impresor elaboró de manera casera un soporte para la disposición de las herramientas que usa normalmente en sus actividades y mantener un orden constante.

Figura 14

Tabla para disposición de herramientas en impresión



Fuente:

Elaboración

propia

- Orden de materiales. Así como se realizó con las herramientas de los puestos de trabajo, se verificó el estado de los trapos usados y limpios para desechar aquellos que ya no eran útiles para el subproceso de impresión, obteniendo lo visto en la siguiente imagen:

Figura 15

Desecho de trapos en impresión

ANTES



DESPUÉS



Fuente: Elaboración propia

Para el subproceso de extrusión, se revisaron y se desecharon aquellos conos que no eran útiles para la elaboración de las bobinas, y aquellos que sí servían se organizaron y clasificaron en las estanterías de estos materiales como se observa a continuación:

Figura 16

Desecho y organización de conos en extrusión

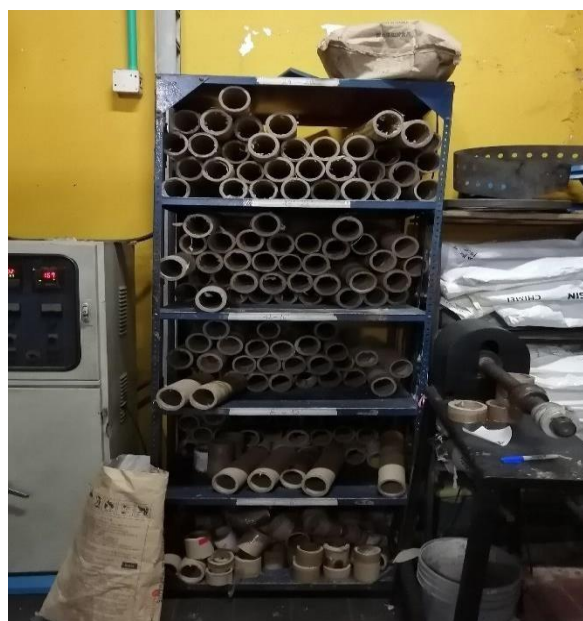
ANTES



DESPUÉS



ORGANIZACIÓN



Fuente: Elaboración propia

- Mantenimiento del suelo en mal estado. En la tercera S, en Seiso, se observó el estado en el que se encontraba el suelo del subproceso de sellado, el cual tenía agujeros y estaba despegado, por lo que se optó por retirarlo y dejar las tablas de manera temporal. Esto con el objetivo de evitar accidentes y tropiezos del personal que va a recoger los rollos para sellado.

Figura 17

Cambio del suelo en el tercer piso – Área de Sellado

ANTES**DESPUÉS****RESULTADO**



Fuente: Elaboración propia

- Señalización. Con el objetivo de identificar fácilmente la ubicación de los conos, los rodillos y los bultos de real para los subprocesos de extrusión, impresión y sellado respectivamente, se elaboró un sistema de etiquetas en las zonas dispuestas para los elementos mencionados con anterioridad.

Figura 18

Etiqueta de conos y rodillos en Extrusión e Impresión





Fuente: Elaboración propia

- Limpieza. Para la mejora de las puntuaciones en la lista de chequeo se habló con el personal sobre la importancia de mantener la limpieza en las áreas de trabajo para la reducción de residuos y evitar accidentes. Al finalizar la jornada, cada operario debe realizar la limpieza del área de trabajo y de sus alrededores. Por último, en la sección 7.1. *Formato para recolección de información del proceso productivo* es posible observar que las plantillas de información de cada proceso permiten identificar el estado de limpieza de cada turno recibido.

Figura 19

Limpieza en Sellado



Fuente:

Elaboración

propia

- **Mantenimiento.** Por notificaciones de los operarios, particularmente de impresión, era necesario llevar a cabo el cambio de unidades y de rodillos para que el funcionamiento de la impresora flexográfica mejorara. De esta forma, el tiempo que se invertía para prensar disminuyó dado que era más suave de manipular que antes con estos cambios.

Figura 20

Mantenimiento impresora flexográfica



Fuente: Elaboración propia

- **Capacitación.** Se llevo a cabo con el personal la capacitación sobre la metodología 5's denominada "*Optimizando la eficiencia y la calidad en nuestra empresa a través de la metodología 5'S*" con el objetivo de que conocieran al detalle el estado en el que se encontraba la empresa, lo que se ha realizado hasta el momento y los beneficios de aplicación de la metodología. Esta presentación junto con la lista de asistencia se encuentra en el apéndice O

Figura 21

Capacitación de personal en metodología 5's

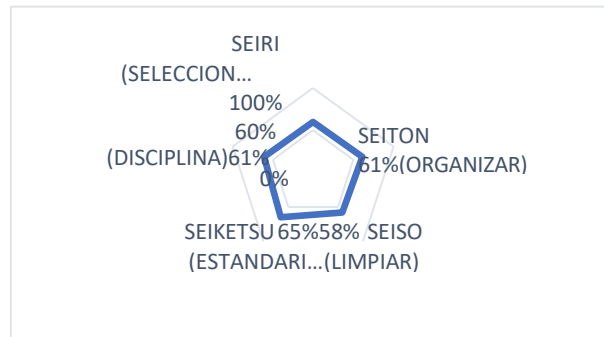


Fuente: Elaboración propia

- Nuevos resultados de la metodología 5's. Tras la realización de las actividades descritas anteriormente, se evaluó nuevamente las 5's del proceso productivo con la lista de chequeo para saber los resultados obtenidos tras la implementación de esta metodología. (Apéndice P)

Figura 22

Diagrama de radar para el cumplimiento final de las 5S's de la empresa Plastisander S.A.S



Fuente: Elaboración propia

6.2. Manual de funciones y procedimientos

6.2.1. Problemática

Al momento de iniciar este proyecto, la empresa Plastisander S.A.S no contaba con documentación del proceso productivo, estableciendo que el conocimiento y manejo del proceso quedara en disposición del personal con mayor experiencia, evitando la estandarización del proceso y generando un gran riesgo de fuga de conocimiento. Asimismo, al no poseer la documentación pertinente, el tema de desarrollo de actividades y capacitaciones a nuevo personal era ineficiente, generando retrasos para el buen desarrollo del proceso.

6.2.2. Propuesta

Tras las observaciones y análisis realizados al proceso productivo, junto con las observaciones de los operarios y supervisores, se elaboran los manuales de funciones y procedimientos del proceso. A través de esos manuales, se establecen las descripciones y acciones del desarrollo de las tareas y actividades, además de las funciones de los colaboradores que están significativamente involucrados en la elaboración de los productos. Estos manuales fundamentan una guía en la ejecución adecuada de las actividades mientras conservan un formato de fácil comprensión y entendimiento.

6.2.3. *Objetivos*

- Proporcionar una guía clara y detallada sobre las competencias, actividades y responsabilidades del proceso productivo.
- Definir y registrar las funciones que debe realizar cada operario del proceso.
- Establecer estándares y procedimientos.

6.2.4. *Plan de implementación*

Tabla 13

Plan de implementación del manual de funciones y procedimientos

| Fase del plan de implementación | Descripción de la fase | Tiempo | Responsable |
|--|---|---------------|--------------------|
| Observación del proceso productivo | Se llevo a cabo el levantamiento de la información por medio de la observación y entrevistas con el personal involucrado. | 5 meses | Autor del proyecto |
| Revisión de históricos | Revisión de documentos e información que contribuyera a la construcción de la documentación | 5 meses | Autor del proyecto |
| Desarrollo manual de funciones | Elaboración y construcción del manual de procedimientos para los subprocesos de extrusión, impresión y sellado en el que se revisaron los flujos de procesos de la empresa junto con los tiempos aproximados de cada actividad en el proceso como se observa en el Apéndice Q (Es necesario aclarar que el rango de tiempos se estableció dadas las variables de peso, medida, tipo de materia primas, diseños, entre otras, provocan que el proceso de producción tome más o menos tiempo) | 1 mes | Autor del proyecto |

| | | | |
|---|--|-------|--------------------|
| Desarrollo del manual de procedimientos | Elaboración y construcción del manual de funciones con apoyo de la Directora de Recursos Humanos Apéndice R | 1 mes | Autor del proyecto |
|---|--|-------|--------------------|

Fuente: Elaboración propia

6.2.5. Ejecución

Se realizó el levantamiento de la información para la elaboración de los manuales mediante el seguimiento y la observación realizada durante el proyecto, las entrevistas no estructuradas con los operarios en el que se identificaba el paso a paso realizado por cada uno de ellos y en apoyo a la toma de tiempos, estimar el tiempo de la elaboración de las actividades para optimizar el tiempo de las actividades y reducir despilfarros.

Asimismo, al no contar con información previa, se elaboró y estructuró el manual de funciones de los principales participantes del proceso productivo junto con la directora de recursos humanos, para definir totalmente los puestos de trabajo y responsabilidades de cada uno de los operarios.

Estos manuales fueron revisados y aprobados por la directora de recursos humanos, a su vez que se realizó la socialización y acompañamiento para las dudas presentadas al respecto.

6.3. Metodología SMED

6.3.1. Problemática

Una vez desarrolladas las mejoras anteriores como lo es la metodología 5's y los manuales de funciones y procedimientos, era necesario reducir los desperdicios presentados en la empresa como el tiempo improductivo y que a su vez representaran una mejoría para el proceso, dado que tras la realización de las tomas de tiempos y tras establecer posteriormente las bases de datos de

cada subproceso, era necesario identificar, disminuir y mitigar el tiempo improductivo generado de algunas actividades realizadas por los operarios de cada subproceso. Como se explicaba inicialmente, en los procesos productivos el *tiempo planificado* es el tiempo que se espera que la máquina utilice para fabricar los productos, este tiempo a su vez se divide en el *tiempo de funcionamiento*, el cual se considera el tiempo durante el cual los equipos se encuentran elaborando los diferentes tipos de producto y el *tiempo de cambio de lote o tiempo de preparación*. Es por esto que entre mayor sea el tiempo de funcionamiento frente al tiempo de cambio de lote, más largo será el tiempo dedicado netamente a la elaboración de los productos aumentando así la productividad y por tanto, las ganancias. Teniendo en cuenta que las empresas es cierto que numerosas empresas buscan constantemente mecanismos para mantener grandes lotes de fabricación reduciendo el número de cambios de lote, sin embargo, la verdad es que hoy por hoy el mercado del plástico solicita una gran variedad de productos, con diferentes tamaños, calibres, colores y materias primas en cantidades relativamente pequeñas y con plazos de entregas bastante cortos, por lo que mantener dichos costos productivos mencionados con anterioridad, es complejo para una empresa como Plastisander S.A.S

6.3.2. Propuesta

Tras el desarrollo de las demás propuestas de mejoramiento para el proceso productivo, y determinar los tiempos promedio que toma realizar cada actividad en los diagramas de flujo de cada subproceso, es necesario llevar a cabo la metodología SMED, con el objetivo de convertir y reducir el tiempo improductivo en tiempo productivo, aumentando la flexibilidad de la empresa frente a los cambios de la demanda reduciendo el tiempo de entrega y la consecuente liberación de inventario en la empresa. Para ellos es necesario llevar a cabo los siguientes pasos:

6.3.3. *Objetivos*

- Reducir los tiempos de inactividad de la maquinaria o equipo durante los cambios de lote o ajustes. Esto ayuda a maximizar el tiempo de producción efectiva y, por lo tanto, aumentar la eficiencia global del proceso.
- Mejorar la utilización de recursos al maximizar el tiempo de producción efectiva. Esto se traduce en una mayor cantidad de productos fabricados en un período de tiempo determinado.
- Permitir que el proceso sea más ágil y adaptable a diferentes lotes de producción, lo que facilita satisfacer la demanda de productos variados en cantidades más pequeñas. Esto mejora la capacidad de la empresa para responder a cambios en el mercado y a las necesidades de los clientes.

6.3.4. *Plan de implementación*

Tabla 14

Plan de implementación del manual de funciones y procedimientos

| Fase del plan de implementación | Descripción de la fase | Tiempo | Responsable |
|---|---|---------------|--------------------|
| Observar y comprender el proceso de cambio de lote | Para el primer paso se debe observar y comprender el proceso de cambio de lote, que en los subprocesos serían el montaje o preparación para iniciar la extrusión, impresión o corte de la bobina. También es posible, que durante la observación se deba identificar el tiempo y las veces que los equipos se paran o apagan por temas de arreglos, incidentes o fallos técnicos. Para ello será indispensable contar también con | 4 meses | Autor del proyecto |

| | | | | |
|--|----------------|--|-------|--------------------|
| | | los formatos necesarios para llevar el control de los mantenimientos realizados en los equipos, es decir, la hoja de vida de los equipos. | | |
| Identificar y separar las operaciones internas y externas | y las y | Para el segundo paso es necesario identificar y separar las operaciones internas y externas. Las operaciones internas son aquellas que deben realizarse con la máquina parada y las operaciones externas son aquellas operaciones que se pueden realizar con el equipo en funcionamiento. Un buen ejemplo de una actividad externa e interna en el subproceso de sellado la búsqueda y postura de la bobina en la máquina se realiza como una operación interna y el empaque de las bolsas en paquetes de 25, 50, o 100 bolsas para sellar es una operación externa que se realiza mientras la máquina se encuentra en funcionamiento. | 1 mes | Autor del proyecto |
| Convertir las operaciones internas en externas | las en | Para el tercer paso se debe convertir las operaciones internas en externas, por lo que estas operaciones externas pasan a realizarse fuera del tiempo en el que se encuentre la máquina parada, reduciendo el tiempo en el que la máquina se encuentre parada. Retomando el ejemplo del segundo paso, es posible que la búsqueda de la bobina para el subproceso de sellado se puede convertir en una operación externa para reducir el tiempo de esa operación. Si bien el tiempo de | 1 mes | Autor del proyecto |

| | | | | |
|---|--|---|-------|--|
| | | búsqueda se redujo gracias a la organización de la metodología 5's, es una operación externa que puede realizarse mientras la máquina se encuentra en funcionamiento, sin embargo, actualmente es una operación que los operarios realizan de manera interna. | | |
| Ajustar las operaciones identificadas para optimizar el tiempo en el que se realizan | | En el cuarto paso se deben ajustar las operaciones identificadas para optimizar el tiempo en el que se realizan. Los tiempos de las operaciones externas se mejoran con la identificación y organización de los elementos necesarios para llevar a cabo las operaciones, tales como la locación de las bobinas, herramientas o bolsas de empaques. Para la reducción de los tiempos internos se debe realizar operaciones en paralelo y se eliminan ajustes innecesarios. | 1 mes | Autor del proyecto y operarios del proceso |
| Actualizar los diagramas de flujo y manuales de procedimientos establecidos con anterioridad | | Para el último paso es necesario actualizar los diagramas de flujo y los manuales de procedimientos establecidos con anterioridad para que así quede estandarizado y claro los procedimientos de los procesos productivos. | 1 mes | Autor del proyecto |

Fuente: Elaboración propia

6.3.5. Ejecución

Para la ejecución del plan de implementación se realizaron una serie de pasos que se fueron aplicando en paralelo a las tomas de tiempos y el levantamiento de información para la caracterización y desarrollo de los de los manuales de procedimientos.

- **Primer paso:** Consiste en realizar la observación y comprensión de todas las actividades que componen a cada subproceso del proceso productivo. Asimismo, es indispensable identificar aquellas máquinas o equipos que tienden a tener un mayor número de paradas y que generen tiempo improductivo ya sea por fallos técnicos o malos hábitos en la ejecución de las actividades desarrolladas por los operarios a pesar de tener establecido el manual de procedimientos. Fue así como se determinó que las máquinas del subproceso de sellado fueron los equipos que mayor número de paradas presentaron por temas de fallos técnicos, teniendo que mantener la máquina apagada por más de media jornada y obligando a los operarios a realizar funciones a parte de las que tienen asignadas. Esto se mitigó considerablemente con el mantenimiento realizado en la metodología de las 5's y con los formatos que se presentarán posteriormente. También se identificó que la falta de personal y la manera en la que se ejecutan las actividades en el subproceso de impresión, generaban un tiempo improductivo considerable a la hora de realizar la preparación para cada pedido como por ejemplo en las actividades “Adherir fotopolímero a los rodillos” o “Corte y desmonte de rollo impreso”. Por último, es importante aclarar que al encender y preparar los equipos se realizan actividades de más, diferentes a las que se dan entre los cambios de lotes, como en el caso del subproceso de extrusión, que el cambio entre lotes una vez se encuentra en funcionamiento las máquinas, se realiza casi de manera inmediata sin presentar tiempo improductivo y sin realizar paradas. A pesar de ello, gracias a la metodología de las 5's fue posible ajustar los tiempos para la búsqueda y

preparación de conos al encender la máquina, lo que permite reducir tiempo improductivo.

- **Segundo paso:** Para este paso se elaboraron las respectivas tablas de las actividades

Tabla 15

Tabla de actividades y su clasificación del subproceso de extrusión

| Operación | Actividades Extrusión | Tipo de operación | Tiempo menor | Tiempo mayor |
|------------------|--|--------------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | Calentar la extrusora | Interna | 23,094 | 39,615 |
| 2 | Montar conos y moldes | Interna | 77,189 | 100,488 |
| 3 | Verter mezcla en la tolva | Interna | 15,551 | 19,653 |
| 4 | Retiro de material sobrante | Interna | 41,064 | 55,824 |
| 5 | Ajustar máquina de tratado | Interna | 40,156 | 120,654 |
| 6 | Determinar presión del aire de la boquilla | Interna | 92,315 | 133,455 |
| 7 | Enhebrar la burbuja de plástico en el rodillo halador | Interna | 21,765 | 51,546 |
| 8 | Determinar velocidad de los rodillos haladores | Interna | 40,78 | 50,96 |
| 9 | Ajustar y embobinar el cono de prueba | Interna | 49,049 | 128,869 |
| 10 | Verificar las dimensiones de la lámina mientras se ajusta la velocidad del motor principal y del rodillo halador | Externa | 23,277 | 102,518 |
| 11 | Embobinar cono con las características de la orden | Externa | 23,277 | 102,518 |
| 12 | Ajuste y posicionamiento de conos | Externa | 11,744 | 50,262 |
| 13 | Corte y verificación de calidad del rollo al alcanzar cierto peso aproximado | Externa | 23,277 | 102,518 |
| 14 | Bajar y pesar rollo | Externa | 13,264 | 36,402 |
| 15 | Empacar y etiquetar rollo | Externa | 29,978 | 50,262 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16

Tabla de actividades y su clasificación del subproceso de impresión

| Operación | Actividades Impresión | Tipo de operación | Tiempo menor | Tiempo mayor |
|------------------|---|--------------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | Realizar la limpieza de las superficies de tinta | Interna | 1635,429 | 1975,201 |
| 2 | Preparar la tinta | Externa | 267,19 | 446,907 |
| 3 | Seleccionar fotopolímero (Cirel) y los rodillos | Interna | 73,593 | 186,53 |
| 4 | Adherir fotopolímero a los rodillos | Interna | 1569,852 | 3543,014 |
| 5 | Montar los rodillos con el fotopolímero adherido | Interna | 46,661 | 50,994 |
| 6 | Impregnar los rodillos anilox de tinta (Método interno o externo) | Interna | 39,968 | 63,26 |
| 7 | Verificar presión entre los rodillos | Interna | 174,501 | 223,721 |
| 8 | Montar los rollos tratados y los conos en los soportes | Interna | 22,39 | 29,053 |
| 9 | Iniciar impresión y verificar estado de la impresión | Externa | 26,878 | 330,269 |
| 10 | Unir la lámina de la nueva bobina tratada al cono | Interna | 23,277 | 26,684 |
| 11 | Corte y desmonte de rollo impreso | Interna | 26,684 | 173,632 |
| 12 | Empacar y etiquetar rollo | Externa | 28,652 | 55,053 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17

Tabla de actividades y su clasificación del subproceso de sellado

| Operación | Actividades Sellado | Tipo de operación | Tiempo menor | Tiempo mayor |
|------------------|--|--------------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | Calentar la selladora | Interna | 300,402 | 600,578 |
| 2 | Verificar la asignación de pedidos | Interna | 92,146 | 146,357 |
| 3 | Montar las herramientas adicionales (Herramientas de división, fotocelda, troquel) | Interna | 73,593 | 186,53 |
| 4 | Buscar y montar el rollo o bobina | Interna | 182,877 | 302,563 |
| 5 | Programar la temperatura, velocidad y contador según el calibre, la medida y el número de bolsas por paquete | Externa | 84,494 | 105,961 |
| 6 | Verificar dimensiones, centrado y calidad de la bolsa | Externa | 15,254 | 54,861 |

| | | | | |
|---|--|---------|--------|---------|
| 7 | Empacar en paquetes de 25, 50 o 100 bolsas para sellar | Externa | 18,59 | 243,312 |
| 8 | Los paquetes se colocan dentro de un bulto y se pesa | Interna | 17,849 | 42,653 |

Fuente: Elaboración propia

- **Tercer paso:** Como se mencionó en el primer paso, los tipos de operaciones para el subproceso de extrusión solo se encuentran determinados por el estado inicial de la máquina que se esté evaluando, por lo que las actividades internas planteadas son solo en el momento de prender las máquinas. Sin embargo, para el subproceso de impresión y de sellado, es posible determinar aquellas tareas que deben pasar de internas a externas. En el caso de impresión, se determinó el apoyo de un auxiliar para la preparación del próximo lote, por lo que, a pesar de no estar disponible de tiempo completo en este subproceso, puede realizar actividades de impresión bajo la supervisión del impresor, así como el impresor también puede realizar actividades mientras la máquina se encuentra en funcionamiento como:

- 3 - Seleccionar fotopolímero (Cirel) y los rodillos
- 10 - Corte y desmonte de rollo impreso

Ahora, para el caso del subproceso de sellado, también fue posible convertir ciertas actividades para disminuir el tiempo improductivo del subproceso:

- 4 - Buscar y montar el rollo o bobina
- 8 - Los paquetes se colocan dentro de un bulto y se pesa

- **Cuarto paso:** A pesar de que en el paso anterior se mencionó que no era posible el cambio del tipo de operación, gracias a la metodología 5's aplicada con anterioridad, la búsqueda para montar los conos y moldes (Operación 2) cuando la máquina recién se está prendiendo, permite presentar una disminución en el tiempo

de montaje. Por lo demás, al encontrarse la máquina en funcionamiento, las actividades se realizan de manera externa por lo que el tiempo improductivo es mínimo. Asimismo, se realizó nuevamente una toma de tiempos luego de los ajustes, identificaciones y metodologías aplicadas para la mejora del proceso identificada en el apéndice T

Tabla 18

Tabla de actividades y su clasificación del subproceso de extrusión después de ajustes

| Operación | Actividades Extrusión | Tipo de operación | Tiempo menor | Tiempo mayor |
|------------------|--|--------------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | Calentar la extrusora | Interna | 23,094 | 39,615 |
| 2 | Montar conos y moldes | Interna | 38,048 | 69,672 |
| 3 | Verter mezcla en la tolva | Interna | 15,551 | 19,653 |
| 4 | Retiro de material sobrante | Interna | 41,064 | 55,824 |
| 5 | Ajustar máquina de tratado | Interna | 40,156 | 120,654 |
| 6 | Determinar presión del aire de la boquilla | Interna | 92,315 | 133,455 |
| 7 | Enhebrar la burbuja de plástico en el rodillo halador | Interna | 21,765 | 51,546 |
| 8 | Determinar velocidad de los rodillos haladores | Interna | 40,78 | 50,96 |
| 9 | Ajustar y embobinar el cono de prueba | Interna | 49,049 | 128,869 |
| 10 | Verificar las dimensiones de la lámina mientras se ajusta la velocidad del motor principal y del rodillo halador | Externa | 23,277 | 102,518 |
| 11 | Embobinar cono con las características de la orden | Externa | 23,277 | 102,518 |
| 12 | Ajuste y posicionamiento de conos | Externa | 11,744 | 50,262 |
| 13 | Corte y verificación de calidad del rollo al alcanzar cierto peso aproximado | Externa | 23,277 | 102,518 |
| 14 | Bajar y pesar rollo | Externa | 13,264 | 36,402 |
| 15 | Empacar y etiquetar rollo | Externa | 29,978 | 50,262 |

Fuente:

Elaboración

propia

Para el subproceso de impresión, se tiene que el corte y desmonte del rollo impreso se puede dividir en dos actividades aparte, para que el corte sea de tipo interno y el desmonte del rollo sea del tipo externo, para que así se pueda disminuir considerablemente el tiempo que se encuentra parada la impresora cuando se realiza el cambio de la bobina a imprimir. Asimismo, queda estipulado que las actividades de preparación del siguiente lote tales como la selección del fotopolímero y los rodillos, puede ser preparada para el siguiente lote y así reducir un poco el tiempo de preparación de los siguientes pedidos.

Tabla 19

Tabla de actividades y su clasificación del subproceso de impresión después de ajustes

| Operación | Actividades Impresión | Tipo de operación | Tiempo menor | Tiempo mayor |
|------------------|---|--------------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | Realizar la limpieza de las superficies de tinta | Interna | 1635,429 | 1975,201 |
| 2 | Preparar la tinta | Externa | 267,19 | 446,907 |
| 3 | Seleccionar fotopolímero (Cirel) y los rodillos | Externa | 42,653 | 80,045 |
| 4 | Adherir fotopolímero a los rodillos | Interna | 1569,852 | 3543,014 |
| 5 | Montar los rodillos con el fotopolímero adherido | Interna | 46,661 | 50,994 |
| 6 | Impregnar los rodillos anilox de tinta (Método interno o externo) | Interna | 39,968 | 63,26 |
| 7 | Verificar presión entre los rodillos | Interna | 174,501 | 223,721 |
| 8 | Montar los rollos tratados y los conos en los soportes | Interna | 22,39 | 29,053 |
| 9 | Iniciar impresión y verificar estado de la impresión | Externa | 26,878 | 330,269 |
| 10 | Unir la lámina de la nueva bobina tratada al cono | Interna | 23,277 | 26,684 |
| 11 | Corte de rollo impreso | Interna | 10,397 | 28,547 |
| 12 | Desmonte de rollo impreso | Externa | 32,613 | 45,675 |
| 13 | Empacar y etiquetar rollo | Externa | 28,652 | 55,053 |

Fuente:

Elaboración

propia

En el subproceso de sellado, se puede realizar algo similar al de impresión, teniendo en cuenta las mejoras realizadas en la metodología 5's, la búsqueda y montaje del rollo o bobina, se pueden separar en dos actividades de diferentes tipos para reducir el tiempo que dura parada la máquina y disminuir el tiempo improductivo. De la misma manera, la actividad de colocar los paquetes dentro del bulto y pesarlo se puede realizar mientras se realiza el corte de la nueva bobina.

Tabla 20

Tabla de actividades y su clasificación del subproceso de sellado después de ajustes

| Operación | Actividades Sellado | Tipo de operación | Tiempo menor | Tiempo mayor |
|-----------|--|-------------------|--------------|--------------|
| 1 | Calentar la selladora | Interna | 300,402 | 600,578 |
| 2 | Verificar la asignación de pedidos | Interna | 92,146 | 146,357 |
| 3 | Montar las herramientas adicionales (Herramientas de división, fotocelda, troquel) | Interna | 73,593 | 186,53 |
| 4 | Buscar el rollo o bobina | Externa | 40,512 | 72,774 |
| 5 | Montar el rollo o bobina | Interna | 30,512 | 64,684 |
| 6 | Programar la temperatura, velocidad y contador según el calibre, la medida y el número de bolsas por paquete | Externa | 84,494 | 105,961 |
| 7 | Verificar dimensiones, centrado y calidad de la bolsa | Externa | 15,254 | 54,861 |
| 8 | Empacar en paquetes de 25, 50 o 100 bolsas para sellar | Externa | 18,59 | 243,312 |
| 9 | Los paquetes se colocan dentro de un bulto y se pesa | Externa | 17,849 | 42,653 |

Fuente: Elaboración propia

- **Quinto paso:** Una vez ajustadas las actividades y revisados los tiempos posteriores a cómo se determinan las actividades de cada subproceso, se evidencia el cambio de los diagramas de flujo en el apéndice S y los manuales de procedimientos del apéndice Q.

7. Fase 4: Mediciones y controles

El objetivo de esta fase es complementar en parte los planes de mejoramiento para la empresa, por lo que es necesario recordar una de las frases más célebres del físico y matemático William Thomson Kelvin (S.F): “Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre”. Con esto, se reitera la importancia del uso de sistemas de medición y control como lo son las plantillas, los formatos de Excel, los indicadores, los ERP, entre otros.

Sin embargo, hasta el momento, este era uno de los puntos que necesitaba fortalecer la empresa en aras de que la manera en la que se tomaban las decisiones estuviese fundamentada en datos, más allá del conocimiento empírico que tenían los supervisores y líderes de procesos.

7.1. Formato para recolección de información del proceso productivo

El proceso productivo al ser uno de los procesos fundamentales de la empresa, debe ser monitoreado constantemente para tener la capacidad de llevar a cabo la toma de decisiones basada en datos precisos, la identificación de deficiencias y oportunidades, el análisis y seguimiento de los indicadores de gestión, la transparencia de los datos y la comunicación efectiva entre las partes interesadas. Sin embargo, esto no es posible con el actual ERP de la empresa Plastisander S.A.S que, a pesar de ser útil para el registro de información básica, hoy en día se queda corto para los correctos análisis que se deben realizar para la mejora del proceso productivo, además de ser un sistema poco intuitivo y desactualizado.

Por esa razón, se elaboró una herramienta que además de cubrir las variables que tiene el ERP llamado Merlín, añade otras para el análisis de los indicadores, las tomas de tiempos de las actividades, el uso de las materias primas, entre otros. Esta herramienta se hizo con el objetivo de que fuese más amigable para cualquier tipo de trabajador y para llevar el control de las variables que afectan a la producción.

Anteriormente, el formato de Excel resultante del ERP (Apéndice I) solo contaba con las siguientes variables:

- Fecha
- Maquina
- Detalle
- Referencia
- Unidades
- Cantidad
- Retal
- Cliente
- Destino
- Fecha de Salida
- Numero de Salida

Figura 23

Información en Excel de la base de Datos del ERP

| Fecha | Maquina | Detalle | Referencia | Unidades | Cantidad | Retal | Cliente | Destino | FechaSalida | NumeroSalida |
|----------|--------------|-------------|-------------------------|----------|----------|-------|---------|------------------------|-------------|--------------|
| 1-jun-22 | EXTR BAJA PE | 202206011E0 | RBDTRSTA3.5C3.5NT2 AGU/ | | 20,8 | | 0,6 | BEDOYA ALEII IMPRESION | | |
| 1-jun-22 | EXTR BAJA PE | 202206012E0 | RBDTRSTA3.5C3.5NT2 AGU/ | | 11,9 | | 0 | BEDOYA ALEII IMPRESION | | |
| 1-jun-22 | EXTR BAJA PE | 202206011E0 | RBDTRSTA3.5C3.5NT2 AGU/ | | 11,3 | | 0 | BEDOYA ALEII IMPRESION | | |
| 1-jun-22 | EXTR BAJA PE | 202206012E0 | RBDTRSTA3.5C3.5NT2 AGU/ | | 12,8 | | 0 | BEDOYA ALEII IMPRESION | | |
| 1-jun-22 | EXTR BAJA PE | 202206012E0 | RBDTRSTA3.5C3.5NT2 AGU/ | | 12,5 | | 0 | BEDOYA ALEII IMPRESION | | |
| 1-jun-22 | EXTR BIMAQ | 202206011E0 | RADTRSTA26C1NTO | | 44,7 | | 0 | OJEDA A. WIL SELLADO | | |
| 1-jun-22 | EXTR BIMAQ | 202206012E0 | RADTRSTA26C1NTO | | 43,2 | | 0 | OJEDA A. WIL SELLADO | | |
| 1-jun-22 | EXTR BIMAQ | 202206011E0 | RADTRSTA26C1NTO | | 39,1 | | 0 | OJEDA A. WIL SELLADO | | |
| 1-jun-22 | EXTR BIMAQ | 202206012E0 | RADTRSTA26C1NTO | | 18,6 | | 0 | OJEDA A. WIL SELLADO | | |
| 1-jun-22 | EXTR BIMAQ | 202206011E0 | RADTRSTA26C1NTO | | 39,7 | | 0 | OJEDA A. WIL SELLADO | | |
| 1-jun-22 | EXTR BIMAQ | 202206011E0 | RADTRSTA26C1NTO | | 34,6 | | 0,5 | OJEDA A. WIL SELLADO | | |
| 1-jun-22 | EXTR NUEVA | 202206012E0 | RBDNESTA411D1C2.9NTO | | 21,5 | | 0 | CHACON GUS CLIENTE | 1-jun-22 | 8249 |
| 1-jun-22 | EXTR NUEVA | 202206012E0 | RBDNESTA411D1C2.9NTO | | 15,1 | | 0 | CHACON GUS CLIENTE | 1-jun-22 | 8249 |
| 1-jun-22 | EXTR POLIPRC | 202206011E0 | RPPTRSTA35C0.75CMNTO | | 27 | | 0 | AYALA ABDON SELLADO | | |
| 1-jun-22 | EXTR POLIPRC | 202206011E0 | RPPTRSTA35C0.75CMNTO | | 26,5 | | 2 | AYALA ABDON SELLADO | | |
| 1-jun-22 | EXTR POLIPRC | 202206012E0 | RPPTRSTA35C0.75CMNTO | | 29 | | 0 | AYALA ABDON SELLADO | | |
| 1-jun-22 | EXTR POLIPRC | 202206012E0 | RPPTRSTA35C0.75CMNTO | | 28,6 | | 0 | AYALA ABDON SELLADO | | |
| 1-jun-22 | EXTR POLIPRC | 202206011E0 | RPPTRSTA35C0.75CMNTO | | 28,3 | | 0 | AYALA ABDON SELLADO | | |
| 1-jun-22 | EXTR POLIPRC | 202206012E0 | RPPTRSTA35C0.75CMNTO | | 31,9 | | 0 | AYALA ABDON SELLADO | | |
| 1-jun-22 | EXTR POLIPRC | 202206011E0 | RPPTRSTA35C0.75CMNTO | | 30,1 | | 0 | AYALA ABDON SELLADO | | |
| 1-jun-22 | EXTR POLIPRC | 202206012E0 | RPPTRSTA35C0.75CMNTO | | 29,1 | | 0 | AYALA ABDON SELLADO | | |
| 1-jun-22 | EXTR POLIPRC | 202206011E0 | RPPTRSTA35C0.75CMNTO | | 30,2 | | 0 | AYALA ABDON SELLADO | | |
| 1-jun-22 | EXTR POLIPRC | 202206012E0 | RPPTRSTA35C0.75CMNTO | | 37,6 | | 0 | AYALA ABDON SELLADO | | |
| 1-jun-22 | EXTR POLIPRC | 202206011E0 | RPPTRSTA35C0.75CMNTO | | 29,7 | | 0 | AYALA ABDON SELLADO | | |

Fuente: Plastisander S.A.S.

Para el diseño de la herramienta de recolección de información se elaboró un sistema mucho más simple e intuitivo para el personal, con un menú que remite al usuario a la base de datos de los tres subprocesos y las plantillas usadas por el personal.

Figura 24

Menú de la herramienta ofimática

The image shows a software interface for data collection. On the left, there is a 'NOTAS IMPORTANTES' (Important Notes) box with instructions on how to use the database and protect sheets. The main part of the interface is a menu titled 'FORMATO PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO'. This menu is divided into two columns: 'MENÚ DE INFORMACIÓN' and 'MENÚ DE PLANTILLAS'. Under 'MENÚ DE INFORMACIÓN', there are three options: 'Base de datos de Sellado', 'Base de datos de Extrusión', and 'Base de datos de Impresión', each with a corresponding image. Under 'MENÚ DE PLANTILLAS', there are seven options: 'Información Sellado', 'Calidad Sellado', 'Información Extrusión', 'Información Impresión', 'Control Materia Prima', 'Inventario', and 'Hoja de Vida Equipos', each with a blue arrow icon pointing to the right.

Fuente:

Elaboración

propia

Para cada una de las bases de datos se elaboró un sistema de clasificación de colores para diferenciar el tipo de información que se encontraba en ella y que fuese sencillo para el supervisor u operario encargado de la tarea la identificación de la información que va en la base de datos. (Apéndice U)

De la misma manera, se llevó a cabo la elaboración de las nuevas versiones de las planillas usadas de manera física de cada uno de los subprocesos, partiendo del hecho que tan solo el subproceso de sellado era quien estaba usando plantillas físicas para la recolección de la información. En ellas se tienen en cuenta novedades como las observaciones por material, observaciones por máquina, uso de materia prima, las variables más influyentes en el proceso y los tiempos de paradas. Estas se identifican en el menú cómo:

- Información Sellado
- Información Extrusión
- Información Impresión

Por último, se agregaron las plantillas para el control de la materia prima e inventario, utilizados por la Directora de Recursos Humanos, y las plantillas para el mantenimiento de las máquinas usadas por los operarios.

7.2. Sistema de indicadores de gestión

En la empresa Plastisander S.A.S no se llevaba ninguna medición del proceso más allá del porcentaje de retal producido por cada proceso y la meta establecida para el personal de sellado. Partiendo de lo anterior, se identificó que era complejo llevar un control de la gestión completa del proceso productivo y realizar una toma de decisiones enfocada a la mejora continua de la empresa. Por lo que, con base en las herramientas de medición y control que dispone la empresa

fue posible elaborar los siguientes indicadores que permiten establecer esa medición necesaria para la toma de decisiones:

- Porcentaje de cumplimiento de la metodología de las 5's: Verificar por medio de las auditorías el cumplimiento de la aplicación de la metodología 5's y su posible mejora con respecto a las auditorías realizadas con anterioridad
- Tiempo de entrega en los pedidos: Medir el porcentaje de pedidos entregados a tiempo
- Devolución de productos: Medir el porcentaje de kilogramos devueltos por no cumplir las especificaciones requeridas por los clientes.
- Productividad de mano de obra: Medir la productividad mensual de los operarios para conocer el rendimiento que alcanza en las actividades.
- Rotación de inventarios: Medir el nivel de rotación de inventario

Asimismo, se elaboró un formato de hoja de vida de indicadores y una plantilla de los informes de desempeño para el proceso productivo que encontrará adjunto en el apéndice V.

7.2.1. Porcentaje de cumplimiento de la metodología de las 5's

Es necesario que además de mantener la disciplina para la metodología de las 5's, se pueda evaluar el progreso con respecto a periodos anteriores con el objetivo de identificar las posibles falencias o mejoras presentadas durante el periodo evaluado.

Tabla 21

Ficha del indicador de cumplimiento de la metodología de las 5's

| INDICADOR DE PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE LA METODOLOGÍA DE LAS 5'S | |
|---|---|
| Nombre | Porcentaje de cumplimiento de la metodología de las 5's |

| | |
|--------------------------------|---|
| Objetivo | Medir el mejoramiento por etapa en la aplicación de la metodología de las 5's a medida que se identifican las debilidades y fortalezas de la empresa |
| Proceso | Producción |
| Periodicidad | Trimestral |
| Cálculo | $\left(\frac{\% \text{inicial promedio} - \% \text{actual promedio}}{\% \text{inicial promedio}} \right)$ |
| Descripción del cálculo | Se tiene el porcentaje inicial del periodo anterior y se resta con el porcentaje actual de la autoevaluación de la metodología 5's para ser dividida entre el porcentaje inicial de la fase. Es importante aclarar que este indicador puede ser aplicado para cualquiera de las 5 fases de la metodología |
| Meta | El objetivo de la empresa es que cada tres meses se presente un mejoramiento de aproximadamente el 3% |

Fuente: Elaboración propia

7.2.2. Tiempo de entrega en las ordenes

Uno de los indicadores que inicialmente se necesitaba en este proyecto para identificar si se estaban presentando algún tipo de inconformidad con el proceso productivo, era la demora presentada para la entrega de los productos y así percibir si había algún cuello de botella en el proceso. Sin embargo, no fue posible dado que este indicador no era contemplado por la empresa. A partir de la herramienta conocida como “*Formato para recolección de información del proceso productivo*” del apéndice U, se tuvo en cuenta esta variable para la base de datos de cada proceso con el objetivo de conocer el porcentaje de ordenes que se entregan a tiempo con respecto al total de órdenes recibidas.

Tabla 22*Ficha del indicador de tiempo de entrega de las ordenes*

| INDICADOR DE TIEMPO DE ENTREGA EN LAS ORDENES | |
|--|--|
| Nombre | Tiempo de entrega en las ordenes |
| Objetivo | Determinar el número de pedidos entregados a tiempo con respecto al número total de pedidos recibidos. |
| Proceso | Producción |
| Periodicidad | Mensual |
| Cálculo | $\frac{\# \text{ de ordenes entregadas para el día estipulado}}{\# \text{ de ordenes recibidas}} \times 100$ |
| Descripción del cálculo | Este indicador se tiene en cuenta el número de pedidos entregados a tiempos, divididos entre el número de pedidos recibidos. Asimismo, si es necesario se puede establecer con el número de pedidos atrasados estableciendo una meta por debajo del 30%. |
| Meta | El objetivo de la empresa es encontrarse por encima del 70% |

Fuente: Elaboración propia

7.2.3. Devolución de productos

Asimismo, otra de las problemáticas que tenía el proceso productivo era la retroalimentación de los pedidos, dado que aquellos pedidos que salían defectuosos y eran devueltos por los clientes no se tenían presentes en el proceso, por lo que no se podía llevar trazabilidad de dichos pedidos. Para esto se realizó un formato que se puede observar en el apéndice W para el registro de los elementos devueltos junto con el peso (kg) devuelto y las observaciones.

Para la empresa es indispensable contar con un indicador que demuestre el índice de devoluciones de productos por mes para garantizar la calidad de sus productos y el mejoramiento de la empresa.

Tabla 23*Ficha del indicador de devolución de productos*

| INDICADOR DE DEVOLUCIÓN DE PRODUCTOS | |
|---|---|
| Nombre | Devolución de productos |
| Objetivo | Determinar el porcentaje de ordenes devueltas al mes con respecto al total de órdenes recibidas |
| Proceso | Producción |
| Periodicidad | Mensual |
| Cálculo | $\frac{\text{Ordenes devueltas al mes por errores}}{\text{\# de ordenes recibidas}} \times 100$ |
| Descripción del cálculo | Es necesario tener presente el total de ordenes devueltas por errores ya sea de extrusión, impresión o sellado y el número total de órdenes recibidas durante el mes, para que sean divididas entre sí. |
| Meta | El objetivo de la empresa es encontrarse por debajo del 1% |

*Fuente: Elaboración propia***7.2.4. Cumplimiento de programación**

Adicional a los indicadores planteados anteriormente, para el proceso productivo es necesario verificar que parte de la cantidad de kilos programados sean producidos, permitiendo medir la eficiencia del proceso y de las decisiones que contribuyen a la mejora continua.

Tabla 24*Ficha del indicador de cumplimiento de programación*

| INDICADOR DE CUMPLIMIENTO DE PROGRAMACIÓN | |
|--|--|
| Nombre | Cumplimiento de programación |
| Objetivo | Medir el cumplimiento de la programación de pedidos durante el mes, con el objetivo de verificar la eficacia de la programación de pedidos |
| Proceso | Producción |
| Periodicidad | Mensual |

| | |
|--------------------------------|---|
| Cálculo | $\left(\frac{Kg \text{ producidos}}{Kg \text{ programados}} \right) \times 100$ |
| Descripción del cálculo | Para el cálculo se toman los kilogramos producidos durante el mes y se dividen entre los kilogramos programados de las ordenes realizadas durante el mes. |
| Meta | El objetivo de la empresa es encontrarse por encima del 90% |

Fuente: Elaboración propia

7.2.5. Productividad de mano de obra

Este indicador es primordial para que la empresa mejore, dado que añade otro indicador de productividad más allá de metas constantes preestablecidas. Establece un orden para la administración de trabajo permitiendo realizar una evaluación y análisis objetivos del desempeño de los operarios involucrados.

Tabla 25

Ficha del indicador de productividad de mano de obra

| INDICADOR DE PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA | |
|--|---|
| Nombre | Productividad de mano de obra |
| Objetivo | Medir el rendimiento que los operarios logran en las tareas del proceso productivo. |
| Proceso | Producción |
| Periodicidad | Mensual |
| Cálculo | $\frac{Kg \text{ totales del mes}}{Hora \text{ hombre}}$ |
| Descripción del cálculo | Se debe contar con la información del total de kilogramos producidos de extrusión, impresión y sellado, para ser dividido entre el total de operarios involucrados en todo el proceso productivo multiplicado por las horas totales trabajadas a la semana. |
| Meta | El objetivo de la empresa es encontrarse por encima de los 5 kg/hh |

Fuente: Elaboración propia

7.2.6. Rotación de inventarios

Teniendo en cuenta que una de las principales problemáticas encontradas al inicio del proyecto fue la gran cantidad de inventario retenido que la empresa tenía para inicios de año, fue necesario elaborar un indicador que le diera seguimiento a aquellas referencias que no se encontraban rotando, para facilitar la programación de pedidos y la toma de decisiones.

Tabla 26

Ficha del indicador de rotación de inventarios

| INDICADOR DE ROTACIÓN DE INVENTARIOS | |
|---|--|
| Nombre | Rotación de Inventarios |
| Objetivo | Determinar el nivel de rotación del inventario mensual, permitiendo analizar los posibles productos que se encuentren en inventario retenidos |
| Proceso | Producción |
| Periodicidad | Mensual |
| Cálculo | $\frac{\text{Inventario Mensual (KG)}}{\text{Total de kg producidos al mes}} \times 100$ |
| Descripción del cálculo | Es necesario tener presente el total de kilogramos en inventario de este mes para dividirlo entre el total de kilogramos producidos durante ese mismo mes. Posteriormente se multiplica por 100 para que esté dado en porcentaje |
| Meta | El objetivo de la empresa es encontrarse por debajo del 40% |

Fuente: Elaboración propia

Para conocer si se estaban presentando atrasos en los pedidos y lograr identificar los cuellos de botella durante el proceso de producción de una orden, se realizó una sección en la herramienta que permite conocer el día que se produjo la orden con respecto al día

8. Fase 5: Mejoramiento continuo

Para esta última fase se expone las acciones que dieron paso al mejoramiento del proceso, para esto se parte de los análisis desarrollados inicialmente que sirven como puntos de partida y referencias para continuar el análisis del estado del proceso, y así determinar que otras posibles acciones se pueden tomar a futuro para seguir con la mejora continua.

Como resultado del uso de las herramientas de ingeniería, se determinó una descripción detallada del proceso productivo, que dio como resultado el desarrollo de los manuales de procedimientos y el manual de funciones, los cuáles permiten mitigar el riesgo de la fuga de conocimientos del proceso, los cuales se encontraban retenidos en el personal con más años de experiencia en el mercado. De esta manera, es posible que nuevo personal que sea contratado tenga la oportunidad y capacidad de revisar dichos manuales para contar con una guía de la manera en la que se desarrolla las actividades de este proceso misional. Por otro lado, por medio del análisis de producción con el uso de diagramas de Pareto y la clasificación ABC, se identificaron los principales productos de la empresa y sus principales clientes por subproceso, lo que permitiría crear estrategias para campañas de telemarketing, afianzar la relación con los clientes más representativos y prestar atención a los productos que más se producen. Por otro lado, también se desarrolló para la identificación de falencias el diagrama de Causa – Efecto o diagrama de Ishikawa y la matriz DOFA.

También fue posible la elaboración de nuevos indicadores de gestión para el proceso productivo como sistema de medición más allá de los establecidos inicialmente, los cuales no

permiten tomar ningún tipo de decisión en concreto. Por lo tanto, estos fueron usados para demostrar el progreso y medición para los meses de mayo y abril (Apéndice X):

- Porcentaje de cumplimiento de la metodología de las 5's

Se llevó a cabo la implementación de diferentes actividades para mejorar el estado en el que se encontraba la empresa y garantizar las buenas prácticas del proceso. Al realizar el análisis inicial de la empresa se determinó que el subproceso que más fallaba en la lista de chequeo era el proceso de sellado, el cuál mejoró considerablemente con las actividades desarrolladas en el apartado 6.1.5. *Ejecución*, con esto el porcentaje promedio total de la lista de chequeo pasó de estar en 46% a un 61%, evidenciando un crecimiento según el cálculo del indicador de aproximadamente un 25% como se observa en el apéndice P.

De la misma manera es posible aplicar ese cálculo para cada una de las 5's para conocer el aumento que hubo en cada una de ellas:

Seiri (Seleccionar)

$$\%Mejoramiento = \left(\frac{60\% - 43\%}{60\%} \right)$$

$$\%Mejoramiento = 28,33\%$$

Seiton (Organizar)

$$\%Mejoramiento = \left(\frac{61\% - 50\%}{61\%} \right)$$

$$\%Mejoramiento = 18,03\%$$

Seiso (Limpiar)

$$\%Mejoramiento = \left(\frac{58\% - 44\%}{58\%} \right)$$

$$\%Mejoramiento = 24,14\%$$

Seiketsu (Estandarizar)

$$\%Mejoramiento = \left(\frac{65\% - 49\%}{65\%} \right)$$

$$\%Mejoramiento = 24,62\%$$

Shitsuke (Disciplina)

$$\%Mejoramiento = \left(\frac{61\% - 43\%}{61\%} \right)$$

$$\%Mejoramiento = 29,51\%$$

- Tiempo de entrega en las ordenes

Teniendo en cuenta que se recibieron 443 órdenes durante el mes de abril y que para el mes de mayo se recibieron aproximadamente 371 órdenes, de las cuales, tanto en el primer mes analizado como en el segundo, se establece que el subproceso que más demora presenta en las entregas es en impresión, presentando en total en todo el proceso productivo 385 y 305 órdenes entregadas para el día estipulado respectivamente para los meses de abril y mayo.

Abril

$$\%entregas \ a \ tiempo = \left(\frac{385}{443} \right) * 100$$

$$\%entregas \ a \ tiempo = 87\%$$

Mayo

$$\%entregas \ a \ tiempo = \left(\frac{305}{371} \right) * 100$$

$$\%entregas \ a \ tiempo = 82\%$$

- Devolución de productos

Teniendo en cuenta que se recibieron 443 órdenes durante el mes de abril y que para el mes de mayo se recibieron aproximadamente 371 órdenes, para el mes de abril se dio el reporte de 4 devoluciones en la plantilla de devoluciones, sin embargo, es necesario continuar con la alimentación de la herramienta dado que los reportes del mes de mayo fueron apenas de uno sabiendo que los reportes por WhatsApp continúan y no se notifican adecuadamente dado a la costumbre de la metodología anterior (Apéndice Y).

Abril

$$\%devoluciones = \left(\frac{4}{443}\right) * 100$$

$$\%devoluciones = 0,90\%$$

Mayo

$$\%devoluciones = \left(\frac{1}{371}\right) * 100$$

$$\%devoluciones = 0,27\%$$

- Cumplimiento de programación

Para el mes de abril se tiene un total de 13281,3 kilos extruidos, de los cuales se programaron aproximadamente 13500 kilos para ese mes. Para el mes de mayo se extruyó aproximadamente 14411,9 kilos, de los cuales fueron programados aproximadamente 14800.

Abril

$$\%cumplimiento\ de\ programación = \left(\frac{13281,3}{13500}\right) * 100$$

$$\%cumplimiento\ de\ programación = 98\%$$

Mayo

$$\%cumplimiento \text{ de programación} = \left(\frac{14411,9}{14800} \right) * 100$$

$$\%cumplimiento \text{ de programación} = 97\%$$

- Productividad de mano de obra

Para el mes de abril tenemos un total de 13281,3 kilos extruidos en el que hay un total de 853 horas trabajadas en sellado, 642 horas trabajadas en extrusión y 203 horas trabajadas en impresión. Para el mes de mayo se extruyó aproximadamente 14411,9 kilos y se trabajó un total de 1009 horas trabajadas en sellado, 774 horas trabajadas en extrusión y 279 horas trabajadas en impresión. Esta información fue suministrada por la Directora de Recursos Humanos en los informes de producción que se entregan mes a mes

Abril

$$Productividad = \left(\frac{13281,3}{(853 + 642 + 203)} \right)$$

$$Productividad = 7,8$$

Mayo

$$Productividad = \left(\frac{14411,9}{(1009 + 774 + 279)} \right)$$

$$Productividad = 6,9$$

- Rotación de Inventarios

Para el mes de abril tenemos un total de 13281,3 kilos extruidos en el que hay presente aproximadamente 12534 kilos de inventario. Para el mes de mayo se extruyó aproximadamente 14411,9 kilos y revisó que hay aproximadamente 11983 kilos de inventario.

Abril

$$\%rotación = \left(\frac{12534}{13281,3} \right) * 100$$

$$\%rotación = 94\%$$

Mayo

$$\%rotación = \left(\frac{11983}{14411,9} \right) * 100$$

$$\%rotación = 83\%$$

Asimismo, era necesario complementar con la metodología SMED la metodología de las 5's, para así mitigar los despilfarros mencionados en el diagrama de Ishikawa como el tiempo improductivo, ajustando y disminuyendo el tiempo que tomaba realizar las actividades realizadas

en cada subproceso. Para ello era necesario identificar que tipos de actividades tenía cada subproceso como las operaciones internas y externas, donde las operaciones internas son aquellas que deben realizarse con la máquina parada y las operaciones externas son aquellas operaciones que se pueden realizar con el equipo en funcionamiento. En el caso del subproceso de extrusión, por la manera en la que ya se elaboraban los productos, el único tiempo que duraba parada la

máquina era cuando se realizaban los ajustes al prender los equipos, sin embargo, por la organización y clasificación realizada en la metodología de la 5's, el tiempo para la actividad 2 "*Montar conos y moldes*" disminuyó en casi la mitad del tiempo del que se elaboraba antes. Ahora, para el proceso de impresión, se dividió la actividad 11 "*Corte y desmonte de rollo impreso*" de tipo interno en dos actividades: la 11 "*Corte de rollo impreso*" y 12 "*Desmonte de rollo impreso*" en el que la actividad 12 pasó a ser una actividad externa, para que ese tiempo en el que se desmonte el rollo pueda ser aprovechado para empezar nuevamente el ciclo de impresión, pero también se cambió el tipo de actividad a la actividad 3 "*Seleccionar fotopolímero (Cirel) y los rodillos*"

que mientras se está realizando la impresión de otro rollo, se vaya buscando y seleccionando tanto los fotopolímeros como los rodillos para el siguiente pedido, convirtiendo

esta operación en una operación externa. Por último, para el subproceso de extrusión se elaboró algo similar que en el subproceso de impresión, donde se separó la actividad 4 “*Buscar y montar el rollo o bobina*” que era de tipo interna, a dos actividades diferentes: 4 “*Buscar el rollo o bobina*” de tipo externa y 5 “*Montar el rollo o bobina*” de tipo interna, en el que la actividad número se elabora mientras la máquina se encuentre activa para mitigar el tiempo que demoran preparando y buscando la bobina para el siguiente lote de bolsas, esto porque era una de las actividades que más tiempo consumía siendo una actividad de tipo interno; también se determinó que la actividad 9 “Colocar paquetes dentro de un bulto y pesarlo” en parte era tanto interno como externo, pero se determinó que fuera una actividad netamente externo para disminuir un poco más el tiempo improductivo y cumplir con la disminución de despilfarros en la empresa dada la naturaleza de esta metodología.

Además de lo expuesto con anterioridad, es importante destacar la creación de la nueva herramienta para la recolección de datos del proceso productivo mediante el uso de Excel, que permite a los usuarios tener la capacidad de usar una herramienta con muchas más variables que el ERP anterior, identificar fácilmente por medio de clasificación de colores el tipo de información recolectada y la capacidad de realizar tomas de tiempos para cuando el proceso lo requiera. De esta manera, si se alimenta de forma correcta y constante, será posible estandarizar el proceso productivo a pesar de contar con tantas variables que hace difícil actualmente la estandarización del proceso.

Conclusiones

A través de la implementación de las fases propuestas por H. James Harrington para el mejoramiento de procesos, se logró desarrollar un plan estructurado que abordó de manera efectiva las deficiencias identificadas en el proceso productivo de Plastisander S.A.S.

El cumplimiento del primer objetivo específico, centrado en la identificación de deficiencias y oportunidades de mejora, se llevó a cabo mediante un diagnóstico exhaustivo del estado inicial de la empresa. Se destacó la carencia de un control real de la información, basando las decisiones en la experiencia sin registros históricos. El apoyo de informes generados, observaciones y entrevistas informales con los operarios permitió abordar estas deficiencias.

Para el segundo objetivo específico, que implicaba la toma de tiempos y la determinación de la capacidad real de la planta, se realizó un análisis detallado de cada subproceso. Esto garantizó la recopilación de datos esenciales para cumplir con dicho objetivo y además permitió conocer el número de rollos producidos en cada máquina por día quedando de la siguiente manera: para el subproceso de extrusión en la máquina Baja Pequeña una producción de 9,270229173 rollos por día, en la máquina Bimaq una producción de 28,26490714 rollos por día, en la máquina conocida como "La nueva" una producción de 11,68477948 rollos por día y en la máquina de polipropileno una producción de 24,41165689 rollos por día; en el subproceso de impresión en la impresora flexográfica una producción de 17,01286738 rollos por día; y en el subproceso de sellado en el equipo de sellado lateral con mesa una producción de 4,625580802 rollos por día, en el equipo de

sellado lateral sin mesa una producción de 5,661214917 rollos por día y en el equipo de sellado de fondo una producción de 7,505312859 rollos por día.

En cuanto al tercer objetivo específico, centrado en la mitigación de despilfarros y la mejora continua, se formuló e implementó un plan de mejoramiento en las fases de modernización y mediciones y controles. Se presentaron propuestas al comité directivo, destacando la metodología de las 5's, manuales de procedimientos y funciones, y la metodología SMED. Estas acciones no solo cumplieron con el objetivo de mitigar despilfarros, sino que también contribuyeron a fortalecer la cultura organizacional.

La cuarta fase de la metodología de Harrington, la modernización, se ejecutó con éxito, incluyendo la aplicación de la metodología de las 5's, la elaboración de manuales para abordar la ausencia de información, y la implementación de SMED para ajustar actividades internas y reducir tiempos improductivos. Tras la implementación de la metodología de 5's, cada una de las S presentó una mejora: para la primera S, conocida como Seiri o seleccionar, tuvo una mejora del 28,33%, para la segunda S conocida como Seiton u organizar, tuvo una mejora del 18,03%, para la tercera S conocida como Seiso o limpiar, tuvo una mejora del 24,14%, para la cuarta S conocida como Seiketsu o estandarizar, tuvo una mejora del 24,62% y para la quinta S conocida como Shitsuke o disciplina, tuvo una mejora del 29,51%.

La fase de mediciones y controles, correspondiente al cumplimiento del cuarto objetivo específico, se centró en desarrollar una herramienta de recolección de información y un sistema de

indicadores de gestión. Esto permitió tomar decisiones estratégicas informadas y asegurar la mejora continua del proceso.

El proyecto concluyó con la quinta fase de la metodología de Harrington, el mejoramiento continuo. En esta etapa, se realizó una comparación entre el estado inicial y actual de la empresa, demostrando mejoras sustanciales en el proceso productivo y en la empresa en su conjunto.

En resumen, la aplicación sistemática de las fases de Harrington no solo abordó deficiencias identificadas, sino que también cumplió con los objetivos específicos establecidos, destacando el impacto positivo en el proceso productivo de Plastisander S.A.S. y la consecución de mejoras significativas.

Recomendaciones

Una vez finalizado el proyecto y compartido los resultados, es fundamental para la empresa Plastisander S.A.S continuar con el uso de las herramientas de recolección de información, dado que se actualizó con respecto a las necesidades actuales del proceso y con el objetivo de que en un futuro sea posible estandarizar el proceso productivo. Por otro lado, es importante comprometerse con el uso de las plantillas y nuevas metodologías de recolección de información para los indicadores, puesto que de esto depende el éxito o fracaso a la hora de realizar tomas de decisiones. Es necesario aprovechar que la actualización de las plantillas permite una mejora en la comunicación entre subprocessos para la respectiva corrección de errores antes de llegar a la entrega del cliente.

Asimismo, se sugiere que se continúe con el compromiso para la implementación y monitoreo tanto del sistema de indicadores de gestión como de la metodología de las 5's, puesto que permiten conocer las fluctuaciones del comportamiento del proceso y actuar con respecto a ellas.

Por otro lado, teniendo en cuenta el estado del subproceso de impresión, se recomienda el apoyo de más personal, partiendo del hecho que es uno de los subprocesos que entrega productos de mayor rentabilidad a la empresa, sería pertinente que no hubiese tan solo un impresor por el riesgo que representa el que un subproceso tan rentable solo posea un operario.

También es importante para la empresa que la cultura organizacional continúe con la proyección hacia la mejora continua, en la que se minimicen las acciones correctivas y se presenten mayor número de acciones preventivas, tanto en la maquinaria como en el personal de la empresa.

Por último, es recomendable continuar con el desarrollo de proyectos en la empresa que permitan implementar mejoras en procesos como logística o la obtención de las materias primas, dado que son dos procesos misionales fundamentales con variables que influyen de manera significativa para el mejoramiento general de la empresa y de las cuales, como se mencionó anteriormente, deben permanecer en un flujo constante de comunicación capaz de evidenciar el trabajo en equipo y la trazabilidad a través de todos los procesos.

Referencias Bibliográficas

- Bello, D., Murrieta, F., & Cortes, C. (2020). *Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias*. Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas.
- Bueno, K. A. (2019). *Diseño e implementación de un plan de mejoramiento para el proceso productivo de la empresa Faprocol S.A.S*. Bucaramanga.
- Buitrago, C. (2014). *Diagramas de procesos: Normas para su elaboración* [Diapositivas]. IPRED, Bucaramanga, Santander, Colombia. tic.uis.edu.co.
https://tic.uis.edu.co/users/ipred/repositorio/Empresarial/nivel4/gestionmetodosytiempos/Unidad_1/Documentos/Diagramas_de_procesos.pdf
- Caballero, R. (2023). *Estudio de Movimientos Diagrama Bimanual* [Diapositivas]. academia.utp.ac.pa. https://www.academia.utp.ac.pa/sites/default/files/docente/541/110_estudio_de_movimientos.pdf
- Carbonell, F. E. (2013). *Técnica SMED. Reducción del tiempo preparación*. 3C Tecnología, 2(2), 2. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4817582.pdf>
- Comfort Software Group. (s. f.). Cronómetro online - Reloj-Alarma.es. Reloj-Alarma.es. <https://reloj-alarma.es/cronometro/#>

Congreso de Colombia. (s.f.). *Cancilleria.gov.co*. Obtenido de https://www.cancilleria.gov.co/sites/default/files/Normograma/docs/ley_2232_2022.htm#:~:text=Ministerio%20de%20Relaciones%20Exteriores%20%2D%20Normograma,2232%20de%202022%20Congreso%20Nacional%5D&text=Por%20la%20cual%20se%20establecen,y%20se%20dictan%20otras%20disposiciones.

Correa Espinal, A., Gómez Montoya, R. A., & Botero Pérez, C. (2013). *La Ingeniería de Métodos y Tiempos como herramienta en la Cadena de Suministro*. *Revista Soluciones De Postgrado*, 4(8), 89–109. Recuperado a partir de <https://revistas.eia.edu.co/index.php/SDP/article/view/356>

Editorial La República S.A.S. (2021, 16 septiembre). La industria del plástico creció 22,2% frente a 2020 en el primer semestre. *Diario La República*. <https://www.larepublica.co/especiales/la-revolucion-del-plastico/la-industria-del-plastico-crecio-22-2-frente-a-2020-en-el-primer-semestre-3233461>

Flórez, M. I. (2019). *Mejoramiento del proceso productivo en la empresa Industrias AVM s.a.* Bucaramanga.

Guía para Diagramar y Formular la Descripción de Procedimientos Administrativos. (2011). En *ISSTECH*. Recuperado 16 de enero de 2023, de https://www.isstech.gob.mx/portal/pdf/marcoJuridico/Guia_para_Diagramar_y_Formular_la_Descripcion_de_Procedimientos_Administrativos.pdf

Harrington, H. J. (1993). Mejoramiento de los procesos de la empresa. En H. J. Harrington, *Mejoramiento de los procesos de la empresa* (págs. 23-25). México: Mc. Graw Hill Interamericana.

Impresora Flexo-Stack Serie PKF-4 / Serie PKF-6 | PRM-Taiwan B2B Marketplace. (s. f.).

<https://spanish.prm-taiwan.com/product/Flexo-Stack-Printing-Machine-PKF-4-Series-PKF-6-Series.html>

Lago, A. E., & Zúñiga, G. J. F. (2016). *INGENIERÍA INDUSTRIAL - Métodos y tiempos con manufactura ágil*. Alfaomega Grupo Editor.

León, J. A. (2018). *ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA LA EMPRESA PALMAS MONTERREY S.A.* Bucaramanga.

Márquez, R., & Moreno, S. (2016). *Ingeniería de Métodos: Sistemas de Tiempos Predeterminados* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

Meyers, F. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*.

Montgomery, D. C. (2014). *CONTROL ESTADISTICO DE LA CALIDAD* (3.^a ed.). Limusa / Wiley.

Mora, A. B., Tobar, J. L., & Soto, J. A. (2012). *Comparación y análisis de algunos sistemas de control de la producción tipo pull, mediante simulación*. Pereira: *Scientia et Technica* No 51: 100-106

Oficina Internacional del Trabajo Ginebra. (2006). *Introducción al estudio del trabajo*.

Ortega, G. P. & Camargo, A. M. S. (2004). Propuesta metodológica para el mejoramiento de procesos utilizando el enfoque Harrington y la Norma ISO 9004. *Revista Universidad EAFIT*, 41(139), 46-

56. <https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-universidad-eafit/articulo/propuesta-metodologica-para-el-mejoramiento-de-procesos-utilizando-el-enfoque-harrington-y-la-norma-iso-9004>

Ortiz, N. R. (2014). *Técnicas Básicas para el Análisis y Mejoramiento de la Productividad en Procesos de Manufactura*.

Ortiz, P., & Raúl, N. (1999). *Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa*. Publicaciones UIS.

Riofrío, J. & Antonio, M. (2016). El método de las 5s: su aplicación. *Res non verba (Guayaquil)*, 7(1), 167-179.

Rivero, H. M. (05 de 2018). *ResearchGate*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/324991460_Matriz_FODA_herramienta_para_la_estrategia_Dra_Magda_Rivero_mayo_2018

SING SIANG MACHINERY CO., LTD. | PRM-Taiwan B2B Marketplace. (s. f.). <https://www.prm-taiwan.com/com/sing-siang.html>

Sira, S., (2011). *Aplicación tecnológica del Diagrama Hombre-Máquinas*. *Revista INGENIERÍA UC*, 18(3), 17-28.

Socconini, L. (2018). *Lean Manufacturing: Paso a paso (Spanish Edition)* (1.). Custom Univeral ISBN.

Tejada Díaz, N. L., Gisbert Soler, V., & Pérez Molina, A. I. (2017). METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE TIEMPO Y MOVIMIENTO; INTRODUCCIÓN AL GSD. *3C Empresa: Investigación y pensamiento crítico*, 6(5), 39-49. <https://doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.39-49>

Torres, B. E. (2023). Diagrama de operaciones de proceso. *Optimiza el método de trabajo*. Sonora, Estado Libre y Soberano de Sonora, México.