

**Propuesta de mejora de la productividad para la línea de envase de
silicona de autos en la empresa Productos Floresta S.A.S**



Autores

**Leidy Carolina Hernández Pérez
Jonathan Stiven Luis Otálora**

Tutor

Mariluz Osorio Quiceno

Universidad El Bosque

Especialización en Gerencia de Producción y Productividad

Bogotá, Colombia

2023

Contenido

Resumen	¡Error! Marcador no definido.
Introducción.....	6
1. Formulación del proyecto.....	7
1.1 Problema de investigación	7
1.1.1. Descripción.....	7
1.1.2. Planteamiento.....	8
1.2 Justificación	8
1.3 Objetivos.....	9
1.3.1. Objetivo General	9
1.3.2. Objetivos específicos.....	9
1.4 Metodología.....	9
1.4.1 Análisis del estado actual de la línea de envasado objetivo 1.....	10
1.4.2 Propuestas de mejora para incrementar la productividad operativa de la línea de envasado.....	11
1.4.3 Evaluación del impacto y la factibilidad de las propuestas generadas.....	11
1.4 Alcances y resultados.....	12
2 Marco de referencia	13
2.1 Antecedentes	13
2.2 Marco teórico	16
3. Desarrollo de objetivos.....	25
3.1 Objetivo 1	25
3.2 Objetivo 2.....	37
3.3 Objetivo 3.....	49
4. Conclusiones.....	53
5. Referencias	55

Índice de tablas

Tabla 1. Resumen de metodología Fuente: Elaboración propia.	10
Tabla 2. Calificación de las mudas identificadas por el personal operativo. Fuente: Elaboración propia.	29
Tabla 3. Análisis de los datos. Fuente: Elaboración propia.	29
Tabla 4. Relación del diagrama de hilos. Fuente: Elaboración propia.	31
<i>Tabla 5. Actividades y tiempos de las referencias. Fuente: Elaboración propia.</i>	33
<i>Tabla 6. Datos de análisis según teoría del despilfarro. Fuente: Elaboración propia.</i>	34
<i>Tabla 7. Coeficientes de tiempos según teoría de despilfarro. Fuente: Elaboración propia.</i>	35
<i>Tabla 8. Análisis de problemas identificados. Fuente: Elaboración propia.</i>	36
<i>Tabla 9. Análisis inicial de propuestas de mejora. Fuente: Elaboración propia.</i>	45
<i>Tabla 10. Análisis de costos Ref. 160ml. Fuente: Elaboración propia.</i>	45
<i>Tabla 11. Análisis de costos 350m. Fuente: Elaboración propia.</i>	46
<i>Tabla 12. Costos propuesta A. Fuente: Elaboración propia.</i>	48
<i>Tabla 13. Costos propuesta B. Fuente: Elaboración propia.</i>	49
<i>Tabla 14. Análisis tiempo de operación. Fuente: Elaboración propia.</i>	49
<i>Tabla 15. Análisis costos actuales. Fuente: Elaboración propia.</i>	50
<i>Tabla 16. Análisis costos propuesta A. Fuente: Elaboración propia.</i>	50
<i>Tabla 17. Análisis costos propuesta B. Fuente: Elaboración propia.</i>	50
<i>Tabla 18. Total, tiempos de proceso por mes. Fuente: Elaboración propia.</i>	51
<i>Tabla 19. Retorno de inversión de las propuestas. Fuente: Elaboración propia.</i>	51
<i>Tabla 20. Escalas de calificación. Fuente: Elaboración propia.</i>	52
<i>Tabla 21. Evaluación de aspectos de propuestas. Fuente: Elaboración propia.</i>	52
<i>Tabla 22. Resultados de evaluación. Fuente: Elaboración propia.</i>	52

Índice de Figuras

Figura 1. Cómo aplicar la teoría de indicación de tiempo de despilfarro. Fuente: Elaboración propia.	18
Figura 2. División del tiempo en sus causas más significantes. Fuente: Elaboración propia. Con base en (Cruelles, 2018).	19
Figura 3. Actuación sobre el tiempo estándar de la tarea. Fuente: Elaboración propia. con base en (Cruelles, 2018).	20
Figura 4. Los tres pilares de la productividad. Fuente: Elaboración propia. con base en (Cruelles, 2018).	21
<i>Figura 5. Metodología de las 5 eses tres pilares de la productividad. Fuente: Santiago (2018)</i>	23
<i>Figura 6. Diagrama de flujo de proceso en bizagi.. Fuente: Elaboración propia. Autores con base en datos de la empresa floresta s.a.s (2023)</i>	25
<i>Figura 7. Proceso identificación de Mudas. Fuente Elaboración propia.</i>	26
<i>Figura 8. Aplicación de Cuestionario. Fuente Elaboración propia.</i>	26
<i>Figura 9. Representación gráfica de las Mudas. Fuente Elaboración propia.</i>	30
<i>Figura 10. Diagrama de Hilos. Fuente: Elaboración propia.</i>	31
<i>Figura 11. Diagrama de Ishikawa del proceso de envase de la silicona. Fuente Elaboración propia.</i>	32
<i>Figura 12. Diagrama de actividades. Fuente Elaboración propia.</i>	33
<i>Figura 13. Análisis grafico de los coeficientes del tiempo de despilfarro .Fuente Elaboración propia.</i>	35
<i>Figura 14. Diagrama de Pareto. Fuente Elaboración propia.</i>	36
<i>Figura 15. Capacitación de 5 eses y Lean Manufacturing . Fuente Elaboración propia.</i>	38
<i>Figura 16. Embalaje actual del material de envase. Fuente Elaboración propia.</i>	39
<i>Figura 17. Panoplias de Calidad. Fuente Elaboración propia.</i>	43

Resumen

En el documento que se expone a continuación se presenta estrategias y herramientas de mejora para el incremento de la productividad expresada en cantidades/minuto de la referencias 160ml y 350ml de la silicona para autos de la empresa productos floresta S.A.S, con el primer objetivo específico se analiza el estado del proceso actual implementado diversas técnicas de análisis como, identificación de las *mudas*, diagrama *Ishikawa*, histogramas (paretos), y diagrama de flujo que permitieron identificar el punto de partida para determinar que estrategias proponer para cumplir con el objetivo general. Luego del análisis inicial se evidenció que las esperas o demoras en el proceso más comunes o que se lograron identificar por las diferentes técnicas fueron los retrasos en la entrega de materiales, el movimiento repetitivo por escasez de material en la operación, la subjetividad del proceso de calidad, demoras en la disponibilidad del material por inconsistencias en la forma de hacer la requisición y sobre procesos innecesarios en el final de la línea, el retorno de la inversión de la máquina etiquetadora que se propone es de una aproximado de 5 años la mano de obra que se recupera permite aumentar la productividad en otras líneas de envasado; también se encontró que las propuestas realizadas al final del objetivo 2 podrían reducir en un 36% aproximadamente los tiempos totales de la operación.

Palabras clave

Siliconas para autos, técnicas de mejora, procesos y productividad.

Introducción

Se determina el alcance en una línea productiva desde su etapa inicial, alistamiento de material, hasta su etapa final, entrega de producto terminado a la bodega de almacenamiento y luego se evalúa su productividad actual, la cantidad de unidades producidas, los costos asociados a la fabricación y *mudas* presentes en la línea, encontrando así, las oportunidades de mejora para cumplir con el objetivo general propuesto.

En el primer capítulo del documento se detalla la identificación del problema de investigación en donde se describe detalladamente el entorno en el que se va a desarrollar el proyecto, cómo se compone y estructura la línea de trabajo mediante un diagrama de flujo y qué problema se encontró y se encuentran a lo largo de la línea de proceso. En esta misma parte también se encuentra el porqué del proyecto y se definen los objetivos tanto general como específicos, que son los que dan los lineamientos de los resultados que se desean obtener con el planteamiento y ejecución del proyecto, cómo va a ser la metodología que se aplicará a la implementación del proyecto y la posible solución de la problemática anteriormente planteada, se delimitan a su vez los alcances del proyecto y también los resultados deseados con la materialización de la mejora en el proceso productivo seleccionado.

Más adelante, en el capítulo 2 se describe el contexto actual del sector en el que se mueve el producto al cuál se le va a implementar la mejora, y las posibles metodologías que se pueden implementar para realizar la mejora de la productividad que se desea en la línea de trabajo y cuál se ajusta más a las fallas descubiertas en análisis previos directamente en la fábrica y durante el desarrollo del trabajo.

Por consiguiente, en el tercer capítulo se describe cómo se desarrollaron cada uno de los objetivos específicos anteriormente planteados y si se cumplió con los resultados que se plantearon obtener al inicio de la elaboración del proyecto y de ser posible, se plasman de manera cuantitativa y cualitativa los resultados obtenidos de la implementación del proyecto para cada uno de los objetivos.

En la parte final del documento se describen las conclusiones que se lograron inferir del desarrollo del proyecto y las recomendaciones que se le hacen a la parte técnica y directiva de la fábrica para que puedan ser implementadas en otro momento o le puedan hacer seguimiento a la mejora que se logró implementar durante la ejecución del mismo.

1. Formulación del proyecto

1.1 Problema de investigación

En el ítem 1.1 se va a enfatizar la identificación del problema de investigación, pasando por una identificación de la problemática, y la descripción de dicha problemática en el ámbito que se evalúa.

La manufactura automotriz es un sector que viene en crecimiento en el país, un 33% más en el 2021 con respecto al 2020, y se espera que para los periodos de entre el 2022 y el 2025 las ventas se incrementen en 4% anual; esto ligado al crecimiento del parque automotor y con énfasis en los automóviles de uso familiar y de turismo (41% del crecimiento total). Este panorama propone no solo el crecimiento del mercado automotor sino también de los mercados emergentes asociados como lo son repuestos, servicios de aseguramiento, servicios de lujo y mantenimiento, y por ende el crecimiento de la demanda de productos para el cuidado, embellecimiento y mantenimiento de este sector (Ministerio De Comercio, 2023).

Productos Floresta S.A.S es una empresa industrial colombiana y manufacturera dedicada a la producción y comercialización de productos para el cuidado del calzado, el sector automotriz y el cuidado del hogar, mercado que tiene una participación del 12,1% del producto interno bruto (Acoplásticos, 2014). Por lo anterior la empresa Productos Floresta S.A.S. tiene oportunidades de crecimiento dentro de la industria colombiana para los productos del sector automotriz donde tiene experiencia y trayectoria.

1.1.1. Descripción.

La empresa Productos Florestas S.A.S es una empresa colombiana con más de 30 años de experiencia en la elaboración, venta y distribución de productos para aseo y el mantenimiento del hogar, productos del sector comercial y productos del sector automotriz. La Empresa cuenta con un aproximado de 70 colaboradores de diferentes áreas entre las que se incluyen servicio al cliente, ventas, producción, logística, seguridad industrial, calidad y compras. Cuenta con una planta de producción en Madrid Cundinamarca y su alcance de ventas es a nivel nacional (Floresta, 2023).

En dicha planta, se cuenta con alrededor de 7 líneas de trabajo que se distribuyen de la siguiente manera: 3 líneas dedicadas al envasado y acondicionamiento de betunes en pasta, una correspondiente a los betunes líquidos, una para productos de crema y pasta, otra para los productos líquidos no mencionados (ceras, siliconas para autos, lustra muebles y bálsamos) y la última corresponde al varsol. La silicona para autos tiene una participación en la parte productiva del 40%; y es uno de los productos de mejor rentabilidad en la compañía con un porcentaje de participación en las ventas de un 30 % aproximadamente, lo que hace del rendimiento operativo

de esta referencia un factor clave para los resultados de la compañía tanto en su impacto en el cumplimiento a los clientes como en la generación de utilidad (Floresta, 2023).

La línea de envasado de silicona para autos presenta oportunidades de mejora para la compañía por las demoras presentadas en su funcionamiento y las fallas de calidad detectadas en el producto terminado. Algunas de las demoras y defectos que se identifican por parte de la jefatura de planta, la dirección técnica y los operadores son:

- Los materiales de envase son de difícil acceso al momento de realizar el envasado, lo que lleva a tener tiempos de parada de la máquina para traer ese material requerido.
- El proceso de etiquetado presenta fallas constantes y es un proceso lento con respecto al previo llenado de los envases, lo cual conlleva a paradas en la maquinaria.
- Las liberaciones de las mezclas previas al envasado presentan muestreos adicionales y tiempos fuera de los esperados.
- Cambio de referencias en un mismo turno que generan retrasos y tiempos muertos.
- Se presenta rotación del personal operativo.

Todas las líneas operativas de la compañía trabajan de 7 am a 5:30 pm de lunes a viernes, la compañía se divide en dos áreas de proceso un área de preparación y un área de envasado, donde de las 7 líneas totales de envasado de la compañía mencionadas con anterioridad una de ellas se dedica únicamente al acondicionamiento de la silicona para autos. Esta última línea emplea un mínimo de 6 personas para su funcionamiento (hasta 9 personas en proceso) y su capacidad depende de la disponibilidad del personal operativo en el momento del envasado. En específico la línea de envasado de silicona para autos se encuentra actualmente con un rendimiento de 1750+-250 unidades por lote de fabricación desde la colocación de envases en las líneas, pasando por el llenado de producto, colocación de válvula, torque de válvula, etiquetado de producto y acondicionamiento final de 24 unidades por caja (Floresta, 2023).

1.1.2. Planteamiento.

¿Cómo incrementar la productividad en la línea de envasado de silicona para autos de la compañía Productos Floresta S.A.S?

1.2 Justificación

El sector automotriz (Ministerio de Comercio, 2023). Muestra un crecimiento constante en el país proyectado en un crecimiento del 8% al 2025 para este sector, los mercados asociados a la línea automotriz presentan oportunidad para suplir esa demanda creciente en el país lo cual fundamenta el objetivo de mejorar la línea de producción de envasado de silicona para autos en la empresa Productos Floresta S.A.S. El proceso actual del envasado y acondicionamiento de la silicona para autos se ejecuta de la misma manera desde hace aproximadamente 10 años en la

empresa, haciendo modificaciones que no han repercutido en el incremento de la eficiencia, y esto se ha dado a que no se han analizado a fondo retrasos en la operación como disponibilidad completa de material de envase en la línea de trabajo, embotellamiento en el procesos de llenado, subjetividad en la liberación de producto terminado y fallas dentro de la línea de trabajo que afectan la productividad de la misma. Para cumplir con el objetivo se recurre a las habilidades y conocimientos aprendidos a lo largo de la especialización Gerencia de producción y productividad de la Universidad El Bosque, y de la experiencia de los autores en la industria, aplicados en este caso de estudio crítico para la compañía, por lo cual el presente trabajo además de aportar una solución aplicable y rentable que se podrá verificar y medir con los resultados obtenidos para el desarrollo y fortalecimiento de la Productos Floresta S.A.S en su línea de producción silicona para autos, permite a los autores el poder aplicar el conocimiento adquiridos a lo largo del periodo de aprendizaje.

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar una propuesta que permita mejorar el proceso de la línea de envase de silicona de autos para la compañía Productos Floresta S.A.S con el fin de incrementar su productividad en unidades por tiempo.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Analizar la situación actual del proceso manufacturero de la línea de envasado de silicona enfatizando en recolectar la información crítica a controlar y mejorar, que estén afectando la productividad.
2. Proponer estrategias de mejora que incluyan una herramienta cualitativa o cuantitativa que permitan visualizar un incremento en la productividad y promuevan la ejecución de acciones de mejora e indirectamente corrijan la calidad del producto.
3. Evaluar la materialización de las estrategias de mejora y la técnica de medición en la productividad en unidades por tiempo, de la línea de envasado de siliconas para autos por medio de análisis cuantitativos y cualitativos.

1.4 Metodología

Para este capítulo se detalla la metodología a realizar para alcanzar los objetivos propuestos, realizando actividades puntuales que satisfagan los objetivos específicos, y que a su vez llevan a una correcta propuesta para la empresa Productos Floresta S.A.S; esta investigación es mixta y se siguen los pasos del ciclo PHVA.

Objetivo específico	Propuesta	Actividades
Analizar la situación actual del proceso manufacturero de la línea de envasado de silicona enfatizando en recolectar la información crítica a controlar y mejorar, que estén afectando la productividad	Diagrama de flujo actual Diagnóstico cualitativo Excel (mudas) Espina de pescado Excel Análisis de tiempos (teoría de despilfarro) Histogramas (Diagrama Pareto) Información actual del ERP	Elaboración de diagramas e identificación del proceso mediante flujos Identificación de problemas por medio de diferentes herramientas
Proponer estrategias de mejora que incluyan una herramienta cualitativa o cuantitativa que permitan visualizar un incremento en la productividad y promuevan la ejecución de acciones de mejora e indirectamente corrijan la calidad del producto.	Herramientas de mejora como las 5's Etiquetadora automática Tapadora automática de dosificadores spray Dosificación de atomizadores Indicadores	Evaluar de qué manera se pueden implementar las 5'S Diseñar unas propuestas semiautomáticas
Evaluar el impacto de la materialización de las estrategias de mejora y la herramienta de medición en la productividad de la línea de envasado de siliconas para autos por medio de análisis cuantitativos y cualitativos.	Análisis de costos y reducción de tiempos de las propuestas generadas Retorno de la inversión de lo presupuestado	Contracción de costos y reducción en tiempos de la misma operación. Viabilidades de la ejecución de una u otra propuesta.

Tabla 1. Resumen de metodología Fuente: Elaboración propia.

1.4.1 Análisis del estado actual de la línea de envasado objetivo 1.

En esta fase se buscará caracterizar de manera general el estado en el que la compañía está operando la línea de envasado. Para ello se identificarán las actividades que se llevan a cabo en el proceso, los elementos involucrados en la operación (personal, servicios, materias primas, materiales de envase), las diferentes *mudas* que se están presentando en la línea, los tiempos que están tomando las actividades involucradas por medio de un análisis propuesto por la teoría de despilfarro, las capacidades actuales del proceso y los costos asociados que se tienen actualmente en la operación (Espinosa et al., 2022).

Se quiere hacer por medio de entrevistas al personal involucrado en la operación para obtener una radiografía del proceso junto con la información que se logre recopilar de los procedimientos, instructivos o formatos (si se manejan), recolectar los tiempos y movimientos que se tienen actualmente en la línea de trabajo por medio de la teoría de despilfarro para determinar retrasos importantes, inspeccionar los costos asociados a estos tiempos para revisar en cuanto se están viendo afectados, analizar por medio de un diagnóstico cualitativo si algunas de las *mudas* están proporcionando algún retraso en la

operación, revisar cómo se está analizando el proceso y si los indicadores establecidos son suficientes, hacer una evaluación de las *mudas* y verificar por medio de datos cuantitativos y cualitativos cuales se deben atacar.

Se quiere hacer por medio de entrevistas al personal involucrado en la operación para obtener una radiografía del proceso junto con la información que se logre recopilar de los procedimientos, instructivos o formatos (si se manejan), recolectar los tiempos y movimientos que para realizar estas actividades se tendrá apoyo de lo siguiente:

- Diagrama de flujo actual
- Diagnóstico cualitativo Excel (mudas)
- Espina de pescado Excel
- Análisis de tiempos (teoría de despilfarro)
- Histogramas (Diagrama Pareto)
- Información actual del ERP

1.4.2 Propuestas de mejora para incrementar la productividad operativa de la línea de envasado.

Una vez identificada la forma en que la compañía se encuentra operando detallando sus variables, sus elementos y los requerimientos a mejorar en productividad, se buscará para esta fase el mejoramiento de las variables de proceso priorizando las oportunidades de mejora con mayor criticidad (detalladas previamente). Para la formulación de propuestas se tendrán en cuenta aspectos como: implementación de herramientas de mejora continua, basadas en las estudiadas por espinoza, detalle de la capacidad necesaria para la propuesta, los recursos requeridos e indicadores para el proceso (Espinoza et al., 2022).

Para esta fase se realizarán las siguientes actividades para cada propuesta:

- Herramientas de mejora como las 5's
- Etiquetadora automática
- Tapadora automática de dosificadores spray
- Dosificación de atomizadores
- Indicadores

1.4.3 Evaluación del impacto y la factibilidad de las propuestas generadas

Para esta fase final se buscará evaluar la propuesta que permita la mejora de las variables de estudio y que tenga mejor aplicabilidad en la compañía, esto basado en un método comparativo con los datos obtenidos a lo largo del estudio. El método comparativo permitirá la evaluación de la propuesta con respecto a su impacto en la productividad, su grado de aplicación, su rentabilidad, la implementación de mejora continua y la posibilidad de ampliar variables de trabajo ante una posible expansión de la compañía (Espinoza *et al.*, 2022).

1.4 Alcances y resultados

Este proyecto pretende entregar a la empresa Productos Floresta S.A.S una propuesta técnica, aplicable y factible que logre superar los retos que presenta en la actualidad la compañía en la línea de envasado del producto silicona para autos, esto aplicando conceptos que son aprendidos a lo largo de la especialización y que pueden verse reflejados en la metodología a utilizar para el diseño de la propuesta (Espinosa *et al.*, 2022).

La propuesta se divide en 3 fases asociadas a los objetivos específicos detallados en la parte superior del documento, la primera fase busca el análisis actual de la compañía enfocando la línea de envasado de silicona para autos dirigido al primer objetivo estratégico. La segunda fase en donde se presentan herramientas para la mejora de la productividad en la línea de envasado esto asociado al segundo objetivo estratégico y finalmente, la tercera fase que presenta la evaluación de las propuestas generadas con el objetivo de encontrar la mejor de las alternativas que va directamente relacionado al tercer objetivo estratégico (Espinosa *et al.*, 2022).

La propuesta busca ser aplicable en la línea de envasado de silicona para autos en la empresa Productos Floresta S.A.S en la ciudad de Madrid, Cundinamarca en los tiempos que la empresa vea factible su aplicabilidad una vez se entrega la propuesta; propuesta que se desarrolla conforme el calendario establecido por la Universidad El Bosque para el programa de especialización en Gerencia de producción y productividad en el 2023.

Este proyecto pretende entregar a la empresa Productos Floresta S.A.S una propuesta técnica, aplicable y factible que logre superar los retos que presenta en la actualidad la compañía en la línea de envasado del producto silicona para autos, esto aplicando conceptos que son aprendidos a lo largo de la especialización y que pueden verse reflejados en la metodología a utilizar para el diseño de la propuesta (Espinosa *et al.*, 2022).

La propuesta se divide en 3 fases asociadas a los objetivos específicos detallados en la parte superior del documento, la primera fase busca el análisis actual de la compañía enfocando la línea de envasado de silicona para autos dirigido al primer objetivo estratégico. La segunda fase en donde se presentan herramientas para la mejora de la productividad en la línea de envasado esto asociado al segundo objetivo estratégico y finalmente, la tercera fase que presenta la evaluación de las propuestas generadas con el objetivo de encontrar la mejor de las alternativas que va directamente relacionado al tercer objetivo estratégico (Espinosa *et al.*, 2022).

2 Marco de referencia

2.1 Antecedentes

Las 5'S es una herramienta de mejora continua que aplico López (2020) en su documento que tiene por título: Las 5S' herramienta innovadora para la mejora de la productividad e implementó, con el fin de evaluar si era posible incrementar la productividad en la bodega de almacén de una compañía bananera ubicada en la región de Piura en Perú, para hacer dicha implementación, el autor aplico un muestreo probabilístico simple para poder escoger al azar el muestreo de estudio, que correspondió aproximadamente a un 55% del total de la población. A este grupo de colaboradores se les realizaron encuestas, se les aplicaron cuestionarios, se diligenciaron fichas de observación, y guías de análisis documental dichas técnicas ayudaron hacer un análisis de la implementación, antes de la aplicación de dicha metodología el pre test, arrojó un resultado de 1.96. En el indicador de productividad y post test de 4.19; la diferencia fue de 2.23 lo que muestra un aumento porcentual del 113% (López, 2020).

Escalante (2021) diseñó e efectuó un modelo de balance de línea para una empresa de procesamiento de vidrio templado, con el objetivo de mostrar la manera en la que su implementación dentro de la organización estudiada en el proyecto incrementaría la productividad. El modelo allí analizado estaba basado en 5 pasos que conciernen a la teoría de restricciones (TOC), que consistió en identificar la restricción, explorar la restricción imponer todo a la restricción, aumentar la restricción y verificar si hay una nueva restricción. Tan pronto se logró la identificación de la restricción, se intervino con la implementación de medidas de mejora tales como: la detención y eliminación de *mudas*, e implementación de la metodología de las 5'S hasta lograr una capacidad productiva acorde con la demanda. Los resultados obtenidos y la demostración de la hipótesis planteada permitieron determinar que, si hubo una mejora en la productividad dado que al ejecutar las acciones de mejora anteriormente descritas les fue posible aprovechar de mejor manera los recursos del área y obtener una capacidad mayor de procesamiento y en consecuencia a esto, lograron disminuir los costos de producción (Escalante, 2021).

El crecimiento del consumo de un material en específico para procesar el arroz, obliga a precisar y buscar alternativas que se relacionen en pro a la mejora continua y a incrementar la velocidad en los procesos productivos. El método *Kanban* tiene como objetivo la disminución de los desperdicios, reducción de cuellos de botella y aumento en la eficacia de distintas actividades que se desempeñan en este caso en los departamentos de las arroceras, las planificaciones previas establecidas en los diversos departamentos conllevan a una ejecución ordenada y clave que ayudo a organizar la ejecución de las actividades, dándoles un orden y un tiempo determinado de elaboración y llegada dependiendo de su necesidad (Verdugo, 2022).

En el trabajo investigativo que se desarrolló en la empresa Autocarpet, Estrada & Restrepo (2019) realizaron un diagnóstico por medio de herramientas de ingeniería como lo son los diagramas de flujo de proceso y recorrido, muestreo de trabajo y estudios de tiempos y

movimientos que les ayudaron a identificar diferentes factores que está interviniendo de manera negativa el proceso de producción como lo son demoras, cuellos de botella y actividades improductivas que son realizadas por los operarios, una vez identificadas desarrollaron diversas propuestas en los procesos, en el mantenimiento autónomo, entre otras que permitieron que la compañía aumentara su productividad en un 20,68% (Estrada & Restrepo, 2019) permitiendo así desarrollar un gran número de productos en la menor cantidad de tiempo posible, también lograron determinar que tales propuestas les otorgaron beneficios en los costos de la producción haciendo que utilicen de manera adecuada los recursos (Estrada & Restrepo, 2019).

La mejora de la productividad es una constante preocupación de todas las empresas de manufactura; la tesis de Ruiz , tiene como objetivo principal optimar la productividad en el área de producción de una empresa dedicada a la elaboración de arroz como ejercicio principal utilizando para esto el estudio de métodos de trabajo principalmente en el proceso de llenado de la tolva, en este proyecto iniciaron con la recopilación de datos de la distribución actual del almacén y luego con dicha información procedieron a elaborar una propuesta que minimizara las distancias y tiempos recorridos para entrega de materiales, el análisis de la operación actual les permitió diseñar una alternativa de equipo que facilite el trabajo del personal de las líneas y que el tiempo de llenado de tolva se vea reducido.

Lo primero que hicieron fue levantar los tiempos estándar que se obtendrían al aplicar la propuesta de mejora expuesta por el autor y regularon el tiempo de limpieza que estaba constituido de manera subjetiva con la medición del tiempo real que se gastaban en dicha tarea por ende también se buscaba consolidar esta tarea y disminuir los tiempos dedicados a la misma. Al momento de analizar el método propuesto junto con el que tenían actualmente por medio de diagramas y análisis cuantitativos, se pudieron dar cuenta que con la propuesta de mejora implementada en el proceso seleccionado y con las condiciones que esta misma demanda, lograron incrementar en 1,90% la productividad en el área de producción (Ruiz, 2016).

En algunos documentos se muestra el mantenimiento productivo total TPM como una filosofía para mejorar la gestión del mantenimiento en las plantas industriales, mejoras en procesos de producción debido a que los descuidos de máquinas principales generan grandes sobrecostos al momento de atender problemas de la máquina en imprevistos y parar la máquina por tiempos significativos para el proceso. Con la implementación de TPM se consigue optimizar los procesos de mantenimiento para una empresa de telares (Bachiller *et al.*, 2017) realizando una mejora económica en el gasto de mantenimiento e instalaciones de maquinaria para lograr obtener la cantidad y calidad deseada de la producción. Al tomar las medidas del TPM lograron mejoras de mantenimiento de telares, sobre todo en anticipar desperfectos, se redujeron las paradas intempestivas de maquinaria al tener más cuidado tomando las medidas que propone la filosofía de esta metodología, aunque el tiempo para ver resultados es mucho más extenso, se ayudaron de los colaboradores para implementar los cambios necesarios en las rutinas y formas de trabajo

obsoletas, todo esto lo lograron con la identificación de diversas fallas adultas, tardías y tempranas que permitieron vislumbrar la base en la que se encontraba el proceso productivo en cuanto a mantenimiento (Bachiller et al., 2017).

Por otro lado, se encuentra también la aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la capacidad productiva en una compañía de confección Sartorial, al aplicar el paso a seguir de esta metodología pasaron de una actividad sin control a poder controlar los métodos de confección allí establecidos, lograron estandarizar los trabajos de los sastres con ayuda de diagramas de flujo, diagramas de recorrido y diagramas de operaciones. Por medio del diseño de métodos, identificaron 137 actividades en las cuales aplicaron el estudio de tiempos y lograron descomponer dichas actividades en elementos a estos elementos procedieron a calcular la duración de la actividad y obtuvieron un tiempo estándar de 306.86 minutos (Vásquez, 2017) Seguida a esta implementación lograron obtener datos de la capacidad por mes de producto a obtener y concluyeron que la capacidad de producción de la organización de confección sartorial del estudio, se mejora en un 27% y a su vez la producción incrementa en un 21% en relación al año inmediatamente anterior (Vásquez, 2017).

En el documento de metodología para la mitigación de tiempos muertos en procesos de *outsourcing* (Pinilla, 2019) utilizan la teoría del despilfarro para analizar los fallos que hacen que se tengan incrementos en los tiempos muertos en actividades de cargue, errores en la proyección de la información, en posibles fallos del mantenimiento de las máquinas y equipos, prolongación de tiempos innecesarios por parte del personal operativo, obstáculos o limitaciones en el proceso, problemas de calidad, insuficiencia de método o mal enfoque de proceso. Todo esto provoca que las actividades de la operación se ejecuten, pero con un alto volumen de despilfarro. En este trabajo la aplicación de la teoría del despilfarro permitió establecer una metodología de medición del despilfarro en procesos de *outsourcing* y así cuantificar potencial de mejora, se pudo estructurar un cuadro de indicadores en función de las fallas y posibles causas para poder mitigarlas, se pudieron crear sistemas visuales como mapas de despilfarro para hacer una radiografía del proceso, se lograron identificar mejoras potenciales al aplicar una metodología de diagnóstico de la productividad basada en la medición del despilfarro (Pinilla, 2019).

Análisis del sector

Con el sector automotriz de Colombia en los últimos años ha registrado un incremento en las ventas del 33% aproximadamente (Ministerio de Comercio, 2023) abriendo oportunidades de negocio y mercado a todas las empresas manufactureras dedicadas a diseñar productos para el cuidado automotriz. El gobierno colombiano ha desarrollado diversos programas como el de transformación productiva para lograr el desarrollo de sectores productivos y que se conviertan en sectores de clase mundial (Ariza et al., 2015), entre estos se encuentran el sector manufacturero dedicado a la elaboración y comercialización de productos de aseo e higiene doméstica. Según lo

descrito con anterioridad hay un importante crecimiento en las ventas de los productos de esta categoría casi que proporcional al crecimiento de estos mismos en el sector automovilístico.

Por otro lado, se evalúa el crecimiento de la industria de aseo en Colombia para analizar la importancia que tiene, la innovación, productividad y comercialización de este tipo de empresas en el país. Gracias a la ubicación estratégica y geográfica del país tanto en diversidad biológica y habilidades del comercio exterior y algunos programas del gobierno que están en pro de incentivar la inversión extranjera, grandes multinacionales del sector de cosméticos y aseo han sido atraídas a operar en el país. En Colombia esta industria se caracteriza por siempre estar en crecimiento y se encuentra compuesta por aproximadamente 1000 empresas heterogéneas relacionadas a su tamaño. Alrededor de 300 de ellas pertenecen al sector de cosméticos y 700 a las de aseo y absorbentes. A pesar de que las empresas nacionales en cuanto a industrias están por encima de las de capital extranjero, éstas últimas tienen más participación en las ventas totales, de hecho, las compañías del exterior de cosméticos y aseo representan el 12% del mercado total en número de compañías en Colombia, pero su participación en las ventas representa el 74% del total de ventas en el sector (Samper & Heshuslus, 2010).

Por otro lado, Euro monitor Internacional estima que las ventas en el mundo de productos de limpieza como jabones tuvieron un crecimiento aproximado de 11,1% en el 2020 y en Colombia estas perspectivas calculan un incremento anual mayor al 7% durante el periodo del 2020 al 2024, este escenario se convierte en una gran oportunidad para apostarle al sector colombiano, debido a que desde varios años atrás el país se ha posicionado como un centro de producción regional de productos de aseo, conociéndose como destino ideal para aquellos inversionistas extranjeros que buscan expandir sus negocios (Procolombia, 2020).

Por lo anterior se concluye que incursionando en mejoras que porten el crecimiento de este sector de Colombia se puede seguir posicionando la industria a nivel internacional con metodologías innovadoras enfocadas a la industria de este sector mejorando los procesos productivos desde su raíz hasta su etapa final minimizando costes de fabricación y atrayendo a su vez inversión extranjera para la evolución del sector económico colombiano.

2.2 Marco teórico

Es importante revisar conceptos como productividad y análisis de improductividad, herramientas de mejora como el *Kanban*, entre otras que permitan darle solución a la problemática que se desarrolla en el siguiente documento.

La competitividad es una expresión que tiene varias variables, una organización puede ser capaz de competir por diversas razones:

- Tener bajos costos en la manufactura y materias primas
- Lograr una cercanía importante con los clientes para reducir costos de distribución
- Acortar los plazos de entrega
- Resaltar en la calidad de los productos o servicios ofertados

- Innovar constantemente sus productos o proceso.
- Servicios posventa especializados
- Entre otros

Según Michael Porter, ser competitivo es estar diferenciado pero cada manera para poder lograrlo necesita una disciplina infinita, las empresas tienen que optar por algunas de las estrategias ya existentes para ser competitivos, especializarse y hacerse muy fuertes en esa línea (Cruelles, 2018).

Eficacia operativa se les denomina también a los bajos costes de manufactura según Michael Porter. Lo que quiere decir es que, si somos muy productivos haciendo algo que nadie quiere, va a ser imposible competir (Cruelles, 2018).

Un ciclo de fabricación es un conjunto de etapas a las que se somete un material o materiales desde la generación de una orden de fabricación hasta su entrega al cliente, ya sea interno o externo. Las tareas son unas unidades de trabajo compuestas por un operario o equipo de operarios o máquinas que se hace sobre un material o materiales si las tareas corresponden a procesos para la transformación del material son tareas de valor añadido y las tareas de no valor añadido son aquellas que no hacen cambiar el estado del material, por ejemplo, buscar herramientas para la ejecución de un proceso, almacenar, transportar o tareas que así cambien el estado de material lo hacen inútilmente (Cruelles, 2018).

Una operación corresponde a todos los movimientos que se deben realizar para ejecutar una tarea esta agrupación depende de la metodología que se utilice, si está, aporta transformaciones al material, se trata de una operación de valor añadido si por lo contrario esta operación no aporta a la transformación del material o lo hace de manera ineficiente se una operación de no valor añadido, como por ejemplo las actividades de desplazamiento de los operarios para ir a buscar un componente a tres metros de distancia o una reparación por un error recurrente (Cruelles, 2018).

Un método es una sucesión de acciones definidas para ejecutar una tarea definida. El tiempo estándar representa la duración necesaria para que un operario promedio calificado y capacitado para cierta actividad a un ritmo normal de trabajo, complete una tarea de acuerdo con el procedimiento establecido. Se calcula mediante la suma del tiempo asignado a cada uno de los elementos que conforman la tarea y que son interrumpidos por intervalos en tiempos de descanso y una proporción de actividades recurrentes, se registra en unidades de tiempo hombre y tiempo máquina.

El despilfarro hace referencia a todo lo que excede la cantidad mínima necesaria de equipos, materiales, piezas espacio y tiempo del trabajador que resultan completamente esenciales para agregar valor añadido al producto.

La cantidad mínima de tiempo necesaria o CMTN, es la suma de los mejores tiempos estándar de las actividades asociadas a los procesos de fabricación, todo tiempo estándar que se tarde en llevar a cabo por encima del CMTN es considerado como despilfarro (Cruelles, 2018).

Diagnóstico de la productividad

Para lograr incrementar el tiempo, es indispensable identificar dónde se consume innecesariamente, con ayuda de un desglose de actividades de una operación de valor añadido a raíz de ese análisis se puede abordar e indagar las posibles soluciones. Para ello es necesario identificar y conocer la teoría de la medición del despilfarro cuyo propósito es descomponer los elementos del tiempo utilizado en la fabricación, la figura 1 muestra gráficamente lo descrito con anterioridad. La primera separación de tiempo que se lleva a cabo es la siguiente Cruelles (2018):

1. Tiempo patrón, que corresponde al tiempo requerido para realizar una tarea o conjunto de tareas, aprovechando los recursos y métodos actuales.
2. Despilfarro, tiempo adicional que es superior al tiempo establecido como estándar

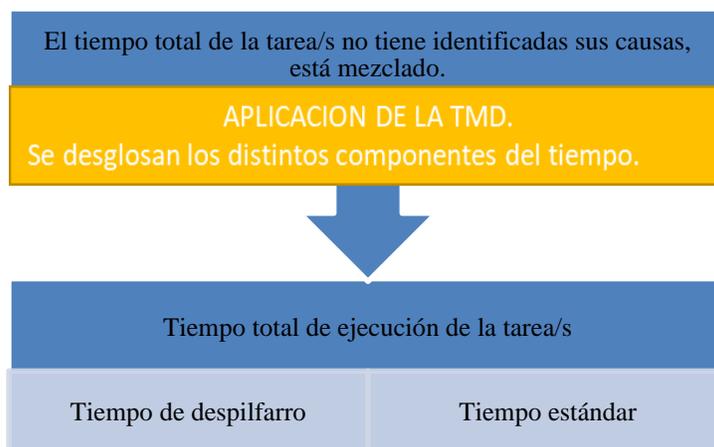


Figura 1. *Cómo aplicar la teoría de indicación de tiempo de despilfarro. Fuente: Elaboración propia.*

También hay que tener en cuenta una división más de tiempo, que es la que divide el despilfarro en dos grandes causales la cuales se muestran en la figura 2.

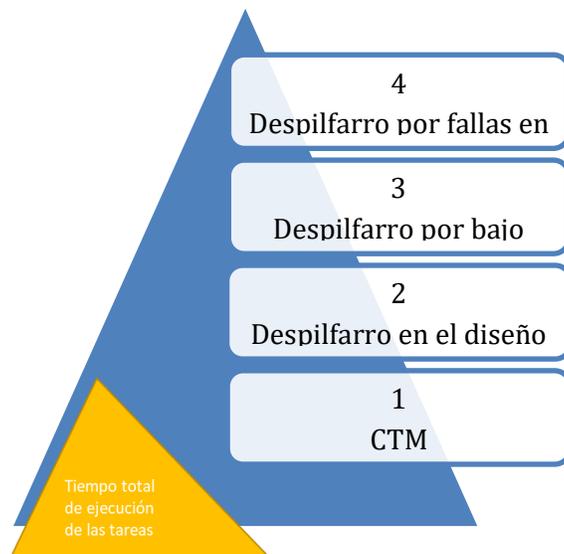


Figura 2. División del tiempo en sus causas más significativas. Fuente: Elaboración propia. Con base en (Cruelles, 2018).

1. Despilfarro dado al desempeño poco eficiente.
2. Despilfarro ocasionado por las falencias en procesos de gestión

Adicionalmente, existe otro desperdicio que se encuentra implícito en el propio tiempo estándar. Considerando un método de trabajo, el tiempo estándar no necesariamente representa el mínimo posible, lo cual implica un desperdicio inherente al diseño del método de trabajo, en la figura 3 se nombra como **DESPILFARRO EN EL DISEÑO**. De tal forma que el tiempo estipulado como estándar contempla lo siguiente:

1. Cantidad mínima de tiempo necesario o CMTN = \sum_0^n Mejor tiempo estandar.
2. Desperdicio en la estructuración del trabajo en el proceso y método.

Ya establecido el análisis detallado del panorama actual del proceso, es necesario esforzarse para minimizar cada uno de los aspectos relacionados al tiempo en el proceso de manufactura.

También se encuentra el estudio, análisis y mejora de métodos como una alternativa al análisis del proceso actual y sus posibles mejoras; antes de establecer cualquier mejora hay que analizar su enfoque de trabajo, definirlo y ya realizado lo anterior es posible ajustar a raíz del análisis y la revisión crítica al método actual. La finalidad del estudio y análisis de métodos es la de reducir el tiempo estándar en la figura 3 se observa el componente del tiempo se está actuando, se actúa sobre el tiempo estándar a partir de la mejora de métodos, en resumen, se trabajará sobre la reducción del despilfarro en el método de trabajo (Cruelles, 2018).

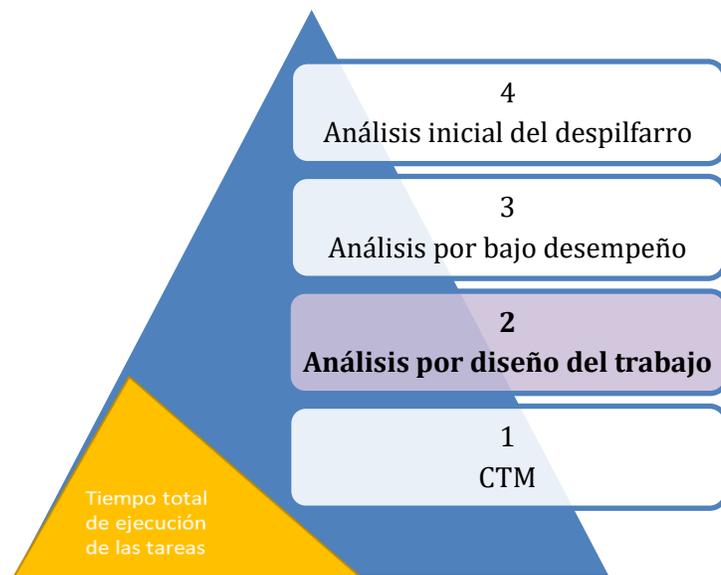


Figura 3. Actuación sobre el tiempo estándar de la tarea. Fuente: Elaboración propia. con base en (Cruelles, 2018).

Una vez establecido y reformado la metodología de trabajo de la tarea, lo que prosigue es, ya sea por lote o por unidad, cuantificar la medición de la duración de la misma aplicando el estudio de tiempos, tan solo con poder cuantificar las operaciones que conforman una tarea se podrá evidenciar una reducción de tiempo inevitable debido a que al poder tener información detallada será más viable tomar las decisiones adecuadas y necesarias para reducir el tiempo.

La mejora en la capacidad productiva a raíz de la dirección de operaciones para analizarla es necesario que los tiempos estándar, se acerquen a los reales de la operación, al implementar los tiempos ya calculados se espera que se pueda reducir el desperdicio que es ocasionado por bajo desempeño en la operación y errores en la gestión del proceso. Las posibles soluciones para disminuir los despilfarros mencionados con anterioridad son lograr el control de la productividad y planear las operaciones. En realidad, los tiempos y métodos actúan como medio para poner en práctica las dos posibles soluciones, y adicional ayudan a minimizar el tiempo estándar. Las siguientes 3 funciones ayudan a reducir las posibles fayas de gestión que no pueden pasar desapercibidas:

- Planificación de operaciones (Plan): Usar el tiempo estándar para poder anticiparse a lo que pueda suceder y mejorar la planificación – contemplar el futuro.
- Inspección de la producción (Do): El rol de los mandos intermedios – validar que se cumpla con lo que ya se tiene establecido.
- Supervisión y seguimiento de la productividad (Check Act): Contrastar la realidad con el estándar, examinar las razones de las desviaciones - extraer lecciones del pasado y realizar correcciones.

La disminución del bajo desempeño se da de manera instantánea una vez reducidos las falencias en la gestión. Cuando no hay fallos de gestión, y la producción está libre de incidencias, ya no hay límites para desempeñar el trabajo de una manera normal, si hay muchas incidencias se justificará el bajo desempeño es decir ambos despilfarros van unidos (Cruelles, 2018).

Para poder lograr una reducción de tiempos radical en la ejecución de las tareas se deben, imprescindiblemente, utilizar métodos y tiempos, planear las operaciones y lograr el control sobre la productividad. Son los tres pilares de la productividad, no se puede poner en productividad una industria si falta alguno de los tres pilares y que el tiempo estándar sea considerado la materia prima todo el proceso en la figura 4 se representa gráficamente lo dicho con anterioridad (Cruelles, 2018).

Basándose en lo descrito con anterioridad es posible diagnosticar la productividad de cualquier planta operativa o en diversas líneas de trabajo y tomar medidas o diversas herramientas en el camino que ayuden a incrementarla y por ende a mejorar la eficacia de los procesos (Cruelles, 2018).

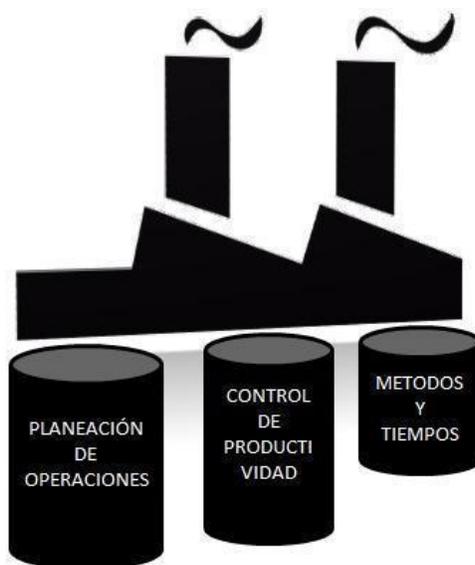


Figura 4. Los tres pilares de la productividad. Fuente: Elaboración propia. con base en (Cruelles, 2018).

Introducción a protagonistas, sucesos y metodologías que contribuyen al progreso de la estructura industrial

Es importante describir los protagonistas, sucesos y metodologías que contribuyen al progreso de la estructura industrial para así adaptar las mejoras a las problemáticas actuales de la industria

moderna. Adam Smith, fue uno de los promotores de la especialización del trabajo, en sus libros habla de la importancia del aporte de las máquinas debido a que entregan a la tarea un plus de simplicidad y su uso se focaliza en crear métodos ágiles y de simple ejecución.

Frederick Taylor, es considerado el padre de la organización científica del trabajo dado a que analizó minuciosamente el trabajo que desempeñaba e inicio a descomponerlo en tareas simples, cronometrarlas y obtener los tiempos de ejecución de esas tareas para así exigir el cumplimiento de estos tiempos a sus obreros, esto le permitió a su vez organizar el trabajo, modificando tareas antiguas en aras a disminuir y optimizar los tiempos cronometrados, eliminando desplazamientos innecesarios de los trabajadores y disminuyendo tiempos de cambio de actividades (Cruelles, 2018) .

Frank Bunker Gilbreth, fue el pionero de la técnica actualizada de examinar los movimientos del cuerpo humano que se emplean para realizar una tarea específica con el objetivo de mejorarla, eliminando movimientos superfluos, simplificando los necesarios y estableciendo secuencias de movimientos óptimas. Charles Bedaux, Bajo la influencia de Taylor y Gilbreth, este pionero introdujo el concepto de valoración y medición del tiempo de trabajo, lo cual condujo a notables mejoras en la productividad de los empleados. Henry Gantt, conocido como el padre del diagrama de Gantt implemento esta técnica grafica para organizar tiempos de proyectos y planificar las secuencias de las tareas (Cruelles, 2018).

MTM es una metodología enfocada en la medida del tiempo de los métodos, son métodos que posibilitan la estimación de los tiempos teóricos requeridos para llevar a cabo actividades específicas, que son influenciadas por la mano de obra. PERT-CPM se crearon para poder vigilar los tiempos de cumplimiento de las tareas sobre los planes espaciales de la armada de estados unidos. MRP nació como el comienzo de los sistemas de planificación de requerimiento de materiales en la segunda guerra mundial, luego fue integrada en los sistemas productivos Puesto que mediante estos sistemas tendrían el dominio de su gestión logística, luego este concepto evolucionó y pasó a ser conocido como planificación de los materiales que se basaba en la demanda de la planta operativa para operar. ERP son sistemas de gestión de información que integran y automatizan muchas de las prácticas de negocio asociadas con los aspectos operativos o productivos de una empresa, estos sistemas nacieron con la necesidad de otorgar apoyo a los clientes del negocio, tiempos rápidos de respuesta a sus problemas, así como un manejo eficiente de la información que permita tomar decisiones oportunamente y que ayuden a disminuir los costos totales de la operación (Cruelles, 2018).

JIT, su significado es justo a tiempo y es un método de dirección industrial que consiste en fabricar simultáneamente con la demanda del producto. Este enfoque fue implementado en las instalaciones de producción de Toyota y luego fue replicado en varias plantas a nivel mundial. Con la implementación de este método se resolvían varios problemas como el manejo de grandes

volúmenes de inventario que había que gestionar y almacenar con sus costes correspondientes y retrasos en la entrega (Cruelles, 2018).

Lean Manufacturing, se puede entender como un conjunto de métodos de producción que se originó a partir del sistema de Toyota durante la década de los años 90. Sirve para mejorar y optimizar los procesos operativos de cualquier compañía independientemente de su tamaño, obteniendo como resultados unos tiempos de reacción más cortos, mejor calidad, mejor atención al cliente y menores costes (Cruelles, 2018).

SMED nace a raíz de la necesidad de lograr una producción justo a tiempo y es un conjunto de técnicas que se desarrollaron con el fin de disminuir drásticamente los tiempos de preparación de máquinas, lo que aumentaba de forma considerable la flexibilidad de los procesos de fabricación, intentando hacer los lotes de menor tamaño y más variados (Cruelles, 2018) .

Las 5 eses, una metodología que sirve como punto de arranque para las actividades que involucren la mejora continua y a su vez la permanencia en los mercados, de esta manera la visualizaron los creadores y pioneros en su implementación, ellos recomiendan que para que una empresa de manufactura funcione, es indispensable mantenerla impecable. Los materiales, herramientas y equipos que no se utilizan solo generan obstrucciones en las operaciones, y sin un programa de limpieza adecuado en todas las superficies, pueden presentarse accidentes. Esta metodología se puede aplicar en todas las áreas físicas de la empresa. Se debe iniciar el proceso en un área pequeña y bien definida, con el fin de lograr un progreso visible para así después extenderlo a toda la empresa (Santiago, 2018).

Esta metodología consiste en establecer lineamientos que ayuden a mantener el orden y la limpieza en todas las áreas de la misma, es una disciplina, que, si se sabe implementar, se convierten en cultura y práctica común (Santiago, 2018).



Figura 5. Metodología de las 5 eses tres pilares de la productividad. Fuente: Santiago (2018)

En qué consiste cada una de las 5 eses:

- **SEIRI (Seleccionar o clasificar)**: La selección se basa en el principio de just in time, lo que implica eliminar de los lugares de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las actividades de gestión o producción, según corresponda (Santiago, 2018).
- **SEITON (Organización y orden)**: Esta solo puede implementarse cuando ya se cumplió con la primera S, Aunque la organización sea excelente, tendrá un impacto limitado si se encuentran numerosos elementos innecesarios en el lugar de trabajo. La organización y el orden son más efectivos cuando se implementan de manera simultánea. En esta etapa, es importante organizar los elementos necesarios de forma accesible y etiquetarlos para que cualquier persona pueda encontrarlos sin dificultad. Esta definición se basa en el principio de "un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar" (Santiago, 2018).
- **SEISO (Limpieza)**: se puede definir como el mantenimiento del puesto de trabajo con extrema limpieza y sin ninguna suciedad. Uno de los principales propósitos de esta práctica es transformar el entorno laboral en un área limpia y ordenada, en la que todos los empleados puedan trabajar cómodamente. Otra intención fundamental de esta implementación es mantenerlo en óptimas condiciones para que cualquiera lo pueda utilizar cuando lo necesite (Santiago, 2018).
- **SEIKETSU (Estandarizar)**: Estandarización se refiere al mantenimiento en la implementación de las S anteriores, en esta S se establecen directrices a través de las cuales se implementan y mantienen las primeras tres "S" (seiri, seiton, seiso). Es necesario estandarizar los colores como parte de estas reglas, rótulos y etiquetas de áreas, entre otras estrategias que ayuden a mantener las 3'S definidas con anterioridad (Santiago, 2018).
- **SHITSUKE (Disciplina)**: Es la práctica de mantener adecuadamente los procedimientos correctos, generalmente una persona se autodisciplina para mantener una determinada forma de actuar ya que los beneficios son mayores que las ventajas de apartarse de él (Santiago, 2018).

3. Desarrollo de objetivos

3.1 Objetivo 1

Descripción del proceso actual

En la figura 6 se muestra diagrama de flujo del proceso actual en donde se evidencia que este proceso inicia con la recepción de material y termina con la entrega del producto terminado al área de calidad para que esta proceda a hacer su liberación y se la entregue al almacén de producto terminado, se divide de esta manera en el trabajo para saber con claridad cuáles son las actividades de cada proceso y así entender de una manera más fácil donde se están identificando las fallas, falencias y demás retrasos que se encuentran aplicando los diferentes análisis descritos en el desarrollo del documento.

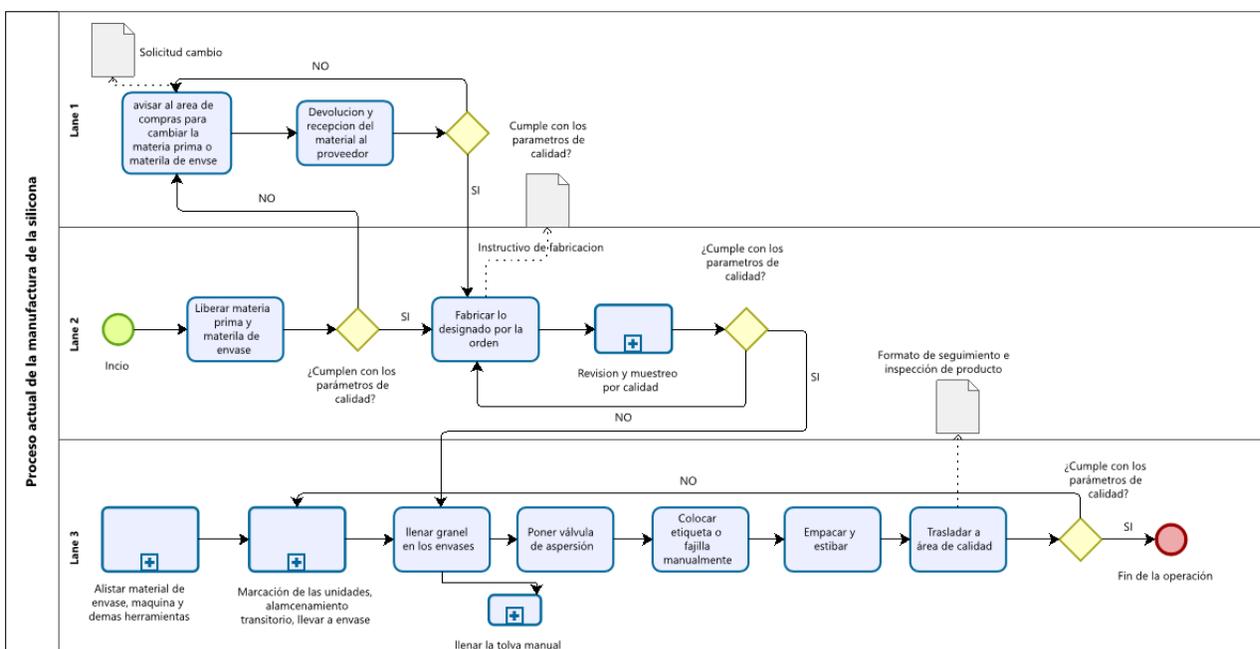


Figura 6. Diagrama de flujo de proceso en BizAgi. Fuente: Elaboración propia. Autores con base en datos de la empresa floresta s.a.s (2023)

Identificación de mudas

Para proceder a identificar las mudas con el personal operativo se procedió a aplicar la siguiente metodología:

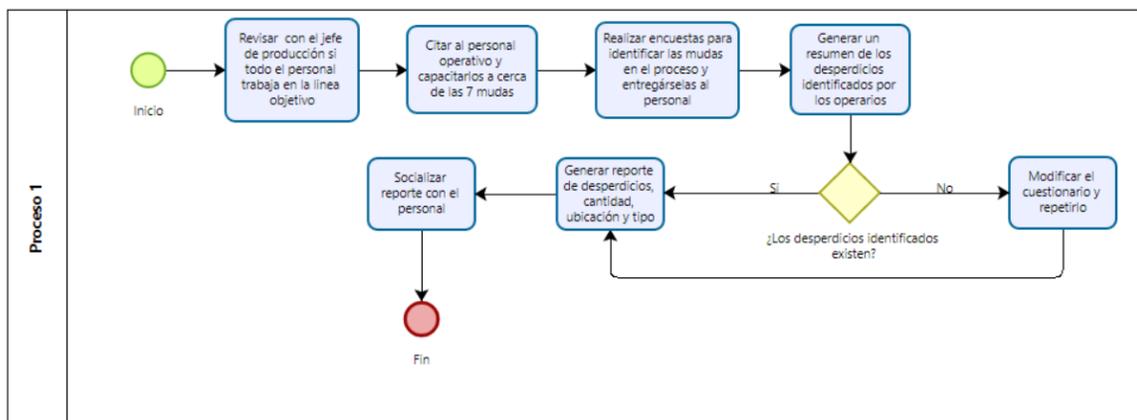


Figura 7. Proceso identificación de Mudasen BizAgi. Fuente Elaboración propia.

Se procedió a reunir al personal en la planta operativa donde se les explicó en qué consisten las *mudas*, como afectan el proceso y como se deben identificar en cualquier línea de trabajo, luego de lo anterior se les entregó un cuestionario para poder identificar cuáles eran visibles en el proceso según el personal operativo, en la figura 8 se evidencia la aplicación de la prueba.



Figura 8. Aplicación de Cuestionario. Fuente Elaboración propia.

Transporte

Cuando el material de envase es solicitado el jefe de producción gracias a una plantilla de Excel le solicita a uno de los operarios de la zona de acondicionamiento que se desplace a recibir el material en la bodega de almacenamiento de material de envase, para ello necesita tener estibas y herramientas para facilitar el traslado; como gatos estibadores o carretillas para cajas, estibas y

cajas de cartón que se reutilizan o que ya llegan así desde el proveedor; no se cuenta con estibas suficientes o disponibles para poder hacer dicho traslado, adicional a eso el único gato estibador que cuenta la zona de procesos está en varios puntos de la planta situación que dificulta su desplazamiento al lugar de recogida, además el tiempo se ve afectado por el conteo uno a uno que se debe hacer del material de envase debido a inconsistencias de faltante de material enviadas por el proveedor. En el proceso de envase, una vez se encuentra con el material en la planta, se procede a tomar las unidades en la zona de demarcación para que la persona que se encarga de colocar el lote sobre el envase proceda con la operación, acá se evidencia que esta operación tiene un desperdicio en movimiento por que el personal encargado de esta operación debe tomar las unidades, marcarlas y guardarlas nuevamente en la caja inicial almacenarlos y dejarlos disponibles para continuar con la operación, esto hace que se incremente la mano de obra del producto terminado y que haya doble manipulación doble del material. Cuando el producto terminado se va a entregar al área de calidad, el personal operativo no encuentra en muchas ocasiones estibas disponibles lo que retrasa la operación para comenzar a armar los *pellets*, así mismo, cuando se va a iniciar con el traslado el operador encargado de esta tarea, revisa e inspecciona minuciosamente los pallets que se armaron y busca el gato estibador que se emplea en el traslado de la mercancía; en la revisión final que hacen el personal operativo se ve un movimiento y desgaste innecesario, ya que esto no garantiza en lo absoluto que se disminuyan los defectos en calidad (unidades faltantes en cajas que se evidencian en el área de almacén de producto terminado) dejando claro también que en el proceso de verificación y control que hace el área respectiva de este control utilizan una metodología estadística para este tipo de liberación; dicha operación también se ve afectada debido a que no se tiene en muchas ocasiones el gato estibador disponible.

Inventario

Como el material de envase y materias primas es solicitado al área de compras por medio de macros y formulas en Excel, el margen de error en la solicitud es bastante amplia debido a que la macro se desajusta con frecuencia y depende de la actualización manual de los nombres y porcentajes en las fórmulas de la materia prima y el material de envase en esta base de datos; lo que queda como consecuencia, son solicitudes erróneas del material faltante en inventario de materias primas con poca rotación generando retrasos en el cumplimiento de la ejecución de la planeación de la producción (retrasos en entrega de fragancias, entre otros.).

Movimiento

La solicitud del material se hace por medio de un cuadro de Excel tal como se mencionó en párrafos anteriores, el jefe de producción solicita un porcentaje del 5% adicional del material que solicitan las órdenes de producción pero aun así el personal operativo debe parar la línea de envase cuando está en la etapa final por qué hace falta material para terminar el proceso de llenado, y debe ir a solicitarlo a la oficina de producción para que el jefe le dé la orden pueda solicitarlos al área de almacén, afectando la finalización de la línea de trabajo e incrementando los tiempos de

la misma dado a este movimiento innecesario del personal operativo. Una vez el material se encuentra en la zona de espera, el operario procede a llevar bolsa por bolsa a medida que se va necesitando al área de envasado, incrementando el tiempo de envase y generando un movimiento innecesario en esta operación. Cuando el material está dentro de la zona de envase el operario debe disponer de tiempo adicional de la operación de llenado por que el material tiene una bolsa adicional que se debe remover dentro del área de envase y luego volver a dejar en el corrugado incrementando el tiempo de espera en el llenado.

Esperas

Debido a que la línea de envase que es utilizada para envasar la referencia objetivo, siliconas para autos, también es usada para envasar ceras emulsionadas y otras referencias y esto causa una serie de demoras significativas en el proceso debido a que se deben cambiar herramientas de envase como mangueras, llaves, acoples entre otros. Las paradas repentinas por mantenimientos en la dosificadora hacen que el personal que es de alrededor de 6 personas como mínimo, queden inoperativos incrementando los tiempos de operación del lote, esto sucede porque deben esperar la intervención del técnico de la máquina hasta por el más mínimo problema; como cambio de acoples, desgaste de amarres, entre otros; también se logra evidenciar que la tolva tiene un diseño que dificulta la operación final del envasado haciendo que el operario tenga que envasar al menos 70 unidades de forma manual incrementando el tiempo de llenado afectando los tiempos teóricos.

Sobreproducción o proceso

Debido a que la planeación de la producción se realiza de manera manual y basados en históricos de hace 5 años aproximadamente, el inventario actual de la silicona excede los límites establecidos en la compañía dada también la libertad de producir sin un límite fijo establecido y por la capacidad de la línea de trabajo.

Defectos

Las no conformidades en calidad de esta línea de trabajo, a pesar de ser significativas, en el puesto de trabajo de etiquetado se evidencian en mayor proporción este tipo de defectos aumentando el tiempo en esta identificación, por la subjetividad del operario.

En la tabla 2 se resumen la cantidad de *mudas* identificadas en el proceso de acondicionamiento de la silicona para autos

	Centro de Trabajo
--	--------------------------

Tipo de muda	Almacén de materia prima	Alistamiento de material	Llenado	Tapado	Codificado y Embalado	Entrega de producto terminado	Total
Transporte	0	5	0	0	2	2	9
Movimiento	0	2	3	1	0	0	6
Inventario	2	0	0	0	0	0	2
Esperas	0	2	2	0	0	0	4
Defectos	0	0	0	0	0	2	2
Total	2	9	5	1	2	4	23

Tabla 2. Calificación de las mudas identificadas por el personal operativo. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 2 se puede evidenciar que para hacer el análisis de las mudas que encontró el personal operativo, fue necesario su clasificación y distribución en los diferentes centros de trabajo que hacen parte de la línea operativa a evaluar, en esta se pudo evidenciar que los centros de trabajo en donde más se evidencian problemas operativos son el de alistamiento de material con 9 *mudas* diferentes centralizadas en transporte, movimiento y esperas; y el llenado con 5 *mudas* distribuidas en movimiento y esperas.

En la tabla 3 se representa el análisis estadístico realizado para las *mudas* identificadas en el proceso.

Datos			
Tipo de muda	Porcentaje de participación	Promedio	Desviación
Inventario	9%	0,57	0,90
Defectos	9%	0,57	0,90
Esperas	17%	1,14	1,46
Movimiento	26%	1,71	2,05
Transporte	39%	2,57	3,11

Tabla 3. Análisis de los datos. Fuente: Elaboración propia.

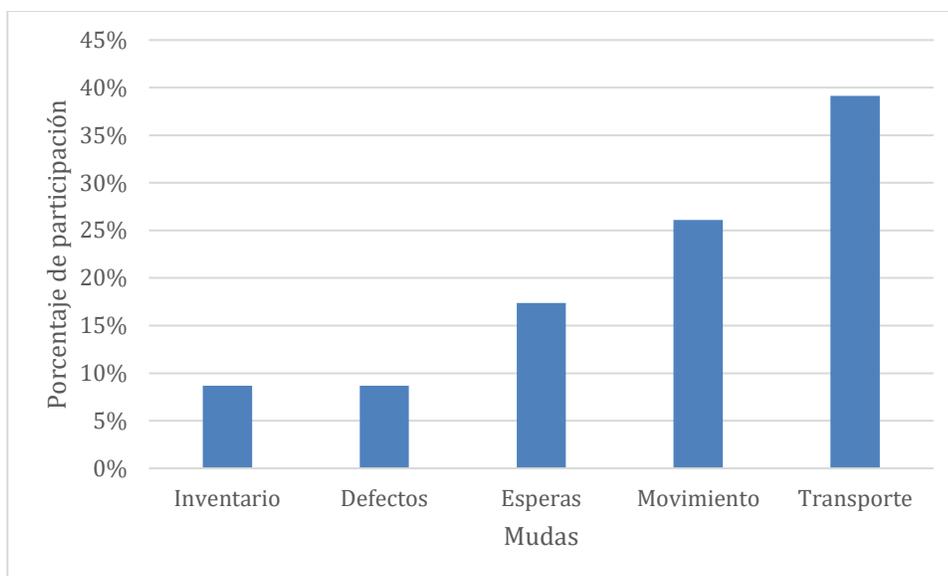


Figura 9. Representación gráfica de las Mudas. Fuente Elaboración propia.

De la tabla 3 y la figura 9 se puede inferir que las *mudas* que tienen más representación en el proceso de envasado de silicona son aquellas que se encuentran en la categoría de movimiento y transporte, que representan el 39% y el 26% respectivamente, lo que deduce en proponer con ayuda de algunas herramientas tales como 5 S', *Smeed*, entre otras, mejoras que minimicen el impacto de las demoras que son causadas por motivos diversos y que involucran desde la mano de obra hasta el proveedor, otras demoras identificadas en el proceso que se pueden ajustar teniendo charlas con el proveedor y con los líderes de proceso.

Para fortalecer lo que se identificó en el análisis anterior de las *mudas* se procedió a realizar un diagrama de hilos (Figura 10) para identificar los desplazamientos que se deben hacer para traer el material a la línea de trabajo, entregar el producto terminado, acondicionar el producto entre otros desplazamientos que se mencionaron con anterioridad.

Cada punto representa una ubicación en la planta y se describe de la siguiente manera:

- P1: Almacén de material de envase.
- P2: Zona lote de demarcación.
- P3: Zona de llenado y tapado.
- P4: Zona de etiquetado y acondicionamiento.
- P5: Zona de transitoria de calidad.

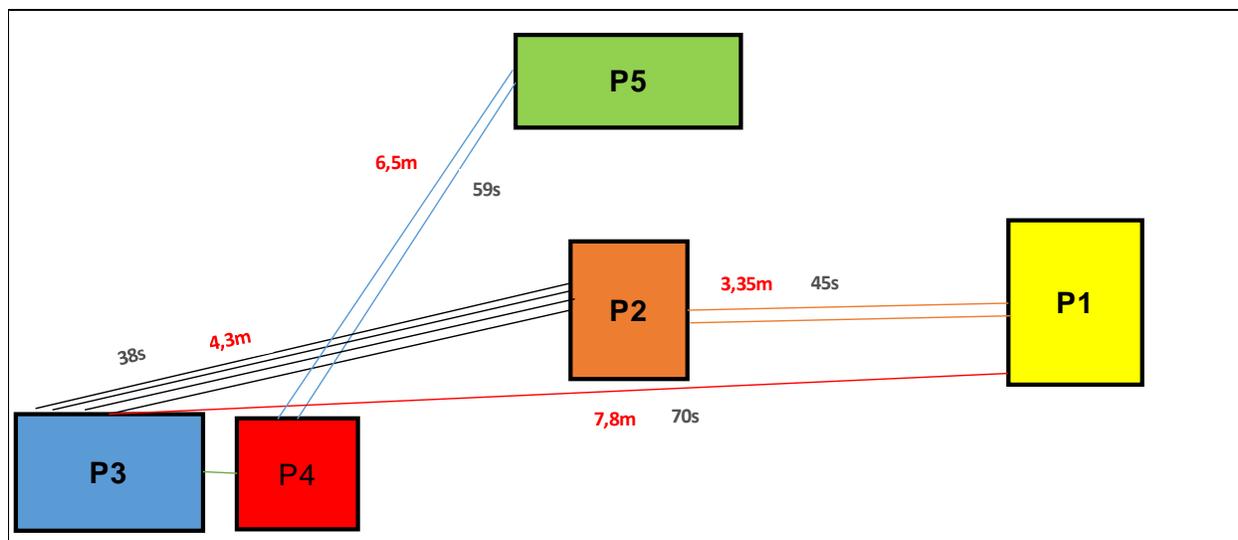


Figura 10. Diagrama de Hilos. Fuente: Elaboración propia.

Puntos	Frecuencia (f)	Distancia (m)	Tiempo (s)	(f*m)	(f*s)
P1-P2	2	3,35	45	6,7	90
P2-P3	4	4,3	38	17,2	152
P3-P4	1	0,01	3	0,01	3
P4-P5	2	6,5	59	13	118
P3-P1	1	7,8	70	7,8	70
Total				36,91	363
Total, con material adicional				44,71	433

Tabla 4. Relación del diagrama de hilos. Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 4 anterior se puede tomar dos datos como referencia el primero es el tiempo total y la distancia que se recorre normalmente en una operación donde el material de envase y empaque este completo y está el segundo dato que es donde se registra la distancia y el tiempo que se puede tomar el personal adicional para poder traer material que le haga falta en la línea de envase o en la línea de empaque.

Diagrama de Ishikawa

Por otro lado, otra herramienta que se quiso analizar para hacer una radiografía del estado del proceso en mención y desde el lado administrativo fue la espina de pescado que se representa en la siguiente parte del estudio.

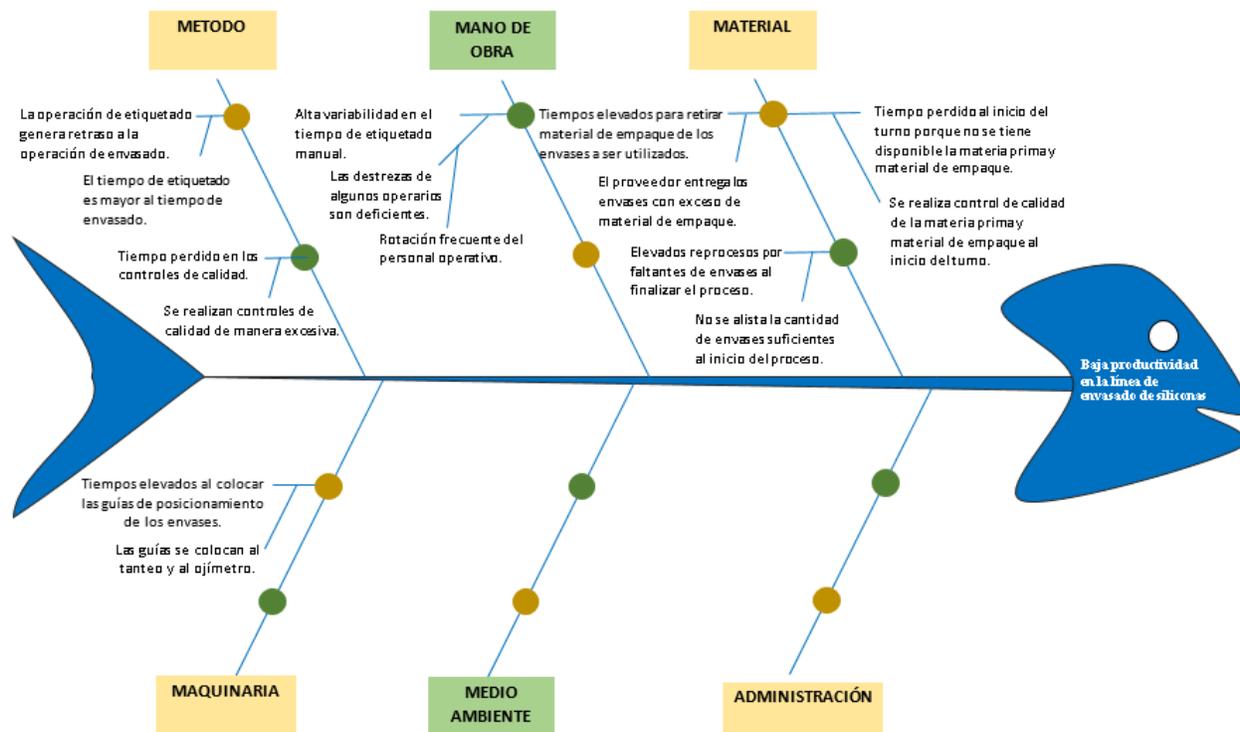


Figura 11. Diagrama de Ishikawa del proceso de envasado de la silicona. Fuente Elaboración propia.

Las *mudas* identificadas en el proceso y los causales de la baja productividad de la línea de trabajo de las siliconas en la empresa productos floresta S.A.S identificada en el diagrama de Ishikawa es un paralelo que nos permite evidenciar cuales son las demoras que identifica el personal operativo y el personal directivo de la planta productos floresta S.A.S y así tener un panorama más visual de que otros factores y que muchas veces no se evidencian con facilidad, están afectando el rendimiento de la operación de la línea, con estos ya en el segundo objetivo se define se puede hacer para minimizar estas afectaciones y cuáles son las más importantes o de afectación significativa que se deban atacar en primer lugar.

Análisis teoría del despilfarro

Para iniciar el análisis del proceso en cuestión desde la teoría del despilfarro se debe encontrar la cantidad mínima de tiempo necesaria (CMTN) para realizar las actividades correspondientes a la fabricación, envase y acondicionamiento de las siliconas para autos elaborado por la empresa productos floresta S.A.S. Para poder encontrar este valor se revisó los datos registrados y analizados por el jefe de producción que obtiene un teórico del tiempo mínimo

que deben durar las actividades correspondientes a la fabricación de estos productos en especialmente la silicona para autos.

En la relación a estos tiempos teóricos para efectos de desarrollo del trabajo se van a tomar como medida mínima realizable así sobre éstos haya posibles mejoras; para la referencia de 160ml se tiene como CMTN = 3,1h para un total de 2000 unidades y un CMTN = 1,9 para la referencia de 350ml y un total por lote de 1500 unidades.

Para poder identificar los tiempos estudiados para la ejecución de las diversas tareas que se llevan a cabo actualmente para la manufactura de la silicona de autos se realizó una estructura de tareas (figura 12) y así mismo se identificaron sus tiempos.

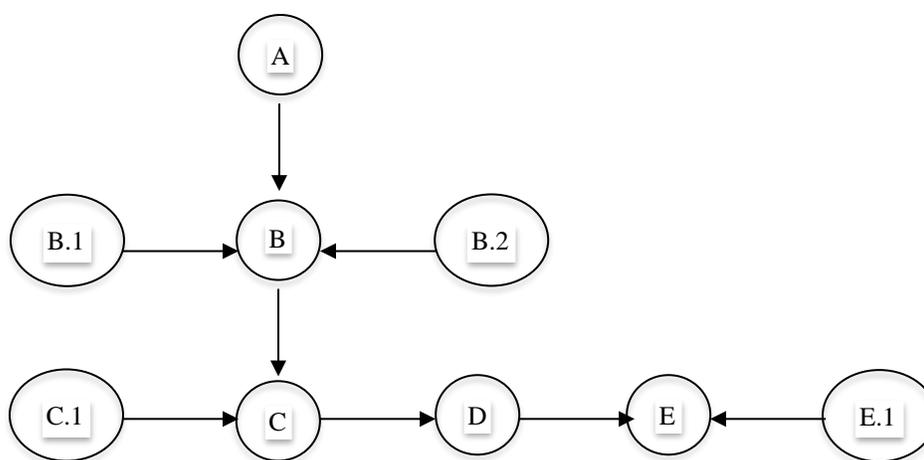


Figura 12. Diagrama de actividades. Fuente Elaboración propia.

Tarea	Tiempo estándar (min) Ref. 160ml	Tiempo estándar (min) Ref. 350ml
A	4,62	6,47
B	9,36	4,79
B.1	1	2,51
B.2	1,5	2,77
C	10	9,59
C.1	3,56	3,56
D	7	24,72
E	3,81	5,13
E.1	3	1,39
Total, Tiempo (h)	3,1	1,9

Tabla 5. Actividades y tiempos de las referencias. Fuente: Elaboración propia.

Para continuar con el análisis se procedió a calcular el parámetro adimensional que se denomina coeficiente de despilfarro C_d y este define la relación que existe entre el tiempo real tomado para la ejecución de cada tarea o actividad por *batch* y el tiempo teórico estudiado o el tiempo mínimo necesario para ejecutar dicha tarea. Como se contó con los datos reales de operación para cada *batch* analizado, se procedió a calcular este coeficiente de relación dado por el tiempo de presencia sobre el tiempo mínimo necesario (CMTN)

	Cantidad de órdenes	Tiempo real Tiempo presencia (h)	C_d (coeficiente de despilfarro)
Promedio	30	4,436666667	1,833899264

Tabla 6. Datos de análisis según teoría del despilfarro. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla se puede observar que el coeficiente (C_d) que el coeficiente es >1 , esto quiere decir que el análisis inicial y el resultado de esta relación está bien ya que este coeficiente siempre debe cumplir esa condición, debido a que el tiempo real siempre va a ser mayor al estimado y al aproximado. Después de lo anterior se procedió a descomponer y a calcular el despilfarro en sus grandes causas, el primer coeficiente que integra este análisis es el C_{act} que es el coeficiente que ayudó a determinar el despilfarro por improproductividades causadas por la mano de obra directa tomando como base los resultados obtenidos dados por los lotes ejecutados y analizados en este proyecto; estos fueron:

Los tiempos de presencia; que es el tiempo medido en horas hombre que los operarios permanecieron en la fábrica, las horas no controladas en cada lote de fabricación; es el tiempo en el que los operarios no han podido producir con normalidad debido a fallas en la gestión, falta de trabajo retrasos en la entrega de material por parte del proveedor, el tiempo teórico; tiempo estudiado y relacionado con el tiempo mínimo necesario para llevar a cabo una tarea (C_{mtn}) y el tiempo a controlar; que es el tiempo, también medido en horas hombre en las que los operarios pudieron producir con total normalidad; todos estos tiempos relacionados a los *batch* en cuestión.

Con los datos mencionados con anterioridad, también se pudo analizar y calcular el coeficiente C_g que mide el despilfarro generado por las negligencias en la gestión de los directivos del área de producción incluida la gerencia.

Teniendo claro lo anterior se inició con el cálculo de los coeficientes C_{act} y C_g para revisar cuál de los dos coeficientes tuvieron mayor incidencia o aporte al tiempo de despilfarro total y con base en los mismos se procede también a desarrollar estrategias, que se desglosan en el desarrollo

del objetivo 2 del presente documento, para minimizar el valor de estos coeficientes. En la tabla 7 se puede observar los resultados obtenidos de dicho análisis.

	Cantidad de órdenes	Cact (desempeño)	cg (Gestión jefatura)
Promedio	30	0,147990945	0,685908319

Tabla 7. Coeficientes de tiempos según teoría de despilfarro. Fuente: Elaboración propia.

Describiendo gráficamente lo que se encontró en el análisis anterior se tiene.

Tiempo total de ejecución de la tarea		
Tiempo estándar	Tiempo extra por bajo desempeño Cact: - Atrasos en la entrega de material a las líneas - tiempo improductivos de personal elevados - Falta de reconocimiento del mantenimiento autónomo - desorden en áreas de trabajo que impiden encontrar materiales con facilidad	Tiempo extra por fallos de gestión Cg: - na dosificadora con problemas en diseño desde la tolva de almacenamiento hasta las boquillas de envase - Inuficiencia en equipo de etiquetado para eliminar tareas y por ende errores en operaciónes manuales - Problemas de diseño en la estructura sobrematerial innecesario en material de envase

Figura 13. Análisis gráfico de los coeficientes del tiempo de despilfarro. Fuente: Elaboración propia.

De la descripción de la tabla 7 y la figura 13 se observa que el despilfarro que más afecta el tiempo utilizado para las órdenes de producción analizadas es el que tiene que ver por la gestión del proceso, los materiales disponibles en línea, las imperfecciones de la dosificadora y envasadora y demás demoras descritas en la Figura 13.

Diagrama de Pareto

Problemas	Frecuencia	Frecuencia normalizada	Frecuencia Acumulada
Material de empaque llega en diferentes condiciones, tiempos de espera prolongados	10	25%	25%
Tiempos del proceso de etiquetado variables, abajo del estándar	10	25%	50%

No se tiene el total del personal para el proceso de etiquetado	8	20%	70%
Tiempos de liberación de materia prima, material de empaque, equipos y materia prima altos	5	13%	83%
Excesos de revisión en la entrega de producto terminado al área siguiente	4	10%	93%
Tiempo prolongado cuando se solicita un material adicional en la operación	3	8%	100%

Tabla 8. Análisis de problemas identificados. Fuente: Elaboración propia.

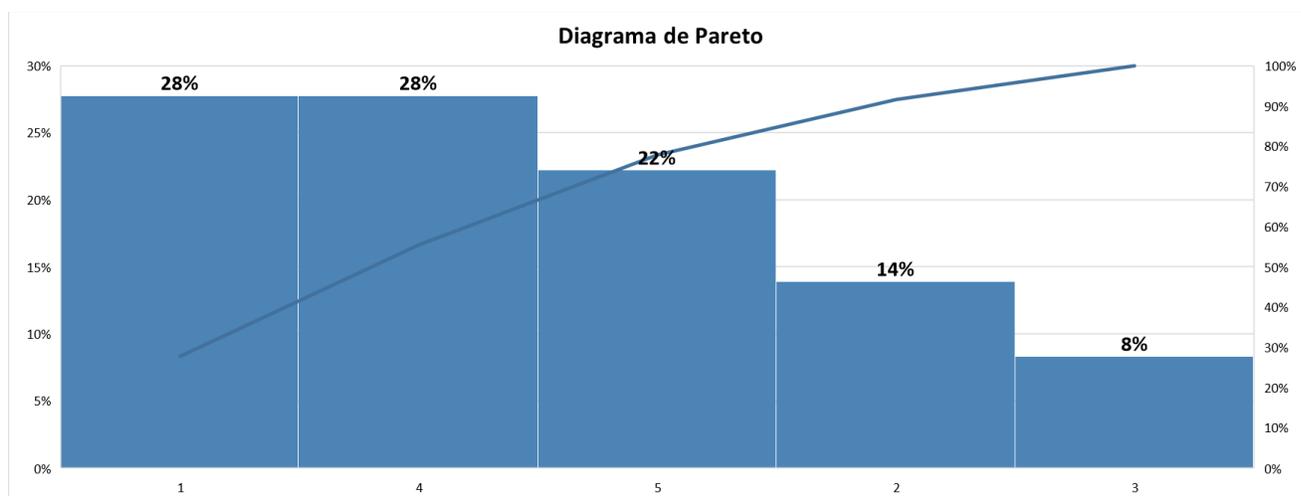


Figura 14. Diagrama de Pareto. Fuente Elaboración propia.

Haciendo una síntesis de los hallazgos encontrados por el análisis de las *mudas*, el diagrama de *Ishikawa*, el análisis de la teoría del despilfarro y el diagrama de Pareto se encontró lo siguiente:

- No se cuenta con suficientes estibas para almacenar el producto que va saliendo de las líneas de envase, lo que retrasa la operación al momento de comenzar a armar la estiba.
- Los gatos estibadores para el desplazamiento de los productos en la línea final de acondicionamiento no son insuficientes para trasladar el producto terminado a la zona de calidad lo que ocasiona un incremento en el desplazamiento.
- Se deben hacer trabajos dobles de procesamiento que entorpecen el flujo normal de las actividades de envase y marcación de lote, gracias también a que un proveedor

envía doble protección en el envase que alarga el proceso de llenado ya que no se tiene material listo y disponible al momento del envase del granel.

- Se realiza una tarea doble o extra procesamiento en la revisión del producto a entregar ya que se dispone al final de la operación de acondicionamiento de personal extra para revisar la estiba y tratar de identificar problemas de calidad, entre otros.
- Margen de error elevado al momento de hacer la requisición de material tanto para la fabricación como para el acondicionamiento del producto terminado ya que se hace de manera manual con ayuda de macros que tiene errores en la mayoría del tiempo
- Material faltante en la línea de envasado, haciendo que el operario para la operación y tenga que solicitar material extra.
- Paradas por mantenimientos correctivos sencillos como cambiar un amarre, ajustar un tornillo o repuesto, entre otras, que podría hacer el operario de la máquina.
- Problemas en diseño de la tolva de almacenamiento de granel y posterior llenado, debido que gracias a su configuración el operario debe hacer de 30 a 60 unidades manuales dependiendo la referencia incrementando a su vez los tiempos de llenado.
- Defectos subjetivos por parte del área de calidad cosa que hace que se retrase el proceso de etiquetado en la parte de acondicionamiento de producto.
- Operación de etiquetado manual resulta en un cuello de botella que retrasa la operación y empeora los tiempos totales de la línea, esté cuello de botella se identificó con la acumulación 100 unidades por hora y solo con tres personas disponibles en esta estación; ya que no se tenía el personal completo para esta tarea, como suele pasar en esta línea productiva.

3.2 Objetivo 2

Una vez identificadas las *mudas*, retrasos y problemas, e identificado que se deben a una mala gestión por parte de la jefatura y gerencia y un desaprovechamiento de los recursos y otras falencias detalladas a maquinaria faltante y diseños insuficientes en los equipos que ya se tienen actualmente, se da inicio a la disminución de los retrasos operacionales del objetivo anterior y se procede a sugerir dos herramientas y a iniciar una leve implementación de las mismas. La primera, y que abarcaba la mayoría de los problemas identificados con anterioridad, fue el análisis para la implementación de las 5S'; se plasmó en este trabajo lo que los directivos de la empresa deben ejecutar para poder reducir la incidencia y afectación de los errores anteriormente descritos; lo que sí se pudo ejecutar y gestionar junto con los directivos de la compañía fue una capacitación por externos en la que se le mostraba a los operarios la importancia de implementar estrategias de *lean manufacturing* en sus tareas cotidianas y una de ellas y la más relevante fue como las 5'S pueden ayudar a mejorar todas las actividades diarias que ejecutan a su alrededor, hasta las personales; como se evidencia en la figura 15.

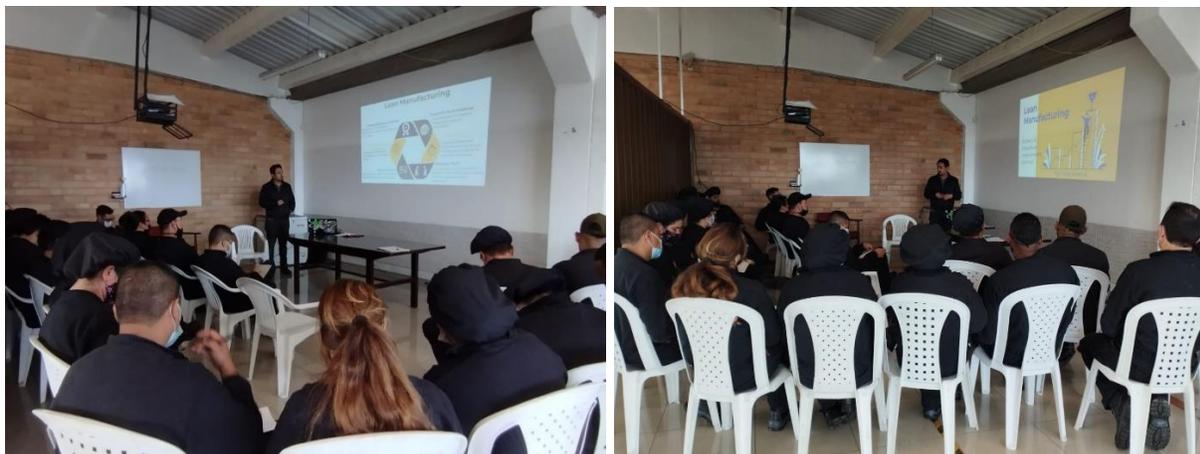


Figura 15. Capacitación de 5 eses y Lean manufacturing. Fuente Elaboración propia.

A continuación, se inició a evaluar las 5 S' en todo el proceso para definir como la alta gerencia debe implementar cada una para poder ver resultados de un mediano a un largo plazo.

Clasificar o separar (*Seiri*):

- Hacer un inventario de cuantas estibas se disponen en el área de producción para poder determinar con cuantas se cuentan para la manipulación del producto terminado
- Se debe revisar junto con el jefe de producción un promedio de cuantas estibas utiliza por día haciendo la trazabilidad de las órdenes de producción que se ejecutaron en todo un mes
- La dirección técnica debe determinar cuántas estibas se necesitan fijas en las áreas para poder cumplir con los requisitos legales solicitados por los entes pertinentes a este tipo de empresas manufactureras
- Cuando se tenga el dato de la rotación de las estibas y las estibas que se deben tener fijas se hace una resta con las que se tienen disponibles para el área operativa y así las faltantes se deben solicitar a gerencia basados en un análisis del uso y la importancia en el proceso de las mismas.
- Dado a que el proveedor envía el material de envase con doble empaque el operario junto con el jefe de producción debe identificar el tiempo en el que se demoran y determinar qué tanta afectación está teniendo esta clasificación en el proceso y durante la línea operativa, teniendo en cuenta que esta operación se debe hacer en un área aislada, que es la misma zona de envase, incrementando el tiempo de llenado
- Se debe retroalimentar al director técnico sobre ese análisis para que el determine la viabilidad de eliminar ese sub empaque (Figura 16) en el proceso y así poderse dirigir al proveedor para cambiar la forma de empaque de ser necesario teniendo en cuenta que también se deben seguir cumpliendo unas especificaciones legales.



Figura 16. Embalaje actual del material de envase. Fuente Elaboración propia.

- En la revisión final del producto terminado el jefe de producción debe evaluar junto con el director técnico las actividades que le compete hacer al operario al final de la línea y revisar si esta aporta valor al proceso, ellos deben clasificarlas y evaluarlas para saber si son necesarias o se pueden apoyar en calidad para eliminar esta revisión final y fortalecer la revisión en línea.
- El director técnico debe evaluar que otras posibilidades tiene para poder hacer la requisición de material mensual, analizando las tareas que debe hacer y priorizando cuales si necesitan su atención y cuales se pueden hacer por medio de herramientas tecnológicas como ERP'S avanzado que disminuyan este tipo de errores manuales.
- El jefe de producción junto con el líder de producción debe analizar las órdenes de producción en las que se identificaron material faltante (información que se encuentra anexa en las observaciones del documento) para clasificar en cuales órdenes se tuvo un pare dada esta operación adicional.
- El director técnico, el jefe de producción y el auxiliar de mantenimiento deben definir qué actividades debe hacer el auxiliar de mantenimiento y que actividades menores puede realizar el personal operativo que maneja lo equipos de la línea operativa.
- La analista de calidad junto con el operario de calidad debe definir cuáles son los errores recurrentes que tienen los operarios en la línea que se encuentra en evaluación y así definir cuáles son las más críticas y en qué forma afectan el proceso de liberación de las unidades procesadas.

Ordenar (*Seiton*):

- Después de revisar que estibas se tenían disponibles para el proceso, se debe proceder a identificarlas para poder saber dónde están las que se tienen y poder tener un control más estricto sobre el uso de las mismas mientras se solicitan las que se vean necesarias.
- Mientras es posible pasar la propuesta al proveedor del material de envase para sustituir la bolsa unidad por unidad, en la operación el jefe de producción puede organizar un tiempo único o una actividad adicional para que, dentro de la zona permitida y delimitada, los operarios necesarios o disponibles puedan retirar la bolsa y no afectar la operación en línea, puede ser un tiempo considerable, antes de iniciar el llenado de las siliconas.
- Para eliminar la tarea de revisión final o extra procesamiento, el jefe de producción y el analista de calidad podrían dar charlas de sensibilización al personal operativo para hacer las revisiones o controles necesarios dentro de la misma función y soportarse a su vez en el operario de calidad que hace acompañamiento siempre en las líneas operativas.
- Mientras se busca una implementación de un sistema más amigable con el usuario que le permita hacer la función de requisición de material de manera precisa, el director técnico puede implementar en sus tareas diarias una revisión a las fórmulas que se establecen en el formato de explosión de materiales para ir minimizando las fallas, esto puede ser como una auditoria diaria a su propio proceso.
- El jefe de producción ya teniendo un panorama de cuantas órdenes en promedio requirieron de material adicional puede pedir un porcentaje adicional en cada orden de las siliconas sin importar la referencia y dejarlo en una zona transitoria cercana la línea de llenado para poder disminuir la distancia que se recorre si ese material extra se pide directamente al área de almacén y a su vez no parar la línea en la parte final de su operación.
- Una vez identificadas las tareas que debe hacer el auxiliar de mantenimiento y que podría hacer el operario de producción se debe elaborar un cuadro de capacitación donde paulatinamente y en compañía del auxiliar de mantenimiento se le va a ir enseñando al operario las actividades que debe realizar, enseñando a su vez la metodología del mantenimiento autónomo o TPM
- Cuando la analista de calidad y la operaria de calidad hayan podido identificar las falencias que tienen repetitivamente los operarios de calidad deben divulgarlas con el personal operativo para iniciar un proceso de enseñanza e ir minimizando la subjetividad del proceso de liberación.

Limpieza e inspección (*Seiso*):

- Cuando las estibas se encuentren organizadas se debe revisar que el lugar en donde se van a almacenar este siempre limpio y despejado, enseñarles a los operarios que las manipulan el lugar donde se van a almacenar y cada vez que liberen una de ellas deben volver a dejarlas en el mismo sitio.
- Capacitar al personal la actividad extra que va a hacer con el material de envase y como la va a hacer para que esta actividad se pueda ejecutar de manera acelerada mientras él se puede eliminar por completo.
- El operario de calidad junto con el personal operativo de fábrica debe hacer las tareas de la línea de trabajo de una misma manera y garantizando que en la ejecución de esas actividades prevalezca el orden destinando lugares específicos para las actividades de desembolsado, pesaje entre otras que puedan generar desorden.
- Cuando se tenga establecido el porcentaje adicional que se va a solicitar en la orden se debe verificar que el espacio donde se va a almacenar transitoriamente, este bien identificado y lo más cerca posible a la zona de envase para evitar movimiento efectos y afectan la operación.
- Cuando se asignen las tareas de mantenimiento que debe y puede hacer el personal operativo que maneja máquinas se debe establecer un lugar donde se van a almacenar las herramientas que dicho personal va a usar y mantenerlas siempre en su lugar.
- Una vez el personal ya conozca las desviaciones de calidad la analista de calidad deberá proporcionar una herramienta donde se puedan plasmar esas inconformidades puedan tener a la mano defectos de no calidad y los límites para aceptar o no un producto terminado.

Estandarizar (*Seiketsu*):

- El jefe de producción debe establecer esta tarea en el procedimiento operativo de producción y en el instructivo donde se detallan el tipo de actividades diarias, que debe ejecutar el personal y luego enseñarles de una forma didáctica como se ejecuta la actividad.
- La operación de desembolsado es una operación que debe desaparecer en la compañía debido a que no le está aportando ningún valor, por eso la actividad adicional de desembolsado el jefe de producción debe implementarla únicamente como tarea provisional hasta que la dirección técnica pueda llegar a un acuerdo.
- La inspección por parte del personal operativo y el auxiliar de calidad debe hacerse y mejorarse de manera permanente, por ello para que logren estandarizar esta operación, el jefe de producción, el analista de calidad y la dirección técnica de la empresa pueden establecer tarjetas de colores donde se indiquen si hay alguna desviación en cada centro de trabajo, esta tarea la deben hacer por lo menos un mes para identificar los puntos críticos a control y luego se sugiere que establezcan dichos lineamientos tanto en el procedimiento

operativo estándar de calidad y en el de producción y en estos también describir como se deben llevar esos controles dentro de las mismas actividades y retroalimentar a todo el personal.

- El director técnico debe establecer un manual diario donde se nombren todas las fórmulas que deben ser revisadas y poner al lado de ellas un espacio para registrar la frecuencia con la que se va a inspeccionar y así sucesivamente hasta que abarque el 100% de las fórmulas en el formato de requisición. Paralelamente se sugiere proponer en comités de mejora continua y equipo primario la implementación de un ERP que optimice esta actividad si no que mejore las actividades manuales que se llevan a cabo dentro de la organización.
- Con el porcentaje que el jefe de producción estableció en el paso anterior, para pedir material adicional en las órdenes de producción se debe establecer este parámetro como solicitud adicional en el formato transaccional que se tiene entre la bodega de almacén y el área de producción y así estandarizar este parámetro como obligatorio dentro de este proceso.
- Para poder estandarizar la tarea se pensó en poder establecer la metodología del mantenimiento autónomo, y como del paso anterior debe desglosar de las actividades que puede hacer el personal operativo que manipula las máquinas, se debe establecer un procedimiento o instructivo detallado donde se describa cada tarea que puede y debe realizar el operador de la máquina; en ellas debe incluir la limpieza del equipo los repuestos fáciles para cambio, entre otras actividades que minimicen el impacto del mantenimiento correctivo ejecutado únicamente por el auxiliar de mantenimiento, estos documentos pueden garantizar que todas las tareas se hagan de la misma manera, se minimicen los errores y se garantice la calidad del trabajo
- Para poder estandarizar los parámetros definidos con anterioridad, para la liberación de los productos terminados, el analista de calidad junto con el operario de calidad, pueden establecer como herramienta de control unas panoplias de calidad (Figura 17) en las cuales se registren fotográficamente todos los defectos evidenciados y se establezcan rangos mínimos de tolerancia y máximos de aceptación, este formato lo pueden tener de forma impresa en las líneas de trabajo y así eliminar la subjetividad de la aceptación de los productos.

PANOPLIAS DE DEFECTOS

PRODUCTOS Floresta		PANOPLIA DE DEFECTOS PRODUCTOS LÍQUIDOS		F-DT-C-28 VERSION: 06 17/02/2023
TIPO DE DEFECTO	MÁXIMO TOLERABLE	RECHAZADO		
Etiqueta corrida de limpiador de tenis				
Aboyaduras de en envase silicona				
Observaciones				

Figura 17. Panoplias de Calidad. Fuente Elaboración propia.

Disciplina (*Shitsuke*):

- El jefe de producción debe hacer un seguimiento diario o asignar ese seguimiento a algún operario de producción para verificar si están ejecutando la actividad que se plasmó con anterioridad en algún procedimiento o instructivo, esto se debe hacer todos los días y luego se debe hacer como mínimo una vez a la semana hasta cuando se verifique que el personal tiene ha interiorizado esta práctica dentro de su cultura organizacional.
- Después de hacer la solicitud al área de compras para eliminar la bolsa adicional del proceso de envase se debe hacer un seguimiento al proveedor y al proceso para saber qué tan viable es y qué tanta mejora tiene el proceso cuando se quite este paso adicional, o cuando ya se pueda implementar.
- Cuando se haga la capacitación y el acompañamiento, se debe hacer una verificación por el jefe de producción o el analista de calidad en línea en la que se evidencie que el mismo operario este identificando los fallos y el operario de calidad también este haciendo su inspección en línea como se estableció en los procedimientos competentes, esto deben implementarlo por lo menos una vez a la semana y minimizar la revisión paulatinamente a medida que el personal lo va estableciendo como rutina.

- El analista de compras o el jefe de compras puede verificar que se estén revisando las fórmulas de una forma periódica dentro del Excel de requerimiento de materia prima, hasta que vea disminución en los fallos.
- El director debe hacer un seguimiento mensual al formato transaccional para verificar el porcentaje adicional que se debe solicitar en las órdenes de envase de las referencias de la silicona.
- El jefe del auxiliar de mantenimiento debe hacer un seguimiento diario junto a los operarios que manipulan las máquinas para verificar como están haciendo la limpieza y los mantenimientos que se les establecieron en los instructivos anteriores.
- El analista de calidad debe verificar todos los días que el personal operativo de calidad este utilizando las panoplias de calidad adecuadamente para poder minimizar la subjetividad del proceso de liberación.

Montaje de Etiquetadora automática.

Actualmente la línea consta con un máximo de 6 personas y mínimo 3 personas en el proceso de etiquetado manual, las cuales se encargan de recibir las unidades de silicona para autos ya llenas y tapadas con el objetivo de ubicar la etiqueta del producto en cada unidad, aparte de ocupar 6 personas todo el turno en esta operación, presenta demoras en algunos turnos por no tener el equipo requerido para esta finalidad (esto por requerimientos de otras líneas de proceso) y presenta tiempos variables en esta operación por no tener equipos de trabajo fijos que puedan realizar esta operación en los tiempos requeridos (menor rendimiento de algunos operadores teniendo en cuenta el desgaste operativo a lo largo de la jornada).

Actualmente para el etiquetado de 1500 unidades de la referencia 350 ml consta de un tiempo mínimo de operación de 101 minutos y para la referencia 160 ml que etiqueta 2000 unidades toma 98 minutos. Evidenciando un problema por la disponibilidad del personal, el rendimiento operativo y las fallas asociadas a la manipulación manual.

Teniendo en cuenta las razones manifestadas anteriormente en el documento, se plantea el montaje de un equipo automático para esta operación.

El equipo cotizado es el sistema de etiquetado PMS – ROLLER STD de la empresa PACKING MACHINE SOLUTIONS S.A.S. Este equipo consta de un separador de envase para regular la velocidad, si es requerido, de la alimentación de las unidades llenas a la banda de transporte principal la cual es el ingreso al cabezal de etiquetado y el sistema de regulación del etiquetado con su sistema de rotación.

La capacidad del equipo permite etiquetar hasta 60 unidades por minuto desde el momento en que llegan las unidades al separador hasta que las unidades salen de la etiquetadora por la banda de alimentación hacia el acumulador, para efectos de cálculo se tendrá en cuenta el 75% de capacidad del equipo es decir 45 unidades por minuto. El costo del equipo es de \$44.900.000 sin

incluir IVA, incluyen instalación del equipo, el acompañamiento en la puesta en marcha del mismo y la capacitación para el uso de este.

	160 ml		350 ml	
	Actual	Con mejora	Actual	Con mejora
Personal requerido	6	0	6	0
Unidades por minuto Máximo rendimiento	20.3	45.0	14.8	45.0
Tamaño de Lote Máximo de unidades	2000	2000	1500	1500
Tiempo total de etiquetado de lote (Minutos)	98.3	44.4	101.1	33.3

Tabla 9. Análisis inicial de propuestas de mejora. Fuente: Elaboración propia.

Comparando los tiempos teóricos de operación con la implementación del equipo contra los tiempos mínimo de operación actual se observa que con la implementación del equipo se logra reducir el tiempo de proceso de etiquetado hasta un 45.2% para la referencia de 160 ml y hasta un 33.0% para la referencia 350 ml, adicionalmente se liberan 6 personas que pueden ser usadas en otras líneas de proceso aun semiautomáticas.

Por otra parte, con un costo por Hora de \$ 11.412 por colaborador (valor asociado a la MO directa requerida suministrada por la compañía) se puede calcular el ahorro en el costo por concepto de mano de obra directa que se presenta en esta operación unitaria al implementar el equipo por lote fabricado.

160 ML ACTUAL		
Personal requerido	Tiempo de Operación (Horas)	Total
1	1.6	\$ 18,702
2	1.6	\$ 18,702
3	1.6	\$ 18,702
4	1.6	\$ 18,702
5	1.6	\$ 18,702
6	1.6	\$ 18,702
Total	9.8	\$ 112,212

Tabla 10. Análisis de costos Ref. 160ml. Fuente: Elaboración propia.

350 ML ACTUAL		
Personal requerido	Tiempo de Operación (Horas)	Total
1	1.7	\$ 19,238
2	1.7	\$ 19,238
3	1.7	\$ 19,238
4	1.7	\$ 19,238
5	1.7	\$ 19,238
6	1.7	\$ 19,238
Total	10.1	\$ 115,428

Tabla 11. Análisis de costos 350m. Fuente: Elaboración propia.

Ajuste de Operaciones Unitarias Codificación y Acondicionamiento.

Revisando la implementación del equipo anteriormente descrito puede observarse que la reducción drástica del tiempo de proceso de etiquetado conduce a la necesidad de aumentar los tiempos en los procesos posteriores a etiquetado, lo que conlleva a incrementar la velocidad de la banda en el proceso de codificación (Algo posible actualmente con la disponibilidad en planta) y reforzar una persona en el proceso de acondicionamiento final de producto, teniendo en cuenta que la operación consta del embalaje de 24 unidades por caja y la ubicación de dicha caja en estiba. Llevando el proceso de acondicionamiento de 20 unidades por minuto a 45 unidades por minuto.

Ajuste de Operación Unitaria Llenado.

Actualmente el proceso de llenado tiene un rendimiento de 11,9 unidades por minuto para la referencia 160 ml y de 12,5 unidades por minuto para la referencia 350 ml, este equipo puede ser ajustado hasta 32 Unidades por Minuto para la referencia 160 ml y para la referencia 350 ml hasta 24 Unidades por Minuto. Es importante el conocer estos nuevos tiempos de proceso ya que, gracias a la implementación del nuevo equipo, estos tiempos representaran el tiempo total de la operación al ser el nuevo cuello de botella, que se evidencia en la acumulación de unidades en esa estación de la línea de envasado y acondicionamiento. El ajuste en el equipo no se había realizado por parte de la planta ya que el proceso de etiquetado es actualmente el cuello de botella de la operación.

Lograr la capacidad máxima implica que la tolva de dosificación del equipo de llenado siempre tiene que estar con masa para evitar la parada por llenado, lo cual lleva a modificar la forma de trabajo y mantener siempre la tolva de dosificación con masa, esto más asociado con la implementación de la herramienta 5´ s en el área de trabajo.

Se evalúa con el equipo de trabajo la posibilidad de agregar 2 boquillas más de dosificación en el equipo para contribuir a un mayor rendimiento de la máquina, algo que no se había tenido en cuenta por la compañía por el cuello de botella que se manifestaba en la operación de etiquetado. El costo de agregar estas dos boquillas y acondicionar el equipo es de \$7.200.000 usando personal de la compañía para la adecuación. El incremento de las unidades a envasar con esta modificación

sería de hasta 40 unidades por minuto para la referencia 160 ml y de hasta 30 unidades para la referencia 350 ml.

Ajuste de Operación Unitaria Tapado.

Para la operación total actual el rendimiento de esta operación unitaria no presenta problemas para ninguna de las dos referencias en cuanto a tiempos de operación se refiere. Por lo cual no se modificará esta etapa del proceso, se tiene un mínimo de rendimiento de 60 unidades por Minuto.

Propuestas de Mejora

Propuesta A.

Iniciando con la implementación de la herramienta 5's, se instaure un mínimo de unidades (botellas vacías) que pueden ser almacenadas en la zona de envasado (500 unidades), estas unidades estarán en la caja en que vienen embaladas y no tendrán bolsas de empaque individual por lo cual los tiempos de alistamiento serán mínimos (esto en solicitud al proveedor ya que él podrá ahorrar costos en su proceso al no enviar este empaque). El alistamiento de estas unidades no constara de más de 5 minutos para el arranque del equipo de envasado y el personal de acondicionamiento puede ayudar con esta actividad.

De igual manera, para la zona de envasado se mantendrá la política de siempre mantener producto en la tolva de dosificación para evitar paradas por falta de masa, esta operación será realizada por los equipos de preparación que tendrán que configurar válvulas 10 veces por turno para la referencia 160 ml y 15 veces para la referencia 350 ml. Cada recarga a la tolva no tardará más de 6 minutos y para ello la operación de preparación de las masas arrojan tiempos muertos en que el personal puede ser aprovechado para esta operación.

Los tiempos del proceso de envasado serán ajustados tal como se mencionó previamente, dando como resultado un aumento en la cantidad de unidades por minuto.

En cuanto a la zona de tapas tipo spray, se mantendrá un mínimo de 1000 unidades para el arranque de proceso; y el transporte de esta materia prima será realizado por el personal de acondicionamiento. Una operación que no consta de más de 10 minutos y solo tendrá que hacerse una vez más por lote estando en operación de envasado y embalaje. La operación aumentará la cantidad de unidades por minuto a tratar sin afectar el personal operativo involucrado.

Para el actual cuello de botella de la operación, se propone la compra del equipo etiquetadora PMS – ROLLER STD el cual está incorporado con bandas que pueden conectar el proceso desde la tapadora hasta la codificación del producto, aumentando las unidades a tratar por minuto y reduciendo la necesidad de operadores de 6 a 0. La recarga de los rollos de etiqueta estará

a cargo de un colaborador externo a la operación (actividad que no deberá realizar todos los días, preferiblemente alguien del área de mantenimiento).

La banda por donde posteriormente llegarían las unidades ya etiquetadas debe ser ajustada a la velocidad de salida de la etiquetadora para darle continuidad al proceso, lo cual es un ajuste posible por el personal de la compañía. Continúa esta operación sin requerimiento de operadores.

Finalmente, en la operación de acondicionamiento se hace necesario duplicar el personal para suplir las nuevas tareas de suministro ya mencionadas y la nueva velocidad de operación, al tener al final de línea un acumulador se hace posible la continuidad del proceso a pesar de realizar las actividades de patinador (los cual sería entre 2 y 3 veces por lote). Para esta operación quedan designadas 2 personas.

Propuesta B.

La propuesta B además de lo descrito en la propuesta A, incluye el incremento de 2 boquillas en la zona de envasado lo cual aumentaría la capacidad del equipo para tratar mayor número de unidades por minuto, se la deja como otra propuesta por su costo para que pueda ser evaluado por la compañía el rango diferenciador de esta mejora.

Costos de las Propuestas

Costo de Propuesta A: \$54.629.260

Concepto	Cantidad	Costo	Total
Equipo PMS – ROLLER STD	1	\$ 53,431,000	\$ 53,431,000
Capacitación Nuevo Equipo 3 personas sesión de 2 horas cada una	3	\$ 34,236	\$ 102,708
Capacitación Sensibilización equipo de Trabajo 6 personas Una hora cada sesión	12	\$ 91,296	\$ 1,095,552
Total			\$ 54,629,260

Tabla 12. Costos propuesta A. Fuente: Elaboración propia.

Costo de Propuesta B: \$61.829.260

Concepto	Cantidad	Costo	Total
Equipo PMS – ROLLER STD	1	\$ 53,431,000	\$ 53,431,000
Ajuste y equipos para dos boquillas en envasadora	1	\$ 7,200,000	\$ 7,200,000
Capacitación Nuevo Equipo 3 personas sesión de 2 horas cada una	3	\$ 34,236	\$ 102,708
Capacitación Sensibilización equipo de Trabajo 6 personas Una hora cada sesión	12	\$ 91,296	\$ 1,095,552
Total			\$ 61,829,260

Tabla 13. Costos propuesta B. Fuente: Elaboración propia.

La capacitación de sensibilización se realizará por 6 meses para 5 colaboradores de la línea y el supervisor de producción, 2 veces por mes.

Propuesta de indicadores

1. Si se mantienen las actividades propuestas, el tiempo real de proceso no debería variar en más de un 5% con respecto al tiempo estándar o teórico, esto sin presentarse fallas de equipos puntuales. Por lo cual, se hace necesario realizar seguimiento a esos tiempos de proceso para cada lote.

$$\text{Eficiencia de la Operación} = \frac{\text{Tiempo real total de la Operación}}{\text{Tiempo estándar de la Operación}} * 100\%$$

De tener valores por debajo del 95%, se hace necesario un análisis de causas para encontrar el factor que ocasiona la demora en la línea.

3.3 Objetivo 3

Análisis de las propuestas

Tiempos de operación

		ACTUAL		CON MEJORA A		CON MEJORA B	
REFERENCIA		160 ml	350 ml	160 ml	350 ml	160 ml	350 ml
LOTE (Kg)		320,0	525,0	320,0	525,0	320,0	525,0
UNIDADES TOTALES		2000,0	1500,0	2000,0	1500,0	2000,0	1500,0
NUMERO DE INYECCIONES A LA TOLVA		8,0	13,1	8,0	13,1	8,0	13,1
TIEMPOS REQUERIDOS	LLENADO (Minutos)	168,6	119,7	62,5	62,5	50,0	50,0
	TA PADO (Minutos)	180,0	119,7	33,3	25,0	33,3	25,0
	ETIQUETADO (Minutos)	98,3	101,1	44,4	33,3	44,4	33,3
	CODIFICADO Y ACONDICIONAMIENTO (Minutos)	100,0	75,0	44,4	33,3	44,4	33,3
	TOTAL, DE OPERACIÓN (Minutos)	168,6	119,7	62,5	62,5	50,0	50,0
Horas		2,8	2,0	1,0	1,0	0,8	0,8

Tabla 14. Análisis tiempo de operación. Fuente: Elaboración propia.

Costeo

Costos actuales

Costo por unidad	160 ml	Porcentaje de participación	350 ml	Porcentaje de participación
MP	\$ 965	71.3%	\$ 2,228	84.3%
CIF	\$ 222	16.4%	\$ 257	9.7%
MOD	\$ 167	12.3%	\$ 158	6.0%
Total	\$ 1,354		\$ 2,643	
Precio de Venta	\$ 4,824	-	\$ 10,311	-
Utilidad	\$ 3,470	-	\$ 7,668	-
Porcentaje de utilidad	71.9%	-	74.4%	-

Tabla 15. Análisis costos actuales. Fuente: Elaboración propia.

Costos con Propuesta A

Costo por unidad	160 ml	Porcentaje de participación	350 ml	Porcentaje de participación
MP	\$ 965	79.2%	\$ 2,228	88.2%
CIF	\$ 222	18.2%	\$ 257	10.2%
MOD	\$ 31	2.5%	\$ 41	1.6%
Total	\$ 1,218		\$ 2,526	
Precio de Venta	\$ 4,824	-	\$ 10,311	-
Utilidad	\$ 3,606	-	\$ 7,785	-
Porcentaje de utilidad	74.8%	-	75.5%	-

Tabla 16. Análisis costos propuesta A. Fuente: Elaboración propia.

Costos con Propuesta B

Costo por unidad	160 ml	Porcentaje de participación	350 ml	Porcentaje de participación
MP	\$ 965	79.6%	\$ 2,228	88.5%
CIF	\$ 222	18.3%	\$ 257	10.2%
MOD	\$ 25	2.0%	\$ 33	1.3%
Total	\$ 1,212		\$ 2,518	
Precio de Venta	\$ 4,824	-	\$ 10,311	-
Utilidad	\$ 3,612	-	\$ 7,793	-
Porcentaje de utilidad	74.9%	-	75.6%	-

Tabla 17. Análisis costos propuesta B. Fuente: Elaboración propia.

RETORNO SOBRE LA INVERSION (ROI)

Con los datos suministrados por la empresa se tienen las unidades promedio que son requeridas por mes para cada una de las referencias, por lo cual se puede hacer una aproximación del tiempo requerido con la implementación y con ello poder plantear el tiempo requerido para la recuperación de la inversión con las diferentes propuestas.

Referencia	160 ml	350 ml
Unidades a producir al mes promedio	7133	7668
Lotes requeridos	3.6	5.1
Tiempo total Actual (Horas)	10.0	10.2
Tiempo total Propuesta A (Horas)	3.7	5.3
Tiempo total Propuesta B (Horas)	2.9	4.3

Tabla 18. Total, tiempos de proceso por mes. Fuente: Elaboración propia.

Revisando los datos históricos de la compañía, se tiene que del total de producción de silicona para autos un 48.2% es de la referencia 160 ml y de un 51.8% de la referencia 350 ml, por lo cual:

$$ROI (Propuesta x) = \frac{Ganancia - Costo de la inversión x}{Costos de la inversión x} \times 100$$

Para la ganancia estimada para las propuestas, se analiza un comportamiento similar de unidades vendidas mensuales por 5.5 años y se tienen en cuenta la ganancia que acarrea la disminución del costo en cada propuesta.

PROPUESTA A		
	160 ml	350 ml
Unidades estimadas	3566.5	3834.0
Ganancia estimada x mes	\$ 485,757	\$ 448,578
Meses	66	
Ganancia Total	\$ 61,666,130	
Costo de la Inversión propuesta A	\$ 54,629,260	
ROI	12.9%	

PROPUESTA B		
	160 ml	350 ml
Unidades estimadas	3566.5	3834.0
Ganancia estimada x mes	\$ 507,870	\$ 480,017
Meses	66	
Ganancia Total	\$ 65,200,502	
Costo de la Inversión propuesta B	\$ 61,829,260	
ROI	5.5%	

Tabla 19. Retorno de inversión de las propuestas. Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de las propuestas

Con el objetivo de tener diferentes enfoques para escoger la mejor propuesta para la compañía, se realiza la evaluación de las dos propuestas desde los aspectos de viabilidad, consistencia y desarrollo. Para esta evaluación se tienen en cuenta las opiniones y calificaciones dadas por los autores y también por los involucrados en el proceso (jefe de mantenimiento, jefe de planta, Analista, Operadores y Gerente).

ESCALA	
ALTO	5
MEDIO ALTO	4
MEDIO	3
MEDIO BAJO	2
BAJO	1

Tabla 20. Escalas de calificación. Fuente: Elaboración propia.

Viabilidad														
	Jefe de Mantenimiento		Jefe de Planta		Analista calidad		Operadores		Gerente		Directora técnica		Evaluador 01	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Propuesta técnica	4	5	4	5	4	5	4	4	5	5	5	4	4	5
Económica	5	4	5	4	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5
Social	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5
Política	4	5	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4

Consistencia														
	Jefe de Mantenimiento		Jefe de Planta		Analista calidad		Operadores		Gerente		Directora técnica		Evaluador 01	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Compromiso	5	5	5	5	4	5	3	5	5	5	5	4	5	5
Adaptación	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5
Capacitación	4	4	5	5	5	5	4	4	3	4	4	4	5	4
Comunicación	4	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5	4	4	4

Desarrollo														
	Jefe de Mantenimiento		Jefe de Planta		Analista calidad		Operadores		Gerente		Directora técnica		Evaluador 01	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Identidad	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5
Finalidad	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5
Autonomía	4	5	4	5	5	5	3	5	4	4	5	5	5	5
Autocontrol	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5

Tabla 21. Evaluación de aspectos de propuestas. Fuente: Elaboración propia.

	A	B
Viabilidad	4.4	4.5
Consistencia	4.5	4.5
Desarrollo	4.6	4.7
Promedio	4.5	4.6

Tabla 22. Resultados de evaluación. Fuente: Elaboración propia.

4. Conclusiones

Con la implementación del objetivo uno, se logró identificar el estado del proceso actual de la línea de envasado de silicona para autos de la empresa productos floresta S.A.S, en donde por medio de diagramas de flujo y diagramas de hilos, se logró identificar las etapas de trabajo en donde se evidencian las esperas prolongadas o de mayor afectación a los tiempos totales de proceso.

En el análisis que se realizó con la teoría del despilfarro se pudo concluir que el coeficiente con mayor valor y por ende con mayor afectación para el proceso estudiado fue el relacionado a la parte gerencial y de dirección donde se evidencia que la mayoría de demoras, esperas o problemas identificados inician desde los líderes de la operación. Se identificó también en la operación, y en menor medida, que la operación de etiquetado presenta tiempos variables y es el cuello de botella del proceso actual

En el objetivo 2 se propusieron diversas herramientas de mejora, cambio de posiciones e implementación de equipos que ayudaran a subsanar las demoras y esperas evidenciadas en el objetivo uno, se utilizó la herramienta 5'S para poder organizar los tiempos de operación y poder así cumplir con el objetivo planteado al inicio del proyecto.

La implementación de un nuevo equipo en el proceso de etiquetado, reduce de manera notoria los tiempos de envasado, los tiempos de operación, disminuye el personal requerido y aumenta la utilidad del producto.

Las dos propuestas de mejora, tanto la A como la B, reducen los tiempos requeridos del proceso desde un 35,7% hasta un 28,6% del tiempo total respectivamente y que se requiere en la actualidad.

Se encontró en el desarrollo del trabajo, la posibilidad de aumentar la capacidad del equipo de envasado.

Con el indicador propuesto en el desarrollo del trabajo, se evidenció que es posible el control de la operación con base en los tiempos totales del proceso.

Las propuestas planteadas al final del objetivo dos, mejoran la utilidad de los productos hasta en un 3%.

La recuperación de la inversión requerida en las dos propuestas se evidencia a los 5.5 años de la implementación, esto sin tener en cuenta que se tiene personal libre que puede apoyar otras líneas de trabajo gracias a la disminución de los tiempos totales de proceso y que pueden llegar a incrementar las unidades producidas en otras líneas disminuyendo los costos en otros productos.

Los tiempos de operación reducidos encontrados con las dos propuestas llevan a pensar en un incremento de la producción de unidades para su comercialización, lo cual generaría una mayor ganancia para la compañía y una recuperación en menor tiempo de la propuesta de mejora; esto en coordinación con el comportamiento del mercado.

La evaluación de las propuestas por parte de los autores y del equipo de trabajo seleccionan a la B como la propuesta mejor calificada, esto sin desconocer su proximidad en calificación con la propuesta A.

La propuesta B, si bien es la que mayor tiempo demora en recuperar la inversión con respecto a la propuesta A, es la recomendada para la compañía ya que el costo adicional entre una y otra no es significativa, y los tiempos reducidos y la capacidad que se adquiere al proceso pueden ser un factor decisivo al momento de ofrecer productos en el crecimiento que espera la compañía.

Mantener las nuevas políticas de operación en la línea de envasado además de generar los resultados positivos en capacidad y tiempos de operación en la línea, pueden ser metodologías fácilmente aplicables a otras líneas de proceso que actualmente tiene la compañía.

5. Referencias

- Ariza, C., Ramírez, A., & Valledo, M. (2015). Análisis del sector cosmetológico y artículos de aseo. *Empresa Strategik LTDA*.
- Espinosa, C. J., Sebastián, G., & Ortiz Gutiérrez, F. (2022). *Propuesta de mejora para aumentar la capacidad de producción en una empresa del sector químico*.
- Ministerio de comercio, industria y turismo. (2023). *Industria automotriz / Invierta en Colombia*. Procolombia.
<https://investincolombia.com.co/es/sectores/manufacturas/automotriz>
- Acoplásticos. (2014). UN NUEVO IMPULSO A LA INDUSTRIA MANUFACTURERA COLOMBIANA PANORAMA, RETOS Y 50 RECOMENDACIONES DE POLÍTICA.
- Floresta. (2023, March 18). Productos Floresta - Inicio. <https://www.productosfloresta.com/>
- Centro de formación técnica para la industria. (2023, June 4). Mantenimiento productivo total.
- Cruelles, J. (2018). PRODUCTIVIDAD INDUSTRIAL. Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua (R. Sayas, Ed.; Segunda edición).
- Escalante Torres, O. E. (2021). Modelo de balance de línea para mejorar la productividad en una empresa de procesamiento de vidrio templado. *Industrial Data*, 24(1), 219–242.
<https://doi.org/10.15381/idata.v24i1.19814>
- Estrada, D., & Restrepo, D. (2019). Plan de mejoramiento de la productividad en el área de producción de la compañía Autocarpet S.A.S.
- López, H. (2020). 05 LAS 5S, HERRAMIENTA INNOVADORA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD. <https://orcid.org/0000-0002-1251-2738>.
- Pinilla, R. (2019). METODOLOGÍA PARA LA MITIGACIÓN DE TIEMPOS MUERTOS EN PROCESOS DE OUTSOURCING.
- Por Bachiller, P., David,;, Silva, A., Carrera Profesional, Y., & Internacionales, N. (2017). Implementación de TPM (mantenimiento productivo total) para una planta industrial de telares.

- Procolombia. (2020). El crecimiento del sector de aseo y cosméticos en Colombia continúa. <https://prensa.procolombia.co/colombia-hoy/el-crecimiento-del-sector-de-aseo-y-cosmeticos-en-colombia-continua>.
- Ruiz, H. (2016). Estudio de métodos de trabajo en el proceso de llenado de tolva para mejorar la productividad de la empresa Agro semillas Don Benjamín E.I.R.L.
- Samper Jimena, & Heshuslus Karen. (2010). Industria de cosmética y de aseo en Colombia. www.andi.com.co.
- Santiago, H. (2018). HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DE CALIDAD. www.conlicencia.com.
- Vásquez, E. (2017). Mejoramiento de la productividad en una empresa de confección sartorial a través de la aplicación de ingeniería de métodos.
- Verdugo, J. (2022). Aplicación del método Kanban en las arroceras de la provincia del Guayas para la mejora de la eficiencia productiva.
- Velezmoro, A. (2023). Desarrollo e implementación de la metodología de mejora continua en una mype metalmecánica para mejorar la productividad.
- Cruelles, J. (2010). LA TEORIA DE LA MEDICIÓN DEL DESPILFARRO. (R. Sayas, Ed.; Segunda edición).
- Fractall. (2023). El secreto del éxito en el TPM: Mantenimiento autónomo. <https://www.fracttal.com>