



**Propuesta para la reducción de tiempos en el cambio de formato de las
embandejadoras de la línea 5 de la Cervecería del Valle mediante la metodología SMED**

Nombre del estudiante

Oswaldo Soto Cardona

Julián Gómez Jaramillo

Director:

M.Sc. Juan Sebastián Martínez Grisales

Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano

Ingeniería Industrial

Bogotá D.C., Colombia

2025

ÍNDICE

Contenido

1. Introducción.....	5
2. Resumen del proyecto.....	6
3. Abstract.....	8
4. Título de la propuesta.....	10
5. Formulación del Problema.....	10
6. Pregunta de investigación.....	18
7. Objetivos.....	18
7.1 Objetivo General.....	18
7.2 Objetivos Específicos.....	18
8. Justificación.....	19
9. Estado del arte.....	20
10. Metodología.....	26
10.1 Enfoque y diseño de estudio.....	26
10.2 Diseño metodológico.....	27
10.2.1 Desarrollo de los instrumentos.....	27
10.2.2 Componente ético.....	28
11. Marco teórico.....	28
11.1 Leang Manufacturing.....	29
11.2 Metodología 5s.....	30
11.3 SMED.....	32
11.4. OEE.....	35
11.5 Modelo 3M de lean manufacturing (Toyota).....	38
12. Marco conceptual.....	46
12.1 Metodología SMED.....	46
12.2 Diagrama de proceso.....	46
12.3 KPI'S (Key Performance Indicador).....	47
12.4 Paradas inesperadas de los equipos.....	47
12.5 Paradas inesperadas de operación.....	47
12.6 Mantenimiento preventivo.....	48

13 Marco legal.	48
14. Estructura del proyecto.	49
14.1 Fase 1 Describir	49
14.2 Fase 2 Desarrollo de la metodología.....	49
15. Ejecución del proyecto.....	50
16. Resultados.	59
16.1 Estado actual del proceso.....	59
16.2 Causas humanas y mecánicas que generan pérdidas de tiempo que afectan la eficiencia del proceso.	67
16.3 Aplicar el SMED para identificar condiciones y acciones que permitan reducir los tiempos y mejorar la productividad.	72
16.4 Evaluar el impacto de SMED en la reducción de tiempos y eficiencia de la línea.....	76
17. Conclusiones.	80
18. Recomendaciones	81
19. Referencias.....	82

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Tabla 1 GLY Meses cambio de formato póker 473ml a stella artois 269ml	12
Tabla 2 Tiempos de producción paletizadora línea 5	13
Tabla 3 Plan de producción (SKU) que evidencia el tiempo de cambio de formato de 269ml a 473ml.	16
Tabla 4 Herramientas necesarias y check list de la embandejadora.	52
Tabla 5 Lección de un punto.....	53
Tabla 6 Descripción del proceso actual, distribución de tareas y tiempos asociados al cambio de formato.....	59
Tabla 7 Tablas de tareas internas y externas del proceso de cambio de formato	64
Tabla 8 Análisis del proceso de cambio de formato antes de implementar el SMED	66
Tabla 9 Diagrama hombre máquina.....	67
Tabla 10 Análisis Diagrama hombre máquina.....	71
Tabla 11 Resultados de la clasificación de operaciones internas y externas	73
Tabla 12 Mejoras en las actividades internas.....	74
Tabla 13 Distribución del tiempo de los implicados en el proceso de cambio de formato	76
Tabla 15 Proyección comparación productividad antes y después del SMED.....	77

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1 Comparación del GLY línea 5- Cervecería del valle (2025)	14
Grafica 2 Análisis del GLY y su relación con los cambios de formato en la línea 5 de la Cervecería del Valle (enero–agosto de 2025)	15
Grafica 3 Producción vs Tiempos de Cambio de Formato – Tren 5	17
Grafica 4 Cambio de formato vs producción.....	58
Grafica 5 Proyección de resultados para enero de 2026 tras la implementación.	77
Grafica 6 Evidenciar como la aplicación de la metodología SMED influye en la mejora del proceso.	79

1. Introducción.

En los últimos años ha habido un interés creciente en la industria por la búsqueda de procesos productivos más eficientes, eficaces que no solo logren hacer el trabajo de una forma más sencilla sino buscar formas de disminuir recursos y procesos, para llevar al consumidor un producto final con grandes estándares de calidad y a un mejor precio, la competencia en la industria no se basa solo en el precio si no en calidad, por tal motivo las organizaciones deben buscar estandarización en los procesos y mejoras continuas.

A esta citación no es ajena la Cervecería del Valle propiedad de la multinacional Bavaria, ubicada en Yumbo Valle del Cauca, se dedica principalmente a la producción y distribución de cervezas y maltas en Colombia, a pesar de su tecnología de última generación, de contar con una de las plantas más modernas de la multinacional y de ofrecer a la industria colombiana diferentes productos (Águila, Club Colombia, Póker, Pilsen y Pony Malta) en el proceso, exactamente en la línea número 5 de las embandejadoras existe un cuello de botella que afecta el rendimiento, pérdidas de tiempo productivo, costos elevados, restricción en la flexibilidad de la planta.

En este documento se busca proponer una reducción de tiempos en el cambio de formato de la embandejadora de la línea número cinco, para plantear las mejoras se trabaja con la metodología **SMED** la cual busca disminuir los tiempos radicalmente, el propósito es realizar la gran mayoría de tareas mientras la maquina esta en uso y aminorar al máximo las tareas con la maquina parada, al disminuir el tiempo se ayuda a aumentar eficiencia, flexibilidad y a optimizar recursos.

A través de un análisis en la línea número 5 de embandejadoras, se analizan diferentes factores que afectan su productividad y buen desempeño, el desafío más grande son los tiempos

muertos y demoras para hacer el cambio de formato, donde se identifican diferentes factores como falta de estandarización, organización en el área, se emplearan herramientas de ingeniería industrial para diagnosticar y proponer mejoras operativas y mecánicas que brinden solución a los puntos críticos.

2. Resumen del proyecto.

Con la propuesta de la implementación de la metodología (SMED), se desea lograr minimizar los desperdicios de tiempos muertos en el proceso del cambio de formato en la línea número 5 en la zona de embandejadoras de la Cervecería del Valle, planta perteneciente a Bavaria (AB InBev) ubicada en Yumbo, Valle del Cauca. Esta situación genera cuellos de botella que afectan la eficiencia global de la línea (GLY), ocasionando pérdidas de tiempo productivo, altos costos y limitando la flexibilidad operativa de la planta.

Actualmente, la línea número 5 presenta un promedio de GLY del 62,58%, un porcentaje bajo teniendo en cuenta que la meta corporativa es del 80,2%. Una parada de 60 minutos en la zona de paletizadoras representa pérdidas económicas aproximadas de \$322.560.000. En un cambio de formato se puede llegar a presentar tiempos hasta de 180 minutos, al analizar las cifras anteriores se puede concluir el desafío al cual se enfrenta la Cervecería del Valle.

En el entorno industrial actual, vemos que la competitividad y la demanda del mercado nos obliga a tener procesos productivos cada vez más eficientes, el cambio de formato en la línea

5, representa una de las causas de pérdida de tiempo productivo, provocando directamente pérdidas económicas.

Las principales causas identificadas son:

- Falta de procedimientos estandarizados.
- Tiempos excesivos en ajustes manuales (cambio de guías, dedos, contra dedos, calibraciones, ensayos de estabilidad).
- Limitada coordinación entre áreas de apoyo.

Para dar solución, se propone la aplicación de la metodología SMED (Single Minute Exchange of Die) desarrollada por el ingeniero Shigeo Shingo en Toyota en el siglo XX, que permite transformar actividades internas en externas y optimizar las operaciones para reducir tiempos en el proceso. SMED es una derivación de la estrategia de las 5s (en definitiva, busca aumentar la eficiencia, reducir los desperdicios y crear un ambiente de trabajo más seguro), lo cual conlleva a recomendar esta estrategia para hacer la propuesta más viable y sencilla.

El objetivo general es proponer un diseño para reducir los tiempos en el cambio de formato de la línea número 5 de la Cervecería del Valle mediante la metodología SMED para incrementar la productividad y eficiencia del proceso. Se empleará un enfoque mixto, combinando análisis cuantitativo de tiempos reales, basados en la observación y documentación técnica.

Se espera que al implementar la propuesta de la metodología SMED, se logre:

- Reducción significativa en tiempos de cambio de formato.
- Incremento del GLY hacia la meta corporativa.

- Disminución de pérdidas económicas por paradas prolongadas.
- Estandarización del proceso.

Palabras clave: GLY, SMED, PROCESO, PRODUCTIVIDAD

3. Abstract.

The proposed implementation of the SMED methodology aims to minimize downtime waste in the format change process on line number 5 of the Valle brewery's tray packing machine, a plant belonging to Bavaria (AB InBev) located in Yumbo, Valle the Cauca. This situation creates bottlenecks that affect the overall efficiency of the line (GLY), causing losses in productive time, high costs, and limiting the plant's operational flexibility.

Currently, line number 5 has an average GLY of 62.58%, a low percentage considering that the corporate goal is 80.2%. A 60-minute stoppage in the palletizing area represents economic losses of approximately \$322,560,000. A format change can take up to 180 minutes. Analyzing the above figures, we can conclude the challenge facing the Valle brewery.

In today's industrial environment, we see that competitiveness and market demand are forcing us to have increasingly efficient production processes. At the Valle brewery, the format change on line 5 is one of the causes of lost production time, directly leading to economic losses.

The main causes identified are:

- Lack of standardized procedures.
- Excessive time spent on manual adjustments (changing guides, fingers, counter fingers, calibrations, stability tests).
- Limited coordination between support areas.

To solve this problem, we propose applying the SMED (Single Minute Exchange of Die) methodology developed by engineer Shigeo Shingo at Toyota in the 20th century, which allows internal activities to be transformed into external ones and optimizes operations to reduce process times. SMED is a derivation of the 5S strategy (ultimately seeking to increase efficiency, reduce waste, and create a safer working environment), which leads us to recommend this strategy to make the proposal more viable and straightforward.

The overall objective is to propose a design to reduce format changeover times on line number 5 at the Valle brewery using the SMED methodology to increase productivity and process efficiency. A mixed approach will be used, combining quantitative analysis of actual times based on observation and technical documentation.

By implementing the proposed SMED methodology, the following is expected to be achieved:

- Significant reduction in format changeover times.
- Increase in GLY towards the corporate goal.
- Reduction in economic losses due to prolonged downtime.
- Standardization of the process.

Keywords: GLY, SMED, PROCESS, PRODUCTIVITY

4. Título de la propuesta.

Propuesta para la reducción de tiempos en el cambio de formato de las embandejadoras de la línea 5 de la Cervecería del Valle mediante la metodología SMED

5. Formulación del Problema.

La Cervecería del Valle es una planta de producción cervecera que opera bajo la dirección de Bavaria, es la principal compañía de bebidas de Colombia, con más de 130 años de historia, que fabrica y comercializa bebidas alcohólicas y no alcohólicas, siendo líder en el sector, contribuyendo a la economía y el desarrollo del país; La empresa, parte del grupo multinacional AB InBev (AB InBev (Anheuser-Busch InBev) es la cervecera más grande del mundo, con sede en Bélgica, que produce y comercializa un gran portafolio de marcas y cervezas a niveles globales y locales)

Opera varias cervecerías y malterías en Colombia una de ellas es la Cervecería del Valle es una planta de producción de cerveza colombiana, ubicada en Yumbo, Valle del Cauca.

Como una de las plantas más modernas y con mayor capacidad productiva de Bavaria—AB InBev en América Latina, busca mantener altos niveles de eficiencia productiva y cumplir con los indicadores globales establecidos por la compañía. Sin embargo, en la línea 5, destinada al envasado de cerveza en lata, se ha identificado una problemática recurrente relacionada con

los tiempos de cambio de formato en la zona de embandejadoras, especialmente en las transiciones entre presentaciones de 269 ml a 473 ml o 330 ml. (Cervecería del valle, 2025)

Estos cambios de formato, conocidos como **changeover o CAFO**, presentan en la actualidad duraciones superiores a los estándares definidos por la organización. Como consecuencia, se generan **cuellos de botella** que impactan de manera directa en la **eficiencia global de la línea (GLY)**.

Entre las causas más relevantes de estas demoras se encuentran la ausencia de procedimientos estandarizados, la necesidad de ajustes manuales extensivos (cambio de guías, dedos, contra dedos, calibraciones, ensayos de estabilidad), así como la limitada coordinación entre las áreas de apoyo durante la ejecución de los cambios. Estos factores prolongan la duración de la operación y aumentan la variabilidad de los resultados. consecuencia, la empresa enfrenta disminución de productividad, mayores costos por ineficiencia y una menor competitividad en el mercado.

Resolver esta problemática es clave para mejorar la eficiencia productiva, optimizar recursos y garantizar una operación flexible que responda oportunamente a los requerimientos de producción.

Tabla 1 GLY Meses cambio de formato póker 473ml a stella artois 269ml

AÑO	2025			
GLY	Febrero Semana 6	Marzo Semana 13	Junio Semana 24	Agosto Semana 35
L1	84,23%	85,26%	90,42%	88,91%
L2	92,40%	63,29%	96,20%	92,51%
L3	97,87%	91,50%	87,94%	95,30%
L4	92,33%	91,15%	92,37%	92,90%
L5	61,44%	60,20%	63,29%	65,40%

Fuente: cervecería del valle

Notas: GLY Indicador de eficiencia operativa

En la anterior tabla se observa el comportamiento del GLY correspondientes a la línea de producción de durante algunas semanas del año 2025, este indicador refleja la eficiencia global de cada línea, vemos que la línea 1,2,3 y 4 mantienen valores estables con promedios entre 86% y 93% lo que demuestra un adecuado desempeño operativo.

Por el contrario, la línea 5 presenta un GLY promedio de 62,58% muy bajo de la meta corporativa establecida en 80,2% evidenciando una baja eficiencia durante las semanas analizadas, esta disminución de rendimiento es principalmente enfocada a los cambios de formato en la presentación de 269 cm³

Tabla 2 *Tiempos de producción paletizadora línea 5*

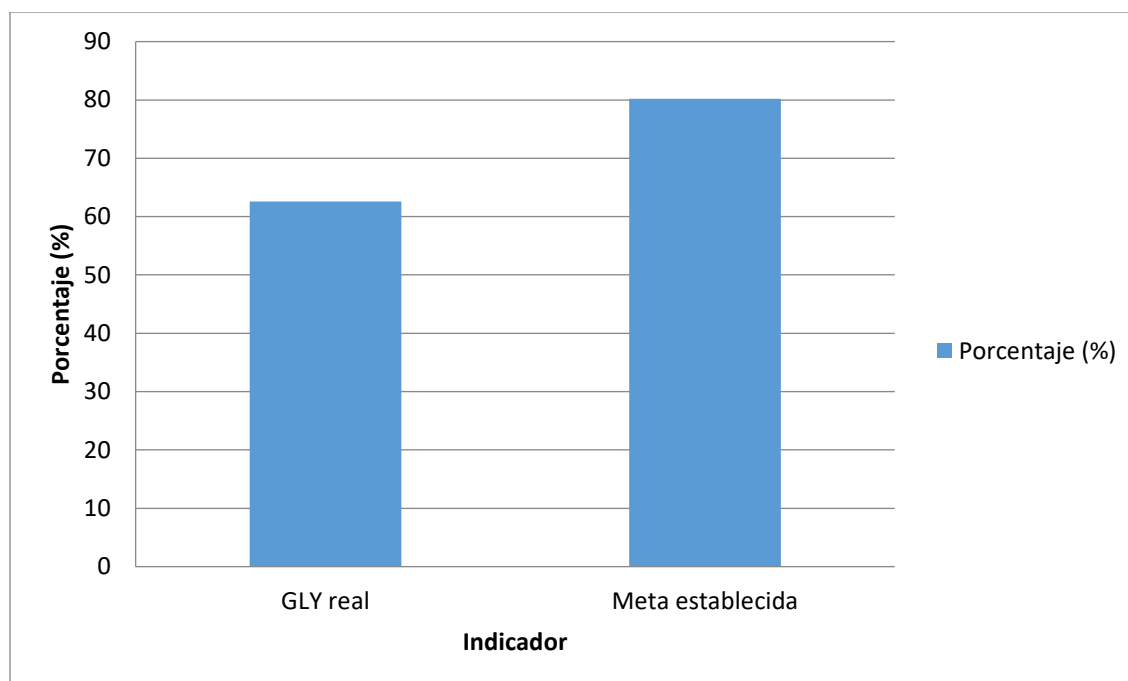
Producción por minutos en paletizadora	Unidades por estiba	Estibas en Contador paletizadora	Costo por estiba
2	2880	1	\$ 10.080.000,00
60	92160	32	\$ 322.560.000,00

Precio unidad en lata	\$3500
-----------------------	--------

Fuente: Elaboración propia

En la cervecería del Valle el conteo de pallets por minutos y horas es eficaz para la salida de producto existente es decir que por 60 minutos de parada de esta máquina representaría monetariamente \$322.560.000,00, representando cómo promedio un GLY en la línea en el año 2025 de un 62,58%, muy lejos de la meta establecida por la empresa de 80,2%, es por eso que se requiere disminuir el tiempo de CAFO y aumentar el % de GLY en la línea 5 en la Cervecería del Valle.

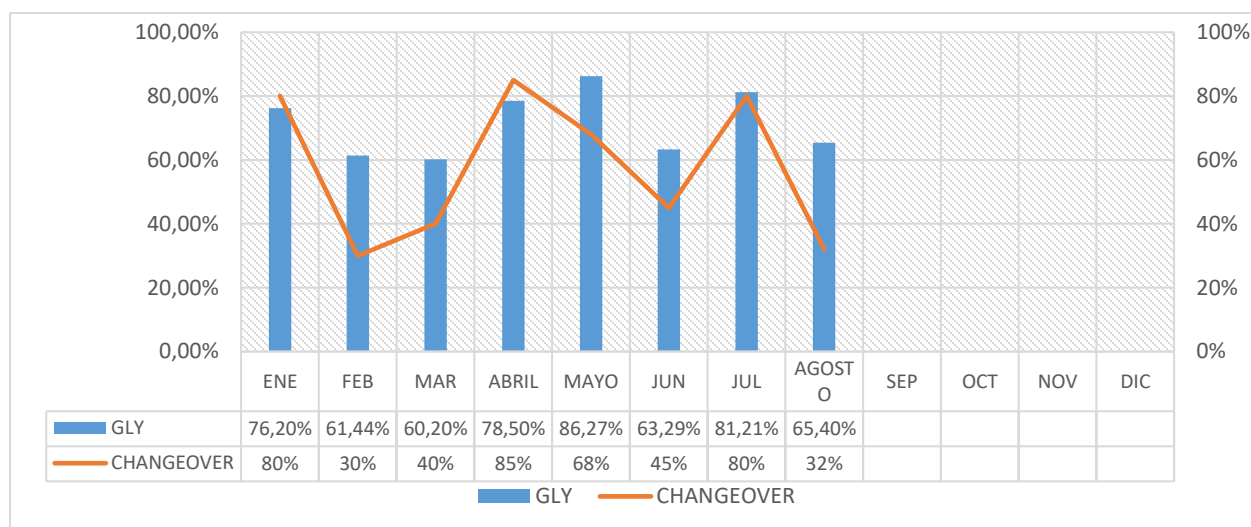
Grafica 1 Comparación del GLY línea 5- Cervecería del valle (2025)



Fuente: Elaboración propia

Se presentan las tablas de lo anterior con algunos meses del 2025

Grafica 2 *Análisis del GLY y su relación con los cambios de formato en la línea 5 de la Cervecería del Valle (enero–agosto de 2025)*



Fuente: Elaboración propia

Al observar las tendencias mensuales del indicador GLY frente al porcentaje de tiempo perdido en cambios de formato, se identifica una relación inversamente proporcional: en los meses donde los tiempos de **changeover** aumentan, la eficiencia de la línea disminuye.

En febrero, marzo, junio y agosto del presente año se evidencia que la eficiencia de la línea se ve comprometida por la frecuencia de ajustes en los cambios de formato, lo cual valida la necesidad de optimizar esta operación para mejorar la disponibilidad de la máquina y asegurar el cumplimiento del plan de producción.

Por lo tanto, surge la necesidad de analizar, de implementar una metodología ya sea con parámetros comprobados para arranque de proceso o nuevas tecnologías las cuales nos permita

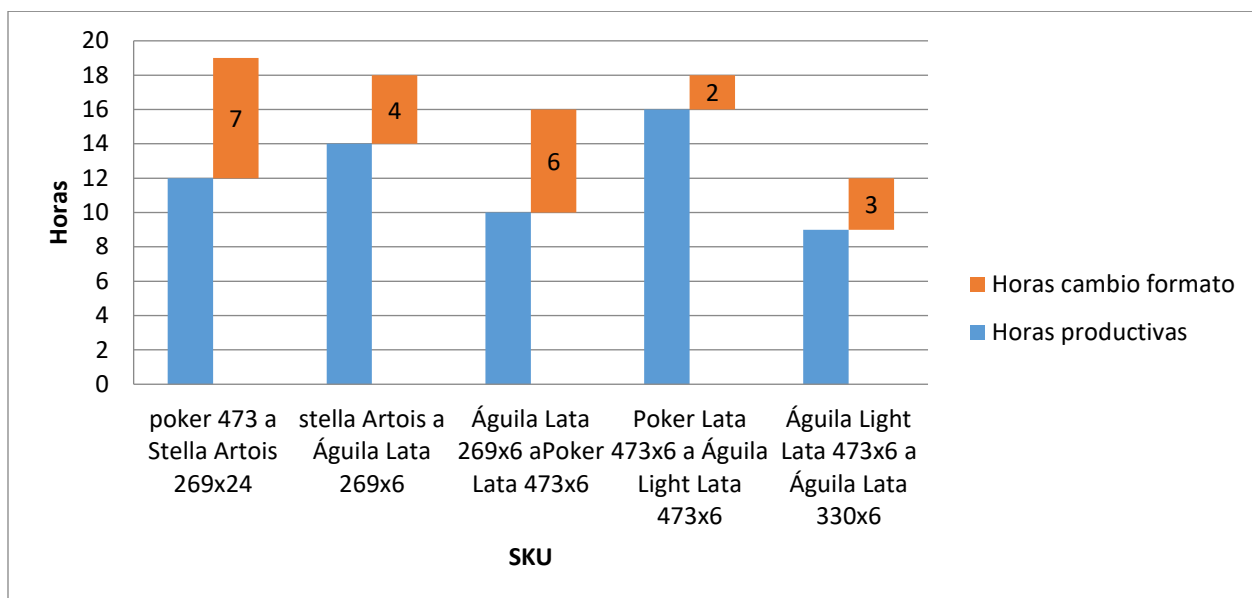
reducir el tiempo a la hora de realizar el cambio de formato en las embandejadoras, con el fin de optimizar el proceso, mejorar la eficiencia productiva y garantizar una mayor flexibilidad operativa en la línea.

Tabla 3 Plan de producción (SKU) que evidencia el tiempo de cambio de formato de 269ml a 473ml.

TREN-5							
CÓDIGO	SKU	ENVASADORAS		PRODUCCIÓN		UDS	HI
		Hr Inicia	Hr Termina	Unidades	Hectolitros		
20466	STELLA ARTOIS 269 X 24	3:00:53	6:00:00	128996	347	817844	2200
20466	STELLA ARTOIS 269 X 24	6:00:00	14:00:00	345725	930		
20466	STELLA ARTOIS 269 X 24	14:00:00	21:56:46	343123	923		
	DPA - Primary package - Cambio de empaque primario	21:56:46	1:56:46	0	0		
9909	AGUILA LTA 269CC X 6	1:56:46	6:00:00	328253	883	734201	1975
9909	AGUILA LTA 269CC X 6	6:00:00	11:00:37	405948	1092		
	DPA - Primary package - Cambio de empaque primario	11:00:37	17:00:37	0	0		
5630	Aguila Lta 473CC X 6	17:00:37	22:00:00	265539	1256	914376	4325
5630	Aguila Lta 473CC X 6	22:00:00	6:00:00	425581	2013		
5630	Aguila Lta 473CC X 6	6:00:00	10:11:52	223256	1056		
	DPA - Material / supplier changes - Cambios de material/proveedor	10:11:52	11:41:52	0	0		
5150	Poker Lta 473cc X 6	11:41:52	14:00:00	122410	579	634249	3000
5150	Poker Lta 473cc X 6	14:00:00	22:00:00	425581	2013		
5150	Poker Lta 473cc X 6	22:00:00	23:37:11	86258	408		
	DPA - Primary package - Cambio de empaque primario	23:37:11	1:37:11	0	0		
5632P	Aguila LIGHT Lta 473cc X 6	1:37:11	6:00:00	232981	1102	1818181	8600
5632P	Aguila LIGHT Lta 473cc X 6	6:00:00	14:00:00	425581	2013		
5632P	Aguila LIGHT Lta 473cc X 6	14:00:00	22:00:00	425581	2013		
5632P	Aguila LIGHT Lta 473cc X 6	22:00:00	3:50:53	311205	1472		
	DPA - Programmed maintenance activities - Actividades de mantenimiento progr	3:50:53	11:50:53	0	0		
5632P	Aguila LIGHT Lta 473cc X 6	11:50:53	14:00:00	114588	542		
5632P	Aguila LIGHT Lta 473cc X 6	14:00:00	19:47:45	308245	1458		
	DPA - Primary package - Cambio de empaque primario	19:47:45	22:47:45	0	0		
2174	Aguila Lta 330cc X 6	22:47:45	6:00:00	492727	1626	666666	2200
2174	Aguila Lta 330cc X 6	6:00:00	8:32:32	173939	574		
	DPA - Liquid changes - Cambio de Liquido	8:32:32	10:02:32	0	0		
1428	Poker Lta 330cc X 6	10:02:32	14:00:00	210606	695	1333334	4400
1428	Poker Lta 330cc X 6	14:00:00	22:00:00	425455	1404		

Fuente: Cervecería del valle

Grafica 3 Producción vs Tiempos de Cambio de Formato – Tren 5



Fuente: Elaboración propia con base a sku cervecería del valle

En el análisis del sku de producción de la línea 5 se observa que los tiempos en cambio de formato en las presentaciones de 269ml a 473ml resultan más prolongados que los establecidos definidos por cada sku, esto se debe a que estos cambios de formato no solo implican ajustes simples en la línea, si no que requieren intervenciones adicionales tales como:

- Cambios de guías al interior y exterior de la máquina.
- Cambio de dedos y contra dedos
- Ajuste de cadenitas
- Calibración de envolvedor de latas

- Cambio de programa desde la pantalla de control
- Ajuste y calibración de ceros de la maquina en cada posición
- Ejecución de ensayos de estabilidad

6. Pregunta de investigación.

¿Qué consecuencias tiene la propuesta de reducción de tiempos en el cambio de formato 269 cm³ a 473 cm³ o 330 cm³ en las embandejadoras en la línea 5 de la Cervecería del Valle mediante la metodología SMED?

7. Objetivos.

7.1 Objetivo General.

Proponer un diseño mediante la metodología SMED para reducir el tiempo de cambio de referencia de 269 cm³ a 473 cm³ o 330 cm³ en la línea 5 de la Cervecería del Valle y aumentar la productividad del proceso.

7.2 Objetivos Específicos

- Describir el estado actual del proceso de cambio de formato identificando las variables internas y externas que influyen en la pérdida de tiempo.

- Analizar las causas humanas y mecánicas que intervienen en la pérdida de tiempo durante los cambios de referencia para determinar los factores que afectan la eficiencia del proceso
- Aplicar la metodología SMED para identificar condiciones y acciones que permitan reducir los tiempos de cambio de referencia en la línea 5 y mejorar la productividad.
- Evaluar los resultados obtenidos antes y después de la implementación de la metodología SMED con el propósito de medir su impacto en la reducción de tiempos y en la eficiencia de la línea.

8. Justificación.

Con esta propuesta nos enfocamos en la necesidad de analizar, de implementar una metodología ya sea con parámetros comprobados para arranque de proceso o nuevas tecnologías las cuales nos permita reducir el tiempo a la hora de realizar el cambio de formato en las embandejadoras, con el fin de optimizar el proceso, mejorar la eficiencia productiva y garantizar una mayor flexibilidad operativa en la línea.

Al implementar este cambio se da paso a satisfacer las metas de la corporación, lo cual es primordial para cumplir con los indicadores, al garantizar las métricas de producción, se puede enfocar en nuevos retos dentro de la compañía. Otro de los factores importantes por el cual se realizan dichas mejoras, es minimizar la intervención humana de la parte operativa en el producto final, así lograr una disminución en el valor final del proceso.

La aplicación de la metodología **SMED (Single Minute Exchange of Die)**, todo esto a través de la identificación de los procesos y actividades que generen pérdidas y que sean cuantificables y poder así determinar el impacto que tienen en la rentabilidad, competitividad y satisfacción del cliente de la organización.

En el ámbito financiero se destaca como uno de los aspectos prioritario la reducción de las paradas en la zona de paletizadoras, ya que según análisis y tabla 2, una parada de 60 min representa un valor económico de a \$322.560.000,00. (Y en un cambio de formato de llegan a presentar tiempos hasta de 180 min) al disminuir esta suspensión en la productividad ya que es recurrente serán ganancia que se ven reflejadas en el producto final para la organización.

Abordar este reto no solo permitirá **incrementar el GLY y reducir los costos asociados a la ineficiencia**, sino también garantizar mayor flexibilidad productiva para responder a la variabilidad de la demanda del mercado. En consecuencia, resolver esta problemática se convierte en un paso clave para asegurar la competitividad de la Cervecería del Valle y el cumplimiento de los indicadores estratégicos definidos por Bavaria–AB InBev.

9. Estado del arte.

Monteiro, C. Ferreira, L. Fernández, J. Ribeiro, F. Silva, F. (2019) Explican, Japón en la década de 1950 y 1960 se desarrolló una metodología para resolver los problemas de ineficiencia productiva causados por los largos tiempos de cambio de troqueles en prensas de 1000 toneladas, se utilizaban para crear gran variedad de automóviles en la empresa Toyota Motor Company, el ingeniero industrial Shigeo Shingo fue el encargado de abordar este problema ya que los cambios

podían tardar hasta 4 horas lo cual provocaba cuellos de botella en temas de productividad e ineficiencia. La clave fue convertir las actividades internas en externas siempre que fuera posible y luego optimizar las actividades restantes. Fueron exitosos en solo seis meses al recordar el tiempo a 90 minutos a través de esta estrategia. A esta metodología se le llama SMED.

La implementación de dicha técnica tiene como objetivo mejorar y optimizar los procesos de fabricación, lo que permite eliminar los tiempos de inactividad en la producción. Rocha, I. (2024) Divulga una ventaja muy importante al reducir los tiempos de preparación aun solo dígito, la empresa puede pasar de trabajar contra almacén a fabricar bajo pedido, dado que para algunas fábricas la inversión en el inventario de producto acabado es el mayor activo, al implementar la metodología este activo disminuye lo que aumenta su conversión de efectivo el cual puede servir para financiar otras inversiones.

Collazos Paucar, E., Reátegui Paredes, V. R., Balbuena Hernández, J. R. Chong Vela, R. Sernaqué, C. (2022) Deducen que para la ejecución de la metodología SMED, debemos saber que tiene una secuencia la cual se precisa tener en cuenta para poder hacer una buena implementación de la técnica.

Observar; se lleva acabo el análisis del proceso actual, siguiendo tres pasos, como primera instancia se hace una filmación completa de la operación, se presta especial atención a los movimientos de manos, cuerpo y ojos, el siguiente paso es la creación de un equipo de trabajo multidisciplinar, en el que deben figurar los protagonistas de la grabación, finalizando la etapa inicial es la elaboración del documento de trabajo, donde se resumirán de forma sencilla las actividades realizadas y los tiempos que comprenden.

- Identificar y separar las operaciones internas y externas; En esta fase se entiende por operaciones internas aquéllas que se deben realizar con la máquina parada, y las externas son las que pueden realizarse con la máquina en funcionamiento.
- Convertir; Las operaciones internas en externas; En este punto las operaciones externas pasan a realizarse fuera del tiempo de cambio, reduciéndose el tiempo invertido en dicha operación.
- Refinar todos los aspectos de la preparación; En este paso se busca la optimización de todas las operaciones, tanto internas como externas, con el objetivo de acortar al máximo los tiempos empleados.
- Estandarizar el nuevo procedimiento; La última fase busca mantener en el tiempo la nueva metodología desarrollada.

El artículo Marulanda N. y González H. (2017) Muestra que las organizaciones han implementado en sus procesos metodologías de mejoramiento continuo para garantizar su sostenimiento en mercados altamente cambiantes. No obstante, para incorporar la filosofía de Shigeo Shingo en la estructura organizacional debe existir una estrategia corporativa y de operaciones clara que brinde los lineamientos para su planeación, gestión y control en el largo plazo.

La adopción de la metodología se encuentra asociada con la generación de valor y eficiencia de los miembros de la organización, involucrando los colaboradores que intervienen

en el proceso. implica repensar las metas y estrategias para que todos tengan la misma información y así atender el ciclo de vida de los productos y servicios ofertados.

En el estudio anterior se utilizó un análisis cuantitativo donde se analizan 7 empresas textiles (pertenecientes al Valle de Aburra, Colombia), donde se verifico un incremento del 14,7 % en productividad y cumplimiento, al optar por compartir los compromisos pactados con los clientes, lo cual conlleva a una disminución de pérdida de tiempo por parte de los operadores ya que sienten una mejor afinidad con las metas y compromisos pactados por la compañía.

El apartado Arboleda J. y Rubiano F. (2017) Muestra que en Santiago de Cali (Colombia, Valle del Cauca) Se desarrolla la metodología SMED con éxito en una empresa del sector alimenticio, la organización tuvo altos índices de desperdicio de tiempo en el área de producción especialmente en el cambio de moldes en la maquina 2, lo que ocasionó una reducción considerable en las ventas, puesto que las referencias producidas estaban por debajo de lo demandado, se requiere reducir al máximo tiempos de cambio eliminando desperdicio de tiempo, movimientos, herramientas.

Al plasmar en documentos el tipo de métodos, formas, herramientas, movimientos que realizaban al cambiar los moldes de la maquina 2, se encuentra con actividades forzadas no ergonómicas, herramientas inadecuadas, esta fase se ataca con capacitaciones sobre movimientos, posturas, se cambia el herramental, al realizar un símil antes y después se evidencia un incremento del 32.75% en productividad en la maquina 2 especialmente en tiempos de cambio del molde. Lo cual conlleva a una estandarización del proceso, se evidencia que la metodología SMED es una interacción entre humano proceso y máquina.

La revista científica, ciencia latina. Martínez A. y Becerril I. (2025) Explico, en la actualidad los consumidores exigen una gran variedad de productos, y sólo en la cantidad necesaria. Por lo que esperan alta calidad, precio accesible, y rapidez al momento de la entrega.

El método SMED ayuda a las empresas a satisfacer estas necesidades con un menor desperdicio al hacer eficiente la fabricación en pequeñas cantidades en los procesos productivos, se denomina tiempo planificado, al periodo que se prevé utilizar la máquina para fabricar cierta cantidad de producto.

El tiempo planificado se divide en dos. Por un lado, disponemos de la etapa durante el cual la empresa está elaborando producto, denominado tiempo de funcionamiento, el otro lado del ciclo es en el cual la máquina se encuentra parada, por motivo de avería, descansos de producción o por preparación para la fabricación de un nuevo lote de producto, llamado tiempo de cambio de lote o tiempo de preparación.

En la investigación se encuentra una gran similitud al hablar de la Cervecería del Valle ya que busca la reducción de tiempo en el cambio de formato de embaces en lata, aumentando de tal manera el desempeño en el ámbito de producción, siendo la diferencia más notable que para este artículo se basa en máquinas CNC y para nosotros es maquinaria embotelladora, en dicha investigación enfatizan en estrategias de 5s, la cual logra un aumento de 12,75 % en la efectividad del proceso.

Morgan, I. (2020) Explica la diferencia que se pretende con la metodología SMED separar las operaciones internas de las externas, internas como el cambio de matrices o el montaje de equipos, que deben realizarse con la máquina apagada, externas, es decir, las que se realizan con la máquina en funcionamiento normal, como es el caso de la preparación de

herramientas, una de las principales dificultades en la aplicación de esta metodología reside en la identificación y clasificación de las operaciones.

Shingo (1985) define como operaciones de configuración externa todas aquellas que pueden realizarse con la máquina en funcionamiento. Por el contrario, las operaciones de configuración interna son aquellas que solo pueden realizarse con la máquina parada.

En el caso específico de la Cervecería del Valle, desde una perspectiva técnica, la implementación del SMED favorece la simplificación de los procesos mecánicos y logísticos asociados a los cambios de formato. Al estandarizar herramientas, procedimientos y roles dentro del cambio, se logra una disminución en fallas humanas, una reducción en los tiempos de preparación y un aumento en la estabilidad del flujo operativo.

Esto se trascribe en una mejor gestión de los recursos humanos y técnicos, al aprovechar de manera más eficiente la experiencia del personal, los tiempos de mantenimiento y la disponibilidad de maquinaria, el factor económico, la optimización de los tiempos de cambio representa una fuente tangible de ahorro y rentabilidad. Disminuir los periodos de desperdicios de tiempo implica un aumento directo de la capacidad productiva sin requerir grandes inversiones en infraestructura o maquinaria adicional. En consecuencia, los beneficios financieros se reflejan en la reducción de costos operativos.

Rocha, L. Padilla, L. Sandoval, G. Treviño, C. Castillo, J. (2024) demostró que al implementar la separación de operaciones externas de las internas en un proceso de cambio de moldes en las prensas de inyección en (Tamaulipas, estado de México) pasaron de un tiempo

promedio de 200 minutos por cambio, a 45 minutos con la implementación de la metodología SMED, esta reducción significativa se logra al tener claro cuáles son los procesos externos los cuales son separados de los internos de la actividad, las tareas externas se realizan con la maquina encendida lo cual contribuye para disminuir el paro de la máquina.

10. Metodología.

10.1 Enfoque y diseño de estudio.

Este trabajo se llevará a cabo utilizando un enfoque fundamentalmente cuantitativo, Para llevar a cabo el estudio es primordial conocer el proceso de las embandejadoras en la línea de producción de la cervecería del Valle, que variables están involucradas antes de llevar a cabo una primera etapa de datos cuantitativa, esta decisión se adopta teniendo en cuenta la disponibilidad de tiempo y los recursos del proyecto, priorizando el análisis de los objetivos en los datos sobre los tiempos de cambios de formato en la línea de producción número 5 de la cervecería del valle.

El componente cuantitativo nos permitirá medir con precisión los tiempos reales de las etapas del cambio de formato, comparándolos con los estándares ya definidos por la compañía y analizar el impacto en la productividad, como la eficiencia y la disponibilidad de la línea. Se complementará con una observación directa estructurada, con el propósito de registrar situaciones operativas que nos pueden llevar a las demoras detectadas.

10.2 Diseño metodológico.

Sampieri, R. (2006) Define el diseño no experimental es el estudio que se realiza sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos.

Se empleará un diseño no experimental, con un enfoque analítico, dado que no se manipularán las variables del proceso, si no que se observara directamente dado que uno de los investigadores hace parte de la compañía y del equipo de trabajo donde se realiza el proyecto, fuentes de investigación serán primarias a través de mecanismos tales como entrevistar a los líderes de la línea, operadores y técnicos integrantes del equipo que realiza el cambio de formato en las embandejadoras, las fuentes secundarias serán las SOP (estándar operacional) de cambios de formato, libros de metodología SMED, Lean Six Sigma, trabajos e investigaciones reales sobre la implementación de la metodología SMED.

10.2.1 Desarrollo de los instrumentos.

Registro de tiempos: Permitirá anotar la duración de cada etapa del cambio de formato. En este punto se tienen dos tipos de datos los entregados por el personal que realiza el proceso y los datos tomados desde los formatos de producción los cuales se confrontan mediante graficas lo que arroja un resultado y poder evidenciar los tiempos antes y después de la propuesta de reducción de tiempos mediante la metodología SMED.

10.2.2 Componente ético.

El estudio se desarrollará bajo los criterios confidencialidad, consentimiento informado

Se solicita autorización al coordinador del área de envase para el registro de información

Los datos se utilizarán únicamente con fines académicos y mejoras en el proceso.

No se divulgará información técnica

Se garantizará que la participación de los operarios y técnicos sean voluntarios

11. Marco teórico.

En el entorno industrial actual, vemos que la competitividad y la demanda del mercado nos obliga a tener procesos productivos cada vez más eficientes, en la cervecería del valle, los constantes cambios de formato en la línea 5 de envase, representa una de las causas de pérdida de tiempo productivo, estos cambios implican ajustes mecánicos y verificación de parámetros en pantalla, que interrumpen el flujo en la producción, afectando fuertemente el GLY (productividad) y LEF (eficiencia de máquina)

En la cervecería del valle, la línea 5 en la zona de embandejadoras, se presenta una problemática similar a otras plantas de bebidas donde los tiempos de cambios de formato resultan críticos y se ve reflejado en los planes de producción, debido a ello surge la necesidad de analizar y optimizar dichas operaciones mediante metodologías que permitan reducir tiempos improductivos, sin comprometer la calidad.

Por lo anterior el siguiente marco teórico agrupa los principales conceptos, fundamentos y herramientas relacionadas con la disminución de tiempos en los cambios de formato, se abordarán los principios del Lean Manufacturing, etapas del SMED, indicadores OEE y modelos 3M.

11.1 Leang Manufacturing.

Según Gonzalo Gaviria (2023) el Lean manufacturing es una herramienta de mejora que se enfoca en la eliminación de los desperdicios o en toda aquella acción que no brinda valor al producto o servicio, esto se logra a partir de la ejecución de diferentes herramientas entre las cuales se encuentran; TPM, 5s, SMED, Kanban, Kaizen, Heijunka, Jidoka, a partir de estas se logra efectuar soluciones y propuestas a las frecuentes problemáticas que se generan en una organización.

Guzman y Likhodei (2025) Lean Manufacturing se comporta como un modelo de gestión empresarial basado en mejora continua. Sus herramientas sistematizan, identifican y eliminan procesos que no agregan valor al producto. Para implementarlo el equipo debe estar bien organizado, así como aprovechar el talento de sus miembros, asegurar el desarrollo del modelo, y la estabilidad, productividad y eficacia de funcionamiento empresarial. El enfoque Lean busca los despilfarros de forma permanente, en función de implementar mejoras para alcanzar objetivos empresariales; su objetivo se encamina a eliminar desperdicios o procesos innecesarios que no añaden valor al producto/servicio y por los cuales el cliente no quiere pagar, para la consecución de su satisfacción y la reducción de los tiempos de procesos, costos y plazos de entrega.

11.2 Metodología 5s.

Para Ángel Rejas (2025) La metodología 5S es un sistema de gestión originario de Japón que busca mejorar la organización, la limpieza y la eficiencia en el lugar de trabajo. Se fundamenta en cinco principios, cada uno representado por una "S" en japonés, que fomentan un entorno laboral más ordenado y productivo, La implementación de 5S no se limita únicamente a la limpieza física del espacio, sino que también abarca la creación de una cultura de mejora continua y responsabilidad entre todos los miembros de la organización.

En este sentido, la metodología 5S se convierte en una herramienta integral que promueve no solo la optimización de procesos, sino también el compromiso de los empleados con su entorno laboral (Laisequilla, 2025).

De las 5s deriva la metodología SMED Estableciendo una base sólida de orden, limpieza y estandarización los cuales disminuyen los tiempos de ejecución en el cambio de formato al eliminar la necesidad de buscar herramientas e instrumentos esenciales para la labor, ayuda inmensamente a prevenir errores y maximizar la eficiencia del espacio de trabajo, permitiendo una mejor separación de tareas internas y externas, al realizar esta división se tiene una reducción en tiempos muertos de la maquina embandejadora.

Seiri (Clasificación)

Implica identificar y separar los elementos necesarios de los innecesarios en el lugar de trabajo. Este proceso no solo ayuda a reducir el desorden, sino que también optimiza el espacio disponible, permitiendo que los empleados se concentren en las tareas más importantes. Al

eliminar lo superfluo, se facilita la identificación de herramientas y 17 materiales que realmente se utilizan, lo que contribuye a un entorno más eficiente.

Seiton (Orden)

Se refiere a organizar y colocar los elementos necesarios en un lugar específico, de manera que sean fácilmente accesibles. Esto incluye etiquetar y almacenar herramientas y materiales de forma lógica, lo que facilita su localización y uso. Un entorno ordenado no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también reduce el tiempo perdido en la búsqueda de elementos, lo que se traduce en un aumento de la productividad

Seiso (Limpieza)

Implica mantener el área de trabajo limpia y ordenada. Esta limpieza no solo se refiere a la higiene física, sino que también abarca la identificación de problemas potenciales, como derrames o desgaste de equipos, para prevenir accidentes y mejorar la seguridad. Un ambiente limpio y seguro fomenta la moral de los empleados y crea un espacio propicio para la productividad

Seiketsu (Estandarización)

Consiste en establecer normas y procedimientos para mantener los estándares de organización y limpieza logrados en las etapas anteriores. Esto incluye la creación de listas de verificación y guías visuales que aseguran que todos los empleados sigan las mismas prácticas.

La estandarización es crucial, ya que garantiza que los esfuerzos de mejora no se pierdan con el tiempo y se conviertan en parte de la cultura organizacional.

Shitsuke (Sostenimiento)

Se refiere a fomentar una cultura de disciplina y compromiso entre los empleados para mantener las prácticas de 5S a largo plazo. Esto implica capacitación continua y la promoción de la responsabilidad individual en el mantenimiento de los estándares establecidos. Al 18 cultivar un sentido de propiedad y responsabilidad, se asegura que la metodología 5S perdure en el tiempo, generando beneficios sostenibles.

En la actualidad, las nuevas tendencias en metodologías S incluyen la integración de enfoques digitales y tecnológicos para mejorar la efectividad de la implementación de 5S. Por ejemplo, la digitalización permite el uso de aplicaciones y software que facilitan el seguimiento de las prácticas de 5S, lo que a su vez simplifica auditorías y reportes en tiempo real (Matos, 2025). Esto no solo mejora la transparencia, sino que también permite a las empresas realizar ajustes rápidamente en función de los datos recopilados (Cortez, 2023).

11.3 SMED

Para reyes duran (2025) La metodología SMED (Single Minute Exchange of Die) es una técnica de Lean Manufacturing que busca reducir significativamente el tiempo necesario para cambiar herramientas o realizar ajustes en las máquinas, a fin de lograr una mayor eficiencia en los procesos de producción. Se fundamenta en distinguir las actividades internas y externas, transformar las internas en externas siempre que sea posible, y optimizar las restantes mediante

la estandarización y la mejora continuas. La implementación de esta metodología ayuda a reducir los tiempos de inactividad, incrementarla flexibilidad, minimizar los desperdicios y elevar la productividad, lo que posibilita una producción más ágil y eficiente. Asimismo, el SMED capacita a las empresas para reaccionar con rapidez a las variaciones en la demanda y acortar los tiempos de fabricación, eliminando la necesidad de producir con anticipación y en grandes volúmenes. Como se señala, "ha llegado el tiempo de despedirse de los mitos añejos de la producción anticipativa y en grandes lotes. Debemos también reconocer que la producción flexible solamente es accesible a través del SMED" (Shingo, S., 1990, Pág. 15).

Según Gonzalo Gaviria (2023) Actualmente los clientes desean una amplia variedad de productos, en cantidades limitadas y en un plazo reducido. Esperan elevada calidad, buen precio y entregas rápidas (calidad, costos y plazo). Para las empresas que quieran incrementar su flexibilidad y al mismo tiempo disminuir sus niveles de stock, resulta crítico reducir al mínimo los tiempos, tanto para los cambios de herramientas como para las preparaciones. Eliminar el concepto de lote de fabricación, reduciendo al máximo el tiempo de preparación de máquinas y de materia, es en esencia la filosofía SMED

A continuación, vemos las etapas del SMED:

Como primera medida tenemos la etapa de separación de la preparación interna y externa:

Etapas preliminares: la cual nos indica que se debe conocer las actividades antes de poder plantear mejoras: en este caso de la investigación el registro del tiempo de cambio de formato en las embandejadoras de la línea 5 en la cervecera del valle, conocer la media y la variabilidad,

saber las causas de esta variabilidad junto a las condiciones actuales del cambio de formato, análisis con cronometro, entrevistas a los operadores del área, fotos y videos, estas acciones nos ayudaran a tener un mayor alcance de la información que debemos mejorar.

Etapas 1: Este paso es el más relevante en la implementación de SMED, pues es aquí donde se establece la parametrización de las actividades que se definen como internas y externas. El identificar correctamente todas las actividades relacionadas en procedimiento, puede reducir hasta en un 50% el tiempo de preparación interno.

Aquí podemos emplear una lista de comprobación, estas listas de chequeo a la hora de comprobar que todas las partes y los pasos necesarios para comenzar a trabajar, en esta lista de chequeo se debe incluir, nombres de los participantes, especificaciones, herramientas, variables, entre otros elementos que se consideren relevantes.

Etapas 2: en esta etapa del SMED se detecta que operaciones internas pueden realizarse mientras la maquina está en producción y pasar a externas. Para considerar que este paso sea satisfactorio son: Recursos humanos, involucrar en la actividad a los operadores que cuenten con las habilidades y conocimientos para realizar la labor específica, generando así capacitaciones, disponibilidad de talleres, ya que se debe realizar actividades fuera de la máquina. Estandarización de funciones, aquí nos enfocamos en estandarizar aquellos elementos cuyas funciones son necesarias desde la mirada de las operaciones de cambio de formato.

Etapas 3: es la tercera etapa del SMED se requieren transformar los ajustes internos en externos, en este punto se debe evaluar las tareas repetitivas que generan tiempos muertos innecesario a la hora de realizar el cambio de formato, para esto sobre el listado de los ajustes internos y externos, evaluar detalladamente cada una de estas operaciones para determinar cuáles

pueden moverse y/o simplificar, en esta fase se debe tener disponibilidad de todas las herramientas que se utilizan durante el cambio de formato, guías, piezas y todas las partes de despliegue de las embandejadoras (matrices, pernos, accesorios, etc.) estos deben estar cerca de la maquina en donde se debe realizar el cambio de formato.

Etapas 4: La cuarta etapa del SMED su objetivo es reducir al máximo el tiempo de ajuste, la conversión en ajustes externos permite ganar tiempo, pero optimizando los ajustes se pueden disminuir a un más el tiempo de cambio las actividades que ayudan a que este paso se cumplan son: operaciones paralelas, la cual busca incrementar las actividades que se pueden realizar paralelamente, enviando tiempos muertos en las actividades internas, las operaciones que requieran más de un operario se puede reducir el tiempo ya que se realiza un solo operario en 20 minutos, no será 10 minutos si es que lo realizan 2 operarios, si no que podría llegar a realizarse en 8 minutos ya que se minimizan movimientos y tiempo a la misma vez.

11.4. OEE

El Overall Equipment Effectiveness (OEE) es una herramienta medible esencial en la gestión de la producción que evalúa la eficiencia global de los equipos de fabricación. Tiene como origen el Sistema de Producción Toyota (TPS) en la década de 1960; el OEE se ha convertido en una herramienta indispensable en la industria manufacturera global. Nakajima (1988) introdujo el concepto de Mantenimiento Productivo Total (TPM), que sentó las bases para el desarrollo del OEE. Jonsson y Lesshammar (1999) analizaron el TPM como una fuente de ventaja competitiva, destacando su impacto en el OEE. Dal et al. (2000) proporcionaron un análisis práctico del OEE como medida de mejora operacional, mientras que Muchiri y Pintelon (2008) revisaron el uso del OEE como medible de desempeño.

La implementación del OEE ha demostrado ser altamente efectiva en la mejora de la eficiencia de los equipos y la reducción de los tiempos de inactividad. Empresas como Toyota han reportado mejoras significativas en la calidad del producto y una reducción en los costos de producción gracias a la adopción del OEE.

El OEE es la mejor métrica disponible para optimizar los procesos de fabricación y está relacionada directamente con los costes de operación. El indicador OEE informa sobre las pérdidas y cuellos de botella del proceso y enlaza la toma de decisiones financieras y el rendimiento de las operaciones de planta, ya que permite justificar cualquier decisión sobre nuevas inversiones. Además, las previsiones anuales de mejora del índice OEE permiten estimar las necesidades de personal, materiales, equipos, servicios, etc. de la planificación anual.

Finalmente, esta métrica es necesaria para complementar los requerimientos de calidad y de mejora continua exigidos por la certificación ISO 9000:2000. El OEE considera 6 grandes pérdidas:

- Fallas de Equipo. Tiempo perdido debido a fallas en los equipos
- Configuración y Ajustes. Tiempo perdido debido a la configuración y ajustes de los equipos.
- Paradas Menores. Pequeñas paradas que interrumpen la producción.
- Velocidad Reducida. Producción a una velocidad menor que la capacidad máxima.

- Defectos de Producción. Productos defectuosos que requieren reprocesamiento o desecho.
- Tiempo de Arranque. Tiempo perdido al inicio de la producción.

Las dos primeras pérdidas, fallas de equipo y configuración y ajustes afectan la disponibilidad, las siguientes paradas menores y velocidad reducida, afectan el rendimiento y los 2 últimos defectos de producción y tiempo de arranque, afectan directamente la calidad

El cálculo del OEE El OEE resulta de multiplicar tres razones porcentuales: la disponibilidad, la eficiencia y la calidad.

La OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad Disponibilidad

Es un valor entre 0 y 1 que suele ser expresado porcentualmente. Incluye:

Pérdidas de Tiempo Productivo por Paradas: Es el resultado de dividir el tiempo que la máquina ha estado produciendo o Tiempo de Operación: TO por el tiempo que la máquina podría haber estado produciendo. El tiempo que la máquina podría haber estado produciendo.

Tiempo Planificado de Producción: TPO es el tiempo de producción total menos los periodos en los que no estaba planificado producir por paradas planificadas, es decir, mantenimientos programados, espacios para las comidas, días festivos. Entre otras.

Disponibilidad = $(TO / TPO) \times 100$ TPO=

Tiempo Total de trabajo - Tiempo de Paradas Planificadas

TO= TPO

Rendimiento = Tiempo de Ciclo Ideal / (Tiempo de Operación / N.º Total Unidades)

Rendimiento = N.º Total Unidades / (Tiempo de Operación x Velocidad Máxima)

El Rendimiento es un valor entre 0 y 1 por lo que se suele expresar porcentualmente.

Calidad. Esta razón incluye:

Pérdidas por Calidad: Disminuye la pérdida de velocidad. El tiempo empleado para fabricar productos defectuosos debe ser estimado y sumado al tiempo de Paradas (Down time), ya que durante ese tiempo no se fabrican productos conformes. Por tanto, la pérdida de calidad implica dos tipos de pérdidas:

Pérdidas de Calidad = Número de unidades mal fabricadas.

Pérdidas de Tiempo Productivo = Tiempo empleado en fabricar las unidades defectuosas.

Y adicionalmente, en función de si las unidades son o no válidas para ser reprocesadas, incluyen: Tiene en cuenta todas las pérdidas de calidad del producto. Se mide en tanto por uno o tanto por ciento de unidades no conformes con respecto al número total de unidades fabricadas.

$$N.º \text{ de unidades Conformes Calidad (Q)} = N.º \text{ de unidades Conformes} / N.º \text{ unidades Totales.}$$

11.5 Modelo 3M de lean manufacturing (Toyota)

Se compone por 3 conceptos claves, Muda, Mura y Muri en el sistema de producción de Toyota y tienen como objetivo mejorar las diferentes etapas del proceso productivo.

11.5.1 Muri o Sobrecarga.

Según Socconini Pérez Gómez, L. V. (2019). La productividad de las actividades empresariales y las personas disminuye cuando se les impone una carga de trabajo que rebasa su capacidad. Si a los operadores se les solicita que produzcan por arriba de sus límites normales, o cuando a las maquinas trabajan a un ritmo mayor del que fueron diseñadas, se provoca un agotamiento de los recursos más valiosos de la compañía, disminuyendo así la productividad. 6.6 Variabilidad o mura Socconini Pérez Gómez, L. V. (2019). Se relaciona con la ausencia de uniformidad que proviene de los elementos de entrada del proceso, como los materiales, las especificaciones, las capacitaciones del personal, las habilidades, los métodos de trabajo y las condiciones de la máquina, esta falta de consistencia se refleja en el proceso, generando productos o servicios que presentan variaciones y por ello no mantienen una calidad uniforme.

Esta variación presente en los procesos puede o no generar inconvenientes para los clientes, por lo que resulta fundamental identificar su tipo y determinar si corresponde a una variación natural. Cuando la variabilidad de un proceso y de sus resultados se mantiene dentro de límites esperados, se considera que el proceso está bajo control. En cambio, si aparece una fuente de variación externa o no habitual, se entiende que el proceso ha salido de control. El estudio y control de la variabilidad constituye el eje central de metodologías estadísticas como el Control Estadístico de Procesos y Six Sigma.

11.5.2 Mudas o desperdicios.

Según Socconini (2019), la palabra japonesa *muda* puede entenderse mejor como “exceso”. Este concepto se refiere a los siete tipos de desperdicio que afectan la productividad y que deben ser identificados, comprendidos y eliminados o reducidos constantemente dentro de las organizaciones. Uno de los grandes propósitos del *Lean Manufacturing* es reconocer y eliminar de forma sistemática todas las formas de desperdicio en los procesos industriales, ya que limitan la capacidad operativa de las empresas y representan un desafío tanto para los directivos como para el personal operativo.

Para comprender qué se considera desperdicio, es necesario distinguir las actividades que agregan valor (VA, por sus siglas en inglés). Estas son aquellas que generan un cambio que el cliente desea y por el cual está dispuesto a pagar. En contraste, cualquier actividad que no contribuya directamente al valor del producto o servicio es considerada un desperdicio o exceso, ya que incrementa los costos y reduce el nivel del servicio, afectando el desempeño general de la Compañía.

Toyota agrupa las mudas o desperdicios en siete grupos.

- Muda Sobreproducción.
- Muda de Exceso de inventario.
- Muda de Productos defectuosos.
- Muda de Transporte materiales o herramientas.
- Muda de Procesos innecesarios.

- Muda de Tiempos de espera.
- Muda de Movimientos innecesarios del personal.

11.5.3 Descripción de los grupos de mudas o desperdicio

Sobreproducción Producir más de lo demandado o elaborar productos antes de que sea necesario. Una mala creencia es pensar en producir grandes lotes para minimizar los costes de producción y almacenarlos en stock hasta que el mercado los demande. Esta forma de trabajo es falsa ya que genera un volumen de desperdicio mayor al igual que va tener mercancía retenida sin saber tiempo de salida del producto.

Significa básicamente:

- Fabricar una cantidad mayor a la necesaria.
- Elaborar productos antes del momento en que son solicitados.
- Acumulación de inventarios.
- Desequilibrio en el flujo de materiales.
- Requerimiento de áreas amplias para almacenamiento.

11.6 Exceso de inventario.

Este se presenta cuando se acumulan materias primas, productos en proceso o terminados en mayor cantidad de la necesaria. Esto implica mayores costos de almacenamiento, riesgo de obsolescencia y un uso ineficiente del capital. Además, puede ocultar fallas en la programación de la producción o en la gestión de la demanda.

11.7 Productos defectuosos.

Los defectos de producción y fallas de servicio no aportan valor al contrario aumenta el coste del producto final, producen un desperdicio enorme, ya que se utiliza material, mano de obra inicial y para reprocesar el producto no conforme, esto provoca insatisfacción en el cliente, los procesos poco eficientes y la alta variabilidad en las operaciones.

Características del transporte innecesario

- Escaso control de los procesos
- Ausencia de mecanismos eficaces para prevenir errores humanos.
- Deficiente capacitación del personal
- Niveles de inventario demasiado altos.
- Falta de una cultura orientada a la calidad
- Débil liderazgo en este ámbito y el desconocimiento de las verdaderas causas de los problemas contribuyen a que se generen errores y retrasos dentro del proceso productivo

11.8 Transporte de materiales y herramientas

Esta forma de desperdicio se presenta cuando se trasladan materiales, productos o herramientas dentro de la planta sin que dichas acciones aporten valor al proceso productivo. Los movimientos innecesarios entre áreas no generan ningún beneficio para el cliente, pero sí incrementan los costos operativos y pueden poner en riesgo la calidad o integridad del producto. Es importante aclarar que este tipo de transporte se refiere únicamente al movimiento interno dentro de las instalaciones, no al envío de productos terminados hacia los clientes o centros de distribución.

Características del transporte innecesario

- Instalación de demasiadas bandas transportadoras, rampas o tuberías.
- Sobrecarga de estanterías o áreas destinadas a materiales.
- Deficiente gestión y control de inventarios.
- Causas del transporte innecesario
- Producción en lotes demasiado grandes.
- Programación de la producción inconsistente o con cambios frecuentes.
- Ausencia de planificación o de un programa de producción definido.
- Falta de orden y organización en el área de trabajo.

- Distribución ineficiente de las instalaciones.

11.9 Procesos innecesarios

Aunque dentro de la empresa existen muchos procesos estandarizados, no todos aportan valor directamente al cliente. En muchos casos, las actividades que se realizan son consecuencia de las necesidades internas del taller (como el cambio de un troquel en una prensa), de los controles de calidad (como inspeccionar un producto antes de pasarlo a la siguiente etapa) o de una planificación deficiente (como tener que desempacar materia prima justo antes de producir).

Para gestionar correctamente este tipo de desperdicio, es necesario eliminarlo por completo, integrarlo con otro proceso que sí genere valor, reducirlo o simplificarlo. Esta estrategia se conoce en ingeniería de planta como ECRS: **Eliminación, Combinación, Reducción y Simplificación.**

Características de los procesos innecesarios:

- Existencia de cuellos de botella en la producción.
- Falta de especificaciones claras por parte del cliente.
- Exceso de controles o inspecciones.
- Ausencia de equipos con sistemas a prueba de errores.
- Paradas en algunas estaciones mientras se realiza trabajo administrativo.

11.10 Desperdicio por espera esta muda hace referencia al tiempo perdido cuando el operario debe esperar a que la máquina termine su tarea, cuando la máquina se detiene esperando una acción del operario, o cuando ambos están inactivos por falta de materiales, herramientas o instrucciones. Todo este tiempo improductivo no genera valor y representa uno de los desperdicios más frecuentes en los procesos industriales.

Características del desperdicio por espera:

- El operario permanece inactivo mientras la máquina completa su ciclo.
- La máquina se detiene hasta que el operario finaliza su labor.
- Los tiempos de cambio de producto o de preparación de la máquina provocan pausas en el trabajo.
- Tanto el operario como la máquina esperan instrucciones, programas o materiales.
- Falta de atención a fallos o errores en los equipos.
- Paradas imprevistas de las máquinas.

11.11 Movimientos innecesarios esta muda se relaciona con los desplazamientos que realizan las personas dentro de su área de trabajo o por toda la planta sin que dichos movimientos aporten valor al producto ni representen un beneficio para el cliente. Al analizar cuidadosamente las actividades de un operario, suele descubrirse que recorre más distancia de la necesaria. Un ejemplo común de este desperdicio es cuando los trabajadores deben buscar herramientas, materiales o información. Todos estos movimientos adicionales consumen tiempo y disminuyen la productividad del proceso.

Características de los movimientos innecesarios:

- Se invierte demasiado tiempo buscando materiales.
- Se dedica tiempo en exceso a ubicar personas o instrucciones.
- Se demora en encontrar herramientas.
- Se realizan desplazamientos o posturas innecesarias, como agacharse o caminar de más.
- Se hacen esfuerzos repetitivos para alcanzar herramientas o materiales durante el trabajo.

12. Marco conceptual.**12.1 Metodología SMED.**

José Luis Giménez, (2021). SMED (acrónimo de Single Minute Exchange of Die) es una técnica de trabajo que permite reducir el tiempo de cambio y configuración de un producto o lote en una operación de un solo dígito; es decir, en menos de 10 minutos. Este método fue desarrollado por Shigeo Shingo, ingeniero industrial japonés reconocido a nivel mundial por ayudar a las compañías a reducir drásticamente sus tiempos de cambio.

12.2 Diagrama de proceso

Patiño, J & Hernández, W. (2022). El diagrama de proceso es un esquema que representa de manera gráfica y secuencial, manejando un orden lógico, siguiendo una serie de tareas o actividades que se deben realizar para hacer un trabajo. La singularidad de este diagrama es la representación de las figuras para representar los pasos que se van ejecutando con un determinado orden y tiempo; esto hace que el proceso sea más claro al momento de exponerlo y además de sacar otras conclusiones.

12.3 KPI'S (Key Performance Indicator)

Patiño, J & Hernández, W. (2022). O también conocido como indicador clave o medidor de desempeño, esta terminología recolecta una serie de datos para dar a conocer los niveles de desempeño, principalmente en las industrias para llegar a tomar las respectivas acciones, se necesitan.

12.4 Paradas inesperadas de los equipos

Patiño, J & Hernández, W. (2022). Sucede cuando la maquina se encuentra en funcionamiento y por alguna razón genera una falla en uno de los sistemas lo cual detiene inmediatamente el proceso.

12.5 Paradas inesperadas de operación

Patiño, J & Hernández, W. (2022). Este caso se puede dar cuando se va a hacer un ajuste de proceso para mejorar la calidad del producto, o ya sea el caso que se esté dando, corregirlo para cumplir con los estándares.

12.6 Mantenimiento preventivo

Patiño, J & Hernández, W. (2022). esta es una actividad que se planea con anticipación para realizar una serie de actividades en una máquina, para prevenir las posibles fallas futuras, y de esa manera no originar tiempos muertos o paradas inesperadas.

13. Marco legal.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo brindar a la compañía una metodología que contribuya a reducir los tiempos de cambio de formato en el área de embandejadoras de la línea 5 en cervecería del valle. El proceso en cuestión involucra diversas variables físicas que permiten obtener un producto final con las características exigidas por el cliente.

El manejo de datos y parámetros en los procesos ha llevado a que la compañía multinacional adopte estrictas medidas de seguridad sobre la información de las máquinas. Este mismo nivel de control también se aplica en otras áreas de la empresa, como producción, gestionada únicamente por técnicos y líderes, logística, y contabilidad, que junto con el área administrativa se encarga de toda la gestión financiera.

De acuerdo con las políticas internas de la compañía y bajo cumplimiento de sus lineamientos de confidencialidad y protección de la información, se autorizó el uso de ciertos datos operativos necesarios para desarrollar este trabajo enfocado en la mejora de los tiempos de cambio de formato en el área de embandejadoras de la línea 5. Esta información será utilizada exclusivamente con fines académicos y de optimización del proceso, respetando las normas vigentes de seguridad industrial, propiedad intelectual y protección de datos establecidos por la organización.

14. Estructura del proyecto.

14.1 Fase 1 Describir

Para describir el estado actual del proceso e identificar las variables críticas que incrementan el tiempo de cambio de formato en las embandejadoras de la línea 5, afectando la disponibilidad, se procede a recolectar los registros del 2025 teniendo en cuenta los arranques después de un cambio de formato 269ml a 473 o 330 ml no exitosos en el plan de producción. Primero que todo se realizara una aplicación de herramientas de 5s, ya que es fundamental a la hora de iniciar una mejora para la solución de problemas.

Seguiremos determinando las actividades de los operarios, se realizará un diagrama de movimientos y trazabilidad para la reducción de traslados entre operadores y máquinas.

14.2 Fase 2 Desarrollo de la metodología

En esta parte del proyecto se va a desarrollar la metodología SMED, que se ha venido investigando con anticipación. Se aplicará las algunas etapas que lo conforman, se determinaran las actividades de los operarios, se realizara un diagrama de movimientos y trazabilidad para la reducción de traslados entre operadores y máquinas, se diagnosticara las actividades para asegurar un panorama de solución.

TIEMPO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
ACTIVIDAD										
FASE 1	X	X	X	X	X					
FASE 2						X	X	X	X	X

Fuente: Autor

15. Ejecución del proyecto

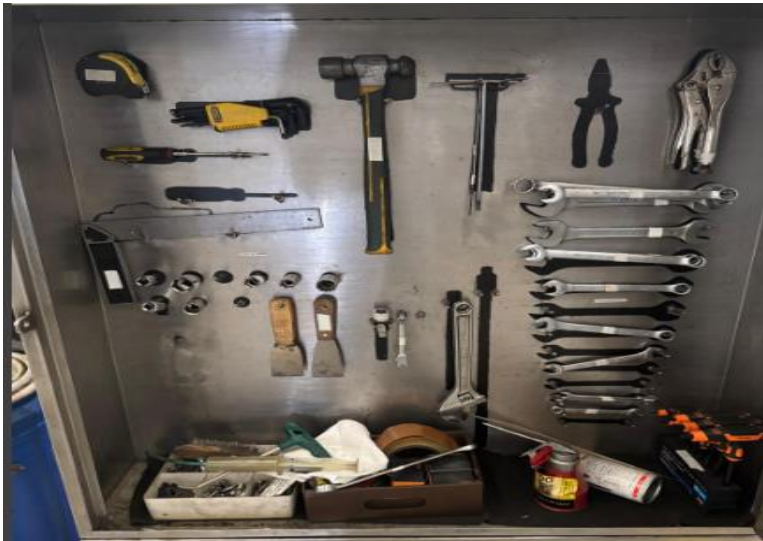
15.1 Fase 1: Describir el estado actual del proceso de cambio de formato identificando las variables internas y externas que influyen en la pérdida de tiempo.

15.2 Aplicación de las 5s

Para la aplicación de la metodología 5s, la compañía ya tiene implementado este sistema en el área de las embandejadoras de la línea 5 y en el resto de las áreas, donde estas deben estar de forma permanente, sin embargo, se identificó la necesidad de implementar nuevamente las 5s para organizar y acondicionar el cajón de herramientas, exclusivo para la realización del cambio de formato.

Después de revisar la información teórica y práctica de las 5s, se procede a poner en marcha la herramienta enfocándose en el cajón de herramientas, en esta primera fase que corresponde a seleccionar: se eligen las herramientas necesarias y específicas para la realización de cambios de formato.

Figura 1: Cajón de herramientas, estado actual



Fuente: Autores

Como se puede observar, actualmente no hay orden en el cajón de herramientas, además se encuentran otros elementos ajenos al proceso de cambio de formato, como paños wypall, cepillos, jeringa, cajas en su interior con diferentes elementos, por ese motivo, se inicia la planificación de la primera etapa de la metodología 5s (clasificación), seleccionando únicamente las herramientas necesarias para el cambio de formato. A continuación, se presenta un listado de herramientas las cuales son utilizadas para la realización de cambios de formato en las embandejadoras de la línea 5, Estas mismas herramientas pueden ser compartidas en los ajustes de otros cambios de formato diferentes a 269 ml.

Tabla 4 Herramientas necesarias y check list de la embandejadora.

HERRAMIENTAS NECESARIAS CAFO EMBANDEJADORAS					
CANTIDAD	PIEZA	ESTADO			
		BUENO	REGULAR	DEFICIENTE	FALTA
2	Llave allen #6 en T				
1	LLAVE MIXTA 10				
1	LLAVE 13				
1	HOMBRE SOLO				
1	FLEXOMETRO				
1	MARTILLO				
1	LLAVE ALLEN #4				
Comentarios					

Fuente: Autor

Figura2: Cajón de herramientas, Después



Fuente: autores

Ordenar: se realiza marcaciones, para que las herramientas siempre estén en el mismo lugar, además de ser notorias para otras situaciones, como ejemplo tenemos un técnico puede evidenciar de manera más fácil si alguna herramienta faltase en algún momento.

Tabla 5 *Lección de un punto*

LECCIONES DE PUNTO							
TEMA	Para el trabajo de los cambios de formato se realiza una aplicación de las 5S' al carro de herramienta en embandejadoras línea 5.			LUP NO.	1		
				Fecha	10 / Octubre / 2025		
Realizado por:	Julián Gómez			Firma			
Área – Línea-zona	Envase- Línea 5- zona embandejadoras						
Tipo		Conocimientos básicos			Conoc. De problema		Caso de mejora

Especialidad		Mecánico		Eléctrico		operaciones		Administración
		Seguridad		Calidad				
Aprobado por:					Firma			



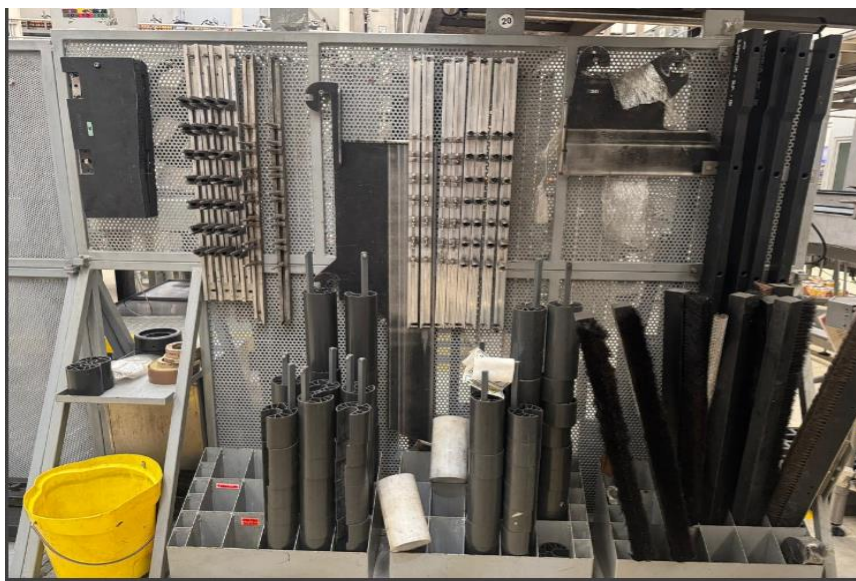
Condición en la que se encontraba el carro de herramientas, utilizado para la realización de cambios de formato en la embandejadoras.



Implementación de la metodología 5s y condición en la que se debe mantenerse las herramientas destinadas para la realización de cambio de formato en las embandejadoras.

Estandarizar: Para la estandarización del orden en el cajón de las herramientas, operador y técnico responsables del cambio de formato, asumen el compromiso de mantenerlas organizadas, esto no solo genera una buena impresión, si no que facilita y agiliza su ubicación al momento de ser requeridas.

Figura 3 Stand de piezas, cambio de formatos 473ml, 330ml,269ml antes.



Fuente: autores

Figura 4

Stand de piezas, cambio de formatos 473ml, 330ml, 269ml antes.



Fuente: autores

Disciplina: Para mantener la disciplina, se implementa un checklist breve, el cual puede ser diligenciado después del cambio de formato o como un pre alistamiento para el cambio de referencia del día siguiente, con este procedimiento se asegura un control más eficiente en el cajón de herramientas, lo que facilita su ubicación durante el cambio de formato y permite aplicar la metodología SMED de forma efectiva, alcanzando los resultados esperados.

Este formato será verificado por el líder de turno en la línea 5, y en caso de que se registren respuesta en “NO”, se deberá justificar el porqué, si esta situación se repite a menudo, se programaran capacitaciones para los técnicos con el propósito de reforzar los hábitos de las 5s.

15.3 Diagnóstico del proceso productivo en la línea 5.

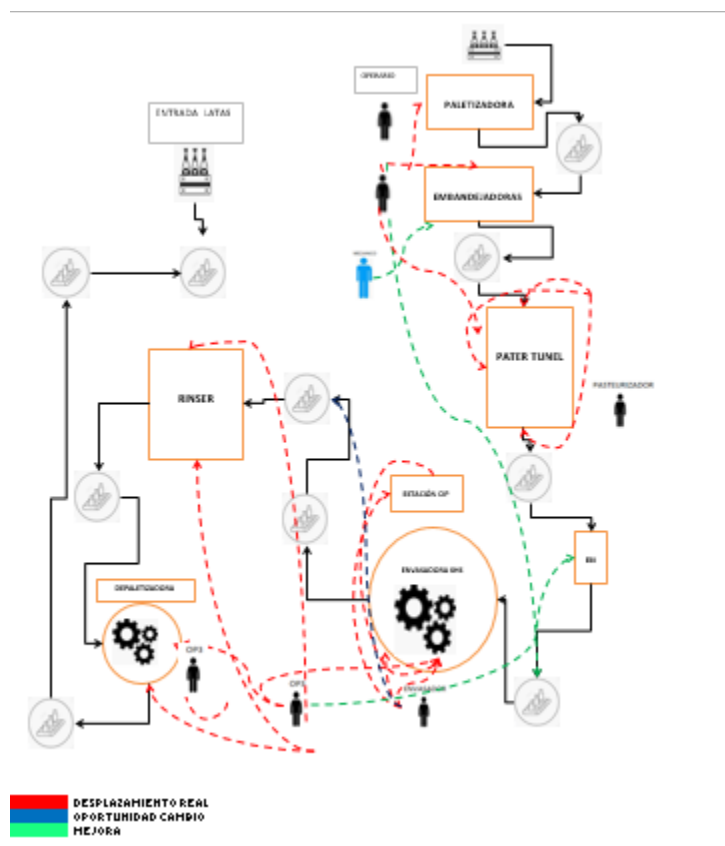
Actualmente, la cervecería del valle maneja un plan de producción anual bastante exigente, lo que genera que los tiempos de producción sean cada vez más desafiantes, por lo tanto, se plantea implementar un método estandarizado de trabajo o una herramienta que permita reducir tiempos muertos durante el cambio de formato en las embandejadoras.

Se espera realizar cambios de formato de 269ml a 473ml o de 269ml a 330 ml ya que no cuenta con una estandarización de tiempos asignados.

Se ha evidenciado que algunos turnos no se logran cumplir con el plan de producción establecido, debido a que se consume más tiempo del programado, lo que genera pérdidas

económicas y arranques de la línea no exitosos, esta situación impacta directamente los indicadores claves del proceso, disponibilidad eficiencia y calidad.

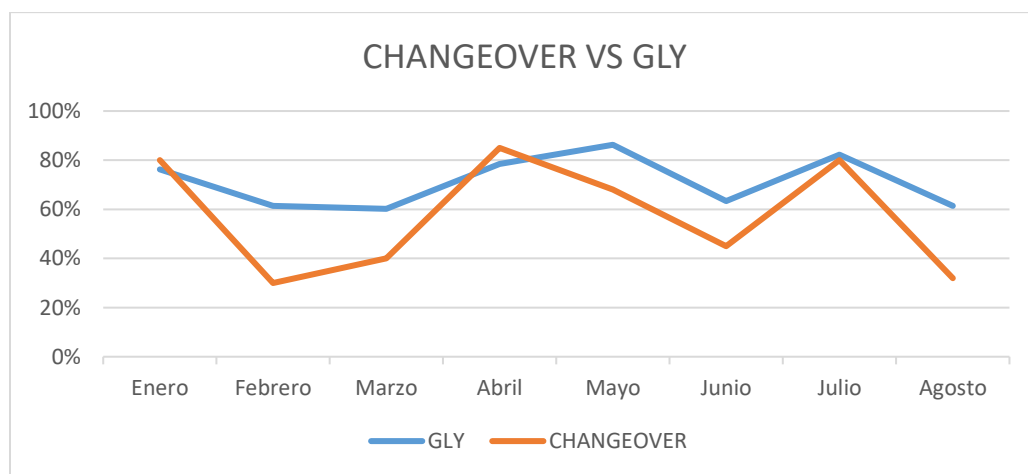
Diagrama espagueteri SMED línea 5.



Fuente: Autor

Se realiza descripción de personal hombre-máquina y desplazamientos al momento de realizar el cambio de formato en general, se realiza ruta punteada verde de mejora para los operadores y optimizar el desplazamiento durante el cambio de formato requerido.

Grafica 4 *Cambio de formato vs producción*



Fuente: Autor

En la gráfica se observa que el porcentaje de tiempo empleado en los cambios de formato representa entre el 20 y el 30% con respecto a la producción mensual, por esta razón se requiere estandarizar el proceso de cambio de formato, definiendo actividades específicas y aplicando la metodología SMED, con el fin de lograr una sincronización adecuada con la

planeación y asegurar cambios exitosos en las embandejadoras de la línea 5 en la cervecería del valle.

16. Resultados.

16.1 Estado actual del proceso.

Se realiza un análisis de las variables que se encuentran impactando los tiempos al momento de realizar el cambio de formato en las embandejadoras de la línea 5 y que a su vez afectan directamente el cumplimiento de la producción, que es el objetivo principal de la línea, a partir de esta revisión se recopila información y se identifican tareas que evidencian la problemática en la metodología actual de los cambios de formato.

Tabla 6 Descripción del proceso actual, distribución de tareas y tiempos asociados al cambio de formato.

No. Acta	Encargado	Tiempo en minutos	Mecánico 1	Hora Inicio	Hora Final	No. Acta	Encargado	Mecánico 2	Tiempo en minutos
1	Operador	10	Recibir maquina turno saliente	6:00	6:10	1	Operador	Parada de maquina	10
2	Operador	1	Cambio de formato y marca en el programa embandejadoras y cambio de receta.	6:10	6:11	2	Operador	Cambio de formato y marca en el programa embandejadoras y cambio de receta.	1
2	Operador	5	Despejar el área y sixpack sobrantes	6:11	6:15	3	Operador	Despejar el área y	5

No. Acta	Encargado	Tiempo en minutos	Mecánico 1	Hora Inicio	Hora Final	No. Acta	Encargado	Mecánico 2	Tiempo en minutos
								sixpack sobrantes	
4	Operador	3	Desocupar el transporte de cartón sixpack	6:15	6:18	4	Operador	Desocupar el transporte de cartón sixpack	3
5	Técnico A	5	Desmontar guías estrato zona empujador	6:18	6:23	5	Técnico B	Desmontar guías estrato zona empujador	5
6	Aux.Maq	5	Desmontar las guías perfiladas del trasportador formación extracto	6:23	6:28	6	Aux.Maq	Desmontar las guías perfiladas del trasportador formación extracto	5
7	Técnico A	7	Desmontar o añadir laminas oscilantes	6:28	6:35	7	Técnico B	Desmontar o añadir laminas oscilantes	7
8	Técnico A	5	Alistar herramientas	06:35	6:40	8	Técnico B	Alistar herramienta s.	5
9	Técnico A	10	Aflojar tornillos barras dedos y contra dedos	6:40	6:50	9	Técnico B	Aflojar tornillos barras dedos y contra dedos	10
10	Técnico A	2	Desajustar manijas de fijación	06:50	6:52	10	Técnico B	Desajustar manijas de fijación	2
11	Técnico A	1	Aflojar pomos guías zona empujador	6:52	6:53	11	Técnico B	Aflojar pomos guías zona empujador	1
12	Técnico A	10	Desmontar espaciadores	6:53	7:03	12	Técnico B	Desmontar espaciadore	10

No. Acta	Encargado	Tiempo en minutos	Mecánico 1	Hora Inicio	Hora Final	No. Acta	Encargado	Mecánico 2	Tiempo en minutos
			de láminas canalización					s de láminas canalización	
13	Operador	3	Desmontar guías Modeladas del trasportador formación extracto	7:03	7:04	13	Operador	Desmontar guías Modeladas del trasportador formación extracto	3
14	Operador	20	Desmontar barras contra dedos y dedos	7:04	7:24	14	Operador	Desmontar barras contra dedos y dedos	20
15	Técnico A	4	Alistar piezas de Cambio de formato	7:24	7:28	15	Técnico B	Alistar piezas de Cambio de formato	4
16	Técnico A	3	Montar guías de contención formato 269	7:28	7:31	16	Técnico B	Montar guías de contención formato 269	3
17	Operador	15	Montar espaciadores de láminas canalización	7:31	7:46	17	Operador	Montar espaciadores de láminas canalización	15
18	Operador	4	Montar guías modeladas trasportador de formación extracto	7:46	7:51	18	Operador	Montar guías modeladas trasportador de formación extracto	4
19	Técnico A	20	Montar barras dedos y contra dedos	7:51	8:11	19	Técnico B	Montar barras dedos y contra dedos	20
20	Técnico A	5	Ajustar tornillos barras y contra dedos	8:11	8:16	20	Técnico B	Ajustar tornillos barras y contra dedos	5
21	Técnico A	5	Revisar que las barras dedos y contra dedos no	8:16	8:21	21	Técnico B	Revisar que las barras dedos y contra dedos no peguen	5

No. Acta	Encargado	Tiempo en minutos	Mecánico 1	Hora Inicio	Hora Final	No. Acta	Encargado	Mecánico 2	Tiempo en minutos
			peguen con las laminas					con las laminas	
22	Operador	5	Pre alistar transporte salida embandejadoras	8:21	8:26	22	Operador	Pre alistar transporte salida embandejadoras	5
23	Operador	3	Ajustar altura pasadores de control, tomando como referencia envase 269ml	8:26	8:29	23	Operador	Ajustar altura pasadores de control, tomando como referencia envase 269ml	3
24	Operador	15	Desayuno	8:29	8:44	24	Operador	Desayuno	15
25	Operador	3	Ajustar Posición del grupo actuando en el volante, colocando envase como referencia	8:44	8:47	25	Operador	Ajustar Posición del grupo actuando en el volante, colocando envase como referencia	3
26	Operador	7	Ajustar altura enrollador de película	8:47	8:54	26	Operador	Ajustar altura enrollador de película	7
27	Operador	8	Colocar topes zona de bobinas269ml	8:54	09:02	27	Operador	Colocar topes zona de bobinas269 ml	8
28	Técnico A	5	Colocar termo impreso requerido formato 269ml	9:02	9:07	28	Técnico B	Colocar termo impreso requerido formato 269ml	5
29	Operador	3	Revisión y fin de cambio de formato	9:07	9:10	29	Operador	Revisión y fin de cambio de formato	3

No. Acta	Encargado	Tiempo en minutos	Mecánico 1	Hora Inicio	Hora Final	No. Acta	Encargado	Mecánico 2	Tiempo en minutos
30	Técnico A	5	Preparar la máquina, cerrar puertas	9:10	9:13	30	Técnico B	Preparar la máquina, cerrar puertas	5
31	Operador	10	Verificar formato a trabajar, velocidades nuevo formato	9:20	9:22	31	Operador	Verificar formato a trabajar, velocidades nuevo formato	10
32	Operador	7	Ingresa operador y lubrica transporte de cartón	9:22	9:29	32	Operador	Ingresa operador y lubrica transporte de cartón	7
	TOTAL	214						TOTAL	214

Fuente: autores

En la anterior tabla se muestra la distribución de tareas que ejercen los técnicos y los operadores, tiempos observados antes de la aplicación del SMED, en un cambio de formato en las embandejadoras que tuvo un tiempo de 214 minutos (tabla), no se cuenta con un pre alistamiento previo antes de que la maquina termine su producción anterior, se identifica que el técnico A posee un tiempo de inactividad de más de 60 minutos, mientras que el técnico B tiene un tiempo muerto de 40 minutos, se ve reflejado que no se está cumpliendo con los tiempos establecidos, de igual forma se evidencia que unas tareas son realizadas por los técnicos y auxiliares de producción, las cuales se pueden optimizar en el cambio de formato de la embandejadoras de la línea 5.

Análisis y clasificación de actividades internas y externas en el proceso de cambio de formato en embandejadoras de la línea 5.

En esta etapa se llevó a cabo la identificación y separación de las actividades con el apoyo de los técnicos y operadores responsables del cambio de formato, quienes cuentan con más de 2 años de experiencia en el proceso, se complementó con los resultados obtenidos anteriormente, donde se realizó el diagnóstico, la clasificación y la cuantificación de las actividades, gracias a ello fue posible detectar actividades internas que se pueden transformar en externas.

Tabla 7 *Tablas de tareas internas y externas del proceso de cambio de formato*

COD.	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	TIPO ACTIVIDAD
1	Cambio de formato y marca en el programa de la embandejadoras cambio de receta.	1	Interna
2	Despejar el área retirando sixpack sobrantes	4	Interna
3	Desocupar cartón Six pack	3	Interna
4	Desmontar guías estrato zona empujador	5	Interna
5	Desmontar las guías perfiladas del transportador formación extracto	5	Interna
6	Desmontar o añadir laminas oscilantes	7	Interna
7	Alistar herramientas	5	Interna
8	Aflojar tornillos barras dedos y contra dedos	10	Interna
9	Desajustar manijas de fijación	2	Interna

COD.	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	TIPO ACTIVIDAD
10	Aflojar pomos guías zona empujador	1	Interna
11	Desmontar espaciadores de láminas canalización	10	Interna
12	Desmontar guías Modeladas del trasportador formación extracto	3	Interna
13	Desmontar barras contra dedos y dedos	20	Interna
14	Alistar piezas de Cambio de formato	4	Interna
15	Montar guías de contención formato 269	3	Interna
16	Montar espaciadores de láminas canalización	15	Interna
17	Montar guías modeladas trasportador de formación extracto	4	Interna
18	Montar barras dedos y contra dedos	20	Interna
19	Ajustar tornillos barras y contra dedos	5	Interna
20	Revisar que las barras dedos y contra dedos no peguen con las laminas	5	Interna
21	Pre alistar transporte salida embandejadoras	5	Interna
22	Ajustar altura pasadores de control, tomando como referencia envase 269ml	3	Interna
23	Ajustar Posición del grupo actuando en el volante, colocando envase como referencia	3	Interna
24	Ajustar altura enrollador de película	7	Interna
25	Colocar topes zona de bobinas 269ml	8	Interna
26	Colocar termo impreso requerido formato 269ml	5	Interna
27	Revisión y fin de cambio de formato	3	Interna

COD.	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	TIPO ACTIVIDAD
28	Preparar la máquina, cerrar puertas	5	Interna
29	Verificar formato a trabajar, velocidades nuevo formato	10	Interna
30	Ingresa operador y lubrica transporte de cartón	7	Interna
TOTAL TIEMPO		187,3	

Fuente: Autores

Esta tabla incluye un total de 30 actividades realizadas durante el cambio de formato, antes de aplicar la metodología SMED, cabe resaltar que, en ese momento todas las actividades se ejecutaban únicamente después de que la maquina estuviera detenida.

Tabla 8 *Análisis del proceso de cambio de formato antes de implementar el SMED*

Actividades			
	Internas	Externas	Tiempo nuevo de método (min)
Total operaciones	37	0	187,3

Fuente: autores

En el cambio de formato existen muchas actividades las cuales son inevitables realizar, sin embargo, también existen tareas que los técnicos podrían realizar de manera previa al inicio del cambio para optimizar el proceso, se identificó que en el cambio de formato aún no se ha efectuado la clasificación de actividades según la metodología implementada.

En términos de tiempo el proceso presenta desfases respecto al estándar establecidos, lo que representa una pérdida significativa de tiempo productivo, dado que los cambios de formato tienen un impacto directo en la producción de cerveza, por ello se hace necesario implementar una herramienta que permita optimizar los tiempos y asegurar el cumplimiento de la producción.

16.2 Causas humanas y mecánicas que generan pérdidas de tiempo que afectan la eficiencia del proceso.

Tabla 9 *Diagrama hombre máquina.*

Diagrama Hombre-Máquina							
Mecánico 1		Mecánico 2		Maquina		Operario	
Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad
6:00 AM		6:00 AM		6:00 AM		6:00 AM	
16	Inactividad	16	Inactividad	162	Inactividad	10	Recibir maquina turno saliente
						1	Cambio de formato y marca en el programa embandejadoras
						5	Inicia sincronización de la máquina.

5	Despejar el área y Six pack sobrantes	5	Despejar el área y Six pack sobrantes			83	Inactividad
3	Desocupar el transporte de cartón sixpack	3	Desocupar el transporte de cartón sixpack				
5	Desmontar guías estrato zona empujador	5	Desmontar guías estrato zona empujador				
5	Desmontar las guías perfiladas del trasportador formación extracto	12	Inactividad				
7	Desmontar o añadir laminas oscilantes						
5	Alistar herramientas	5	Alistar herramientas				
10	Aflojar tornillos barras dedos y contra dedos	10	Aflojar tornillos barras dedos y contra dedos				
2	Desajustar manijas de fijación	2	Desajustar manijas de fijación				
1	Aflojar pomos guías zona empujador	1	Aflojar pomos guías zona empujador				
10	Desmontar espaciadores de láminas canalización	10	Desmontar espaciadores de láminas canalización				
3	Desmontar guías Modeladas del trasportador formación extracto	3	Desmontar guías Modeladas del trasportador formación extracto				

20	Desmontar barras contra dedos y dedos	20	Desmontar barras contra dedos y dedos				
4	Alistar piezas de Cambio de formato	4	Alistar piezas de Cambio de formato				
3	Montar guías de contención formato 269	3	Montar guías de contención formato 269				
15	Inactividad	15	Inactividad			15	Montar espaciadores de láminas canalización
4	Montar guías modeladas trasportador de formación extracto	4	Montar guías modeladas trasportador de formación extracto			29	Inactividad
20	Montar barras dedos y contra dedos	20	Montar barras dedos y contra dedos				
5	Ajustar tornillos barras y contra dedos	5	Ajustar tornillos barras y contra dedos				
10		10	Inactividad			5	Revisar que las barras dedos y contra dedos no peguen con las laminas
						5	Pre alistar transporte salida embandejadoras
15	desayuno	15	desayuno			15	
6	Inactividad	6	Inactividad			3	Ajustar altura pasadores de control, tomando como referencia envase 269ml
						3	Ajustar Posición del grupo actuando en el volante,

							colocando envase como referencia
7	Ajustar altura enrollador de película	7	Ajustar altura enrollador de película			15	Inactividad
8	Colocar topes zona de bobinas269ml	8	Colocar topes zona de bobinas269ml				
3	Inactividad	60	Inactividad			5	Colocar termo impreso requerido formato 269ml
50	Inactividad					3	Revisión y fin de cambio de formato
				52		5	Preparar la máquina, cerrar puertas
						30	Almuerzo
						10	Verificar formato a trabajar, velocidades nuevo formato
						7	Ingresa operador y lubrica transporte de cartón
214		214		214		214	

Fuente: Autores

Tabla 10 *Análisis Diagrama hombre máquina.*

Tipo	Tiempo de Proceso en horas	Tiempo de acción en minutos	Tiempo de inactividad en minutos	% utilización turno	% inactividad por turno
Mecánico 1	4	114	100	48%	42%
Mecánico 2	4	95	119	40%	39%
Maquina	4	52	162	22%	67%
Operador Proceso	4	107	107	45%	45%

Gracias al diagrama hombre maquina identificamos las actividades en operación y las inactivas, marcadas de color gris, las cuales representan tiempos muertos o retrasos durante el cambio de formato en las embandejadoras de la línea 5, al analizar los resultados, se evidencia que la maquina tiene un tiempo de inactividad de 162 minutos, el mecánico 1 con 100 minutos de inactividad, mecánico 2 con 119 minutos de inactividad y el operador de procesos tiene un tiempo de inactividad de 107 minutos.

Desde las causas humanas, se evidencio que no existe un pre alistamiento previo al inicio del cambio de formato, lo que ocasiona que tareas que se podrían realizar con la maquina en funcionamiento (como la preparación de herramientas, selección de piezas de por formato o despeje del área) se ejecutan únicamente cuando la línea ya está detenida, esto genera pérdida de autonomía operativa y dependencia del técnico principal, se analiza que al implementar un alistamiento previo de los herramentales utilizados, y un despeje del área adecuado se podrá tener una disminución de tiempo de 25 minutos lo cual corresponde a un 13,3%. De igual forma

se observó variabilidad en la secuencia de trabajos entre turnos, lo que refleja una ausencia de estandarización, el tiempo muerto acumulado especialmente en los técnicos, confirma una ineficiencia de funciones entre los roles.

En cuanto a las causas mecánicas se evidenciaron, actividades de desmontaje y ajuste de componentes que requieren intervención directa sobre guías, barras de dedos y contra dedos, espaciadores y sistema de arrastre los cuales dependen definitivamente del paro completo de la máquina, la ausencia de dispositivos de cambio rápido o elementos pre ajustables obliga a los técnicos y operadores a realizar maniobras manuales repetitivas. Extendiendo los tiempos muertos.

16.3 Aplicar el SMED para identificar condiciones y acciones que permitan reducir los tiempos y mejorar la productividad.

Para cumplir con el objetivo de aplicar la metodología SMED y así identificar acciones que reduzcan los tiempos de cambios de formato en el área de embandejadoras de la línea 5, en esta fase se llevó a cabo la identificación y separación de las actividades del proceso, se sometió a criterio de los técnicos si cada una de las actividades internas podía ejecutarse con la embandejadoras en funcionamiento, como resultado, de las 30 actividades internas, 7 pueden realizarse sin detener la máquina, lo que contribuye a estandarizar el proceso, además se recopiló información sobre los suministros, lo cual influye significativamente en el arranque y permite reducir tareas y tiempos, en conjunto, estos ajustes generan una disminución aproximadamente de 36 minutos en las actividades de cambio de formato en las embandejadoras de la línea 5, a continuación se presenta la lista de tareas que fueron clasificadas como externas.

- Despejar el área retirando Six pack sobrantes - 4 minutos
- Desocupar cartón Six pack -3 minutos
- Alistar herramientas – 5 minutos
- Alistar piezas de Cambio de formato – 4 minutos
- Revisar que las barras dedos y contra dedos no peguen con las láminas - 5 minutos
- Pre alistar transporte salida embandejadoras – 5 minutos
- Verificar formato a trabajar, velocidades nuevo formato – 10 minutos

Tabla 11 *Resultados de la clasificación de operaciones internas y externas*

Descripción	% Óp. Internas	Núm. De Óp. Internas	Núm. De Óp. Externas	Tiempo Total En Min
Antes del SMED	100%	30	0	187,3
Implementación SMED	76%	23	7	151,3

Como resultado de esta fase, al convertir algunas actividades internas en externa se logró reducir el tiempo total en un 20%, esto representa una disminución de 36 minutos en el cambio de formato en las embandejadoras, pasando de 187,3 minutos iniciales a 151,3 minutos.

16.3.1 Mejoramiento de las operaciones internas y externas:

Para disminuir el tiempo de cambio de formato en las embandejadoras, se realizaron ajustes en las actividades, reestructurando su secuencia para disminuir tiempos muertos, así mismo, se equilibraron las tareas entre los dos técnicos y algunas de ellas se ejecutarán en paralelo, en la tabla 7 se muestran las actividades de pre alistamiento que dejan de ser internas y se evidencian las tareas que ahora se desarrollaran simultáneamente.

Tabla 12 *Mejoras en las actividades internas.*

CUADRO DE ACTIVIDADES									
DESCRIPCIÓN DE TIEMPOS: CAMBIO FORMATO 473cm A 269cm									
FIN DE PRODUCCIÓN.									
PASO 1	ACTIVIDAD						TIEMPO ACUM.		
1	Despejar el área retirando Six pack sobrantes						4:00		
2	Desocupar cartón sixpack							3:00	
3	Alistar piezas de Cambio de formato						4:00		
4	Alistar herramientas						5:00		
5	Verificar formato a trabajar, velocidades nuevo formato						10:00		
6	Revisar que las barras dedos y contra dedos se encuentren en óptimas condiciones (todos los dedos completos)						5:00		
7	Pre alistar transporte salida embandejadoras						5:00		
CAMBIO DE FORMATO EN EMBANDEJADORAS.							0:00		
PASO 2	ACTIVIDAD						TIEMPO ACUM.		TIEMPO
1	Cambio de formato y marca en el programa de la embandejadoras y cambio de receta.						1:00		1:00
2	Aflojar tornillos barras dedos y contra dedos						11:00		10:00
3	Desajustar manijas de fijación						13:00		2:00
4	Aflojar pomos guías zona empujador						14:00		1:00

5	Desmontar espaciadores de láminas canalización			24:00	10:00
6	Desmontar guías Modeladas del trasportador formación extracto			27:00	3:00
7	Desmontar barras contra dedos y dedos			47:00	20:00
8	Desmontar o añadir laminas oscilantes			54:00	7:00
9	Desmontar guías estrato zona empujador			59:00	5:00
TOTAL TIEMPO (min)					
MONTAJE DE PIEZAS CAMBIO FORMATO 473cm A 269cm				TIEMPO ACUM.	TIEMPO
PASO 3	ACTIVIDAD				
1	Montar guías de contención formato 269			1:02:00	3:00
2	Montar espaciadores de láminas canalización			1:17:00	15:00
3	Montar guías modeladas trasportador de formación extracto			1:21:00	4:00
	Montar barras dedos y contra dedos			1:41:00	20:00
	Ajustar tornillos barras y contra dedos			1:46:00	5:00
	Ajustar altura pasadores de control, tomando como referencia envase 269ml			1:47:00	3:00
	Ajustar Posición del grupo actuando en el volante, colocando envase como referencia			1:50:00	3:00
	Ajustar altura enrollador de película			1:57:00	7:00
	Colocar topes zona de bobinas 269ml			2:05:00	8:00
	Colocar termo impreso requerido formato 269ml			2:10:00	5:00
TOTAL TIEMPO (min)					
VERIFICACION ARRANQUE MAQUINA				TIEMPO ACUM.	TIEMPO
PASO 4	ACTIVIDAD				
1	Revisión y fin de cambio de formato			2:13:00	3:00
2	Ingresa operador y lubrica transporte de cartón			2:20:00	7:00
3	Preparar la máquina, cerrar puertas			2:25:00	5:00
TOTAL TIEMPO (min)					
					2:25:00

Fuente: Autores

Tabla 13 *Distribución del tiempo de los implicados en el proceso de cambio de formato*

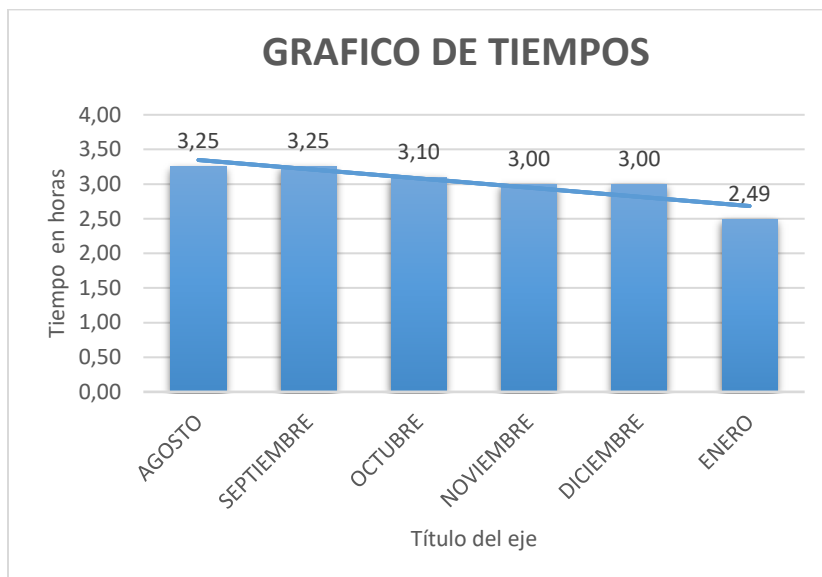
Tipo	Tiempo ciclo horas	Tiempo de acción en minutos	Tiempo de inactividad en minutos	% De utilización	% De Inactividad
Mecánico 1	8	43	2	65%	5%
Mecánico 2	8	51	0	77%	0%
Operador de procesos 2	8	57	0	86%	0%

Fuente: Autores

Después de aplicar los pasos de la metodología SMED, el tiempo de cambio se redujo a 151,3 minutos, es decir 36 minutos menos lo que representa una disminución del 20% en el tiempo total del cambio de formato en las embandejadoras, al realizar este proceso se obtiene una reducción en ajuste de 2,3 y hasta 5 minutos, cabe aclarar que el tiempo del cambio de formato para las embandejadoras desde planeación es de 3 máximo 3 horas y media, y se espera alcanzar este objetivo fortaleciendo la estandarización del proceso, mejorando las habilidades de los técnicos y utilizando las herramientas adecuadas.

16.4 Evaluar el impacto de SMED en la reducción de tiempos y eficiencia de la línea.

Grafica 5 Proyección de resultados para enero de 2026 tras la implementación.



Fuente: Autores

Analizando la gráfica podemos observar que la proyección para el cambio de formato en las embandejadoras, a partir del mes de noviembre se obtiene una reducción de 25 minutos, se espera que para el mes de enero los resultados sean de una reducción de 36 minutos, pasando de un tiempo de 3,25 horas a 2,49 minutos y poder estipular un estándar para la realización del cambio de formato en las embandejadoras, que se verán reflejados en ganancias para la compañía cervecera del valle.

16.4.1 Evaluar el método propuesto utilizando la medición del OEE

Tabla 14 Proyección comparación productividad antes y después del SMED

	DISPONIBILIDAD	CALIDAD	EFICIENCIA	OEE
Noviembre 2do	87%	100%	88%	77%

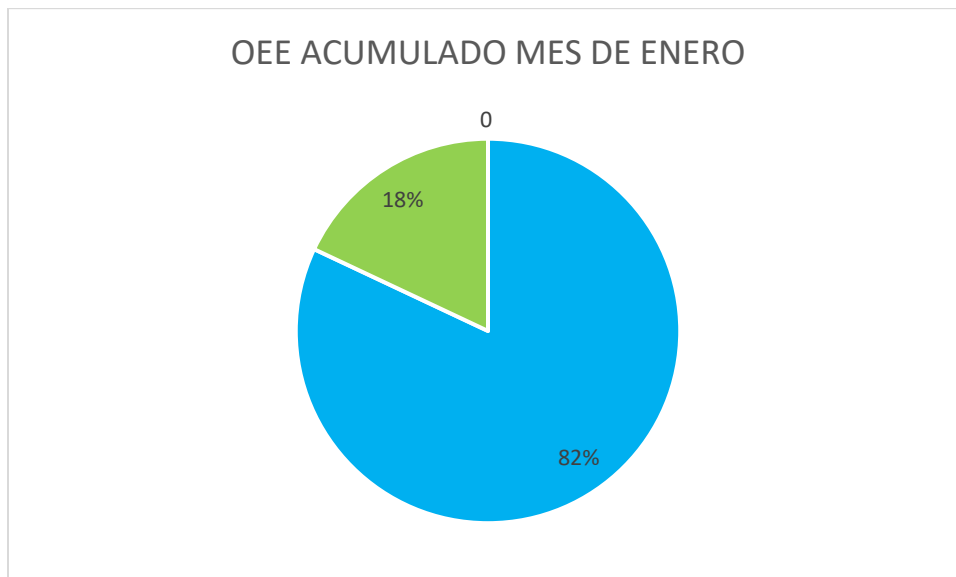
semestre 2025				
Mes de Enero de 2025	92%	100%	89%	82%

Fuente: Autores

El periodo de aplicación de la metodología se espera que para el mes de enero de 2026 se obtenga una mejoría en la eficiencia de 5%, lo que contribuye a la mejora del OEE, y a su vez permite aumentar la producción y cumplir de manera más efectiva con los requerimientos de la compañía, la calidad se conserva ya que es una política global de la compañía “no comprometemos la calidad”

Seguir los lineamientos de la metodología es fundamental, ya que permite que la ejecución de las tareas sea cada vez más ágil.

Grafica 6 Evidenciar como la aplicación de la metodología SMED influye en la mejora del proceso.



Fuente: Autores

Para evidenciar el impacto generado por la aplicación de la metodología, se toma como referencia inicial el comportamiento del OEE y sus componentes, posteriormente se realizará un análisis general de los resultados obtenidos con la metodología.

Para el mes de enero se proyecta una mejora en la eficiencia en la producción, alcanzando un 82%, valor que cumple con los estándares de la compañía, este resultado se estima para los 3 meses posteriores a la implementación de la metodología, no obstante, será necesario realizar un seguimiento minucioso para asegurar que el desempeño se mantenga y que se puedan lograr mejoras futuras en el proceso de cambio de formato en las embandejadoras de la línea 5 de la cervecería del valle.

17. Conclusiones.

En el desarrollo del trabajo, en conjunto con el equipo técnico de la línea 5 fue posible reconocer los factores que estaban impactando el proceso de cambio de formato en las embandejadoras, en consecuencia, afectando los indicadores operativos de la compañía, especialmente el OEE, que se encontraba por debajo de lo esperado.

La aplicación de la metodología SMED, estructurada en 4 fases, arrojó al equipo mejoras desde el inicio, en la primera etapa, al separar correctamente las actividades internas y externas, se consiguió reducir 36 minutos del tiempo total del cambio de formato en las embandejadoras, lo que representa una disminución del 20%, respecto al tiempo inicial, luego seguimos con los ajustes propios de la metodología al realizar actividades para así lograr la mayor optimización y alcanzar los resultados finales para un tiempo de cambio de formato de 151,3 minutos.

Al realizar mediciones piloto durante 2 cambios de formato y realizando seguimiento riguroso a los 3 grupos de trabajo, donde ya se encuentra en ejecución el nuevo proceso de cambio de formato, en la proyección hacia el mes de enero del 2026 la eficiencia quedaría en un 82%, contrario a lo que teníamos antes de implementar la metodología SMED donde se obtenía una eficiencia general de 77% durante el 2 semestre del 2025.

Al inicio de la propuesta se realiza la implementación de las 5s donde queda evidenciado que al clasificar, organizar, limpiar, estandarizar y mantener el orden obtuvimos una disminución en el tiempo de 9 minutos preparar herramientas, accesorios para ejecutar el cambio de formato, aumentando así el desempeño y agilidad de los mecánicos al realizar su labor, esta mejora se da al iniciar de la propuesta vemos que los resultados no solo se obtienen al final de un proyecto si no que se obtiene de forma paulatina.

Con estos resultados, se cumple el objetivo general del proyecto Proponer un diseño mediante la metodología SMED para reducir el tiempo de cambio de referencia de 269 cm³ a 473 cm³ o 330 cm³ de las embandejadoras en la línea 5 de la Cervecería del Valle y aumentar la productividad del proceso, pasando de 187,3 minutos iniciales a 151,3 minutos lo que representa una mejora de 20%, esta disminución de tiempos aporta beneficios al área de la línea 5, a reducir costos y aumentar la productividad.

18. Recomendaciones

Es fundamental continuar aplicando la metodología de las 5s, tanto en la organización de las herramientas como en el orden general del área de las embandejadoras, para con ello seguir mejorando los tiempos.

- Es necesario mantener la metodología tal y como están definidas en las tareas, de modo que estas se realicen cada vez con mayor precisión y eficiencia.
- Lograr que los técnicos encargados del cambio de formato en las embandejadoras dominen completamente cada actividad del proceso y puedan alternar responsabilidades cuando sea necesario, de manera que todos dominen el procedimiento y estén en la capacidad de formar nuevos técnicos en un futuro.
- Es importante Capacitar a todo el personal del área de embandejadoras en los tres turnos, que, en determinados momentos, puedan participar en el proceso de cambio de formato.

- La metodología SMED, puede socializarse en otras líneas del envase, para que también aporten al cumplimiento de las metas de producción, lo cual constituye un objetivo general de toda el área del envase.

19. Referencias

- Arboleda, J. y Rubiano, F. (2017) Modelo propuesto para la implementación de la Metodología SMED en una empresa de alimentos de Santiago de Cali, Revista de Investigación, vol. 10 n° 2: 103-117, 2017

file:///C:/Users/hp/Downloads/admin,+Gestor_a+de+la+revista,+v10n2a8.pdf

- Bernal Torres, C. A. (2016). Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales. Pearson Educación.

<https://www-ebooks7-24-com.loginbiblio.poligran.edu.co/?il=4326>

- Collazos Paucar, E., Reátegui Paredes, V. R., Balbuena Hernández, J. R., Chong Vela, R. & Chiroque Sernaqué. (2022). Metodología SMED y la filosofía 5S para mejorar el proceso en las líneas de costura de una empresa de confecciones. Revista Universidad y Sociedad, 14(S6), 415-426.

file:///C:/Users/hp/Downloads/rvierareinoso,+Gestor_a+de+la+revista,+A44.pdf

- Hernández Sampieri, R. (2023). Metodología de la Investigación Plus. McGrawHill – Plus. <https://www-ebooks7-24-com.loginbiblio.poligran.edu.co/?il=34866>
- Marulanda, N. y González H. (2017) Objetivos y decisiones estratégicas operacionales como apoyo al lean manufacturing. suma de negocios 8(2017) 107-108.

<https://editorial.konradlorenz.edu.co/2017/01/suma-de-negocios-vol-8-num-17-enero-junio-2017.html>

- Martínez A. y Becerril I. (2025) Implementación del SMED para reducir el tiempo de ajuste en máquinas CNC, Ciencia latina revista científica multidisciplinar vol. 9 – N3

<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/18631/26647>

- Monteiro, C. Ferreira, L. Fernández, J. Ribeiro, F. Silva, F. (2019) Mejora del proceso de mecanizado de la industria metalmecánica mediante la herramienta Lean SMED, ScienceDirect, Procedia Manufacturing 41 (2019) 555–562

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978920320497>

- Morgan, I. (2020) DataScope El método SMED: reduciendo tiempos y costos

<https://datascope.io/es/blog/el-metodo-smed-reduciendo-tiempos-y-costos/>

- Rocha, I. (2024) Implementar la metodología SMED en el cambio de modelo en el área de accesorios. Revista Iberoamericana de Ciencias, 11(3),237-238.

<https://www.reibci.org/publicados/2024/dic/5500204.pdf>