Reducción de tiempos de alistamiento y paros indirectos en la principal máquina del área de ensamble de SIMEX S.A.S. mediante la metodología SMED

Juan Pablo Pemberty Montoya

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Modalidad de Práctica

Semestre de Industria

Orientadora

Luz Marcela Restrepo Tamayo, Magíster en Ciencias - Estadística

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Industrial

Medellín, Antioquia, Colombia

2025

Cita	(Pemberty, 2025)
Referencia **Estilo APA 7 (2020)**	Pemberty Montoya, J. (2025). *Reducción de tiempos de alistamiento y paros indirectos en la principal máquina del área de ensamble de SIMEX S.A.S. mediante la metodología SMED.* [Informe de práctica]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.







Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: http://bibliotecadigital.udea.edu.co

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

A la Universidad de Antioquia, alma máter de los antioqueños que hoy más que nunca sigue invicta en su fecundidad.

Agradecimientos

A mi familia, por su paciencia, apoyo y motivación a superarme. A mi pareja, por siempre estar presente. A todos los docentes que dejaron en mí conocimientos y experiencias que me ayudarán en mi camino profesional. A mi orientadora en este trabajo de grado, por su disposición a escucharme, guiarme y aconsejarme durante todo este camino, convirtiéndose en un apoyo metodológico y emocional. A SIMEX S.A.S. por confiar en mí y abrirme las puertas al mundo laboral.

A todos y todas, los llevo en el corazón.

Contenido

Resumen 5

Abstract 6

1. Introducción 7

2. Objetivos 8

2.1 Objetivo general 8

2.2 Objetivos específicos 9

3. Marco teórico 9

4. Metodología 11

5. Análisis de resultados 13

6. Conclusiones y recomendaciones 28

Referencias 29

ANEXOS 30

Lista de tablas

Tabla 1. 14

Tabla 2. 18

Tabla 3. 20

Tabla 4. 23

Tabla 5. 24

Tabla 6. 27

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. 15

Ilustración 2. 15

Ilustración 3. 17

Ilustración 4. 19

Ilustración 5. 25

Ilustración 6. 26

Ilustración 7. 27

Siglas, acrónimos y abreviaturas

SMED	Single Minute Exchange or Die
OEE	Overall Equipment Effectiveness

Resumen

El compromiso de SIMEX S.A.S. con el abastecimiento oportuno de sus clientes no es solo parte de su misión, sino una filosofía que permea todas las áreas y departamentos, especialmente los relacionados con la producción. En esta área, encargada de la inyección, decoración y el ensamble de las piezas que componen el producto final, se ha identificado que los largos tiempos de alistamiento de las máquinas ensambladoras limitan la flexibilidad de la producción y restringen las opciones del área de planeación. Uno de los parámetros más afectados por esta situación es la disponibilidad, que incide negativamente en el Overall Equipment Effectiveness (OEE) de la empresa. Los tiempos de alistamiento influyen directamente en este indicador, lo que convierte a la ETS05, principal máquina de ensamble del área de acabados, en un punto clave de análisis, ya que su impacto sobre el OEE es significativo. Para abordar esta problemática, se implementa la herramienta del Lean Manufacturing denominada Single Minute Exchange of Die (SMED). Esta herramienta permite analizar el proceso de cambio de referencia mediante la clasificación de actividades en internas (que solo pueden realizarse con la máquina parada) y externas (que pueden realizarse con la máquina en funcionamiento). A través de su implementación, se logró transformar actividades internas en externas, con el fin de optimizar los tiempos de alistamiento y mejorar la eficiencia del proceso. A partir de su implementación, se obtuvo un aumento en la disponibilidad de la máquina, con una reducción promedio de 38 minutos y 24 segundos en el tiempo de cambio

de referencia; acompañado de la mejora en la determinación de los códigos de paro y reducción en los desperdicios por desplazamiento.

Palabras clave: SMED, lean manufacturing, alistamientos, producción, disponibilidad, OEE, Productividad.

Abstract

The commitment of SIMEX S.A.S. with the timely supply of its customers is not only part of its mission, but a philosophy that permeates all areas and departments, especially those related to production. In this area, responsible for the injection, decoration and assembly of the parts that make up the final product, it has been identified that the long set-up times of the assembly machines limit the flexibility of production and restrict the options of the planning area. One of the parameters most affected by this situation is availability, which has a negative impact on the company's Overall Equipment Effectiveness (OEE). The set-up times have a direct influence on this indicator, which makes the ETS05, the main assembly machine in the finishing area, a key point of analysis, since its impact on OEE is significant. To address this problem, the Lean Manufacturing tool called Single Minute Exchange of Die (SMED) is implemented. This tool allows the analysis of the changeover process by classifying activities into internal (which can only be performed with the machine stopped) and external (which can be performed with the machine running). Through its implementation, it was possible to transform internal activities into external ones, in order to optimize set-up times and improve the efficiency of the process. After its implementation, an increase in machine availability was obtained, with an average reduction of 38 minutes and 24 seconds in the reference changeover time, along with an improvement in the determination of stop codes and a reduction in waste per displacement.

Keywords: SMED, lean manufacturing, enlistments, production, availability, OEE, Productivity.

1. Introducción

Simex S.A.S. es una empresa industrial especializada en la producción de empaques plásticos para el sector cosmético, fragancias y cuidado personal. Con 55 años en el mercado, se ha posicionado como proveedor de grandes marcas como Belcorp, Prebel, Yambal, Avon y Natura, entre otros. La empresa se destaca por ofrecer un servicio integral que abarca desde la concepción del diseño hasta la producción industrial, combinando diseño, ingeniería y procesos productivos para desarrollar productos, moldes y diseños personalizados (Simex, 2024).

El proceso inicia en el área comercial, donde se reciben los pedidos, que luego son enviados a la oficina de "nuevos productos", donde se diseñan los moldes. Una vez está listo el molde, inicia el proceso de producción. En inyección se moldea el plástico para obtener productos semielaborados, y en acabados, que consta de los subprocesos de decoración y ensamble, se obtiene el producto final. Durante todo este proceso el producto se transforma pasando por máquinas, las cuales, conectadas al ERP nutren de información a la empresa sirviendo como base para el análisis de indicadores.

Dentro de la empresa, el indicador más relevante para el análisis es el OEE, que mide la eficiencia productiva de una empresa, área o máquina en particular (Moreira, 2018). Este indicador se compone de tres variables: rendimiento, disponibilidad y calidad. Durante el año 2024 (corte a septiembre), la disponibilidad en Simex S.A.S. ha sido de 74.66%, valor inferior al rendimiento (93.81%) y la calidad (98.56%), resultando en un OEE del 69.3%. Esto sugiere una clara oportunidad de mejora en el factor de disponibilidad.

Para mejorar tal indicador, se identificó que la máquina ensambladora ETS05 del área de acabados es un punto crítico. Entre marzo y septiembre de 2024, esta máquina realizó 54 cambios de referencia, acumulando 230.6 horas de alistamiento, lo que representó un costo de $38.586.072 para la empresa y afectó directamente la disponibilidad. Además, en el informe de costos de no calidad de septiembre, la ETS05 ocupó el cuarto lugar entre las máquinas con mayores sobrecostos. Estos datos subrayan la urgencia de reducir los tiempos de alistamiento en esta máquina.

La ETS05 es una ensambladora Siemens Oberteil Montagemaschine (Máquina de montaje superior) que ensambla tapa, tapa-vástago, aplicador y protector de aplicador, utilizando un plato principal, dos platos auxiliares y tres alimentadoras. Esta configuración permite ensamblar en línea de manera automática, aplicando pegamento y lubricando el aplicador según la referencia. Por su versatilidad y capacidad, la ETS05 requiere especial dedicación y experiencia por parte de los mecánicos durante los cambios de referencia, que a menudo se ven interrumpidos por otras prioridades en la planta, como daños en otras máquinas o cambios de turno que impiden la continuidad del mismo mecánico en la actividad.

Dado este escenario, se implementó la herramienta SMED del Lean Manufacturing para reducir los tiempos de alistamiento (Shingo, 1993) específicamente en la máquina ETS05. El objetivo es mejorar el indicador de disponibilidad, impactando positivamente el OEE del área de acabados y de la empresa. Para lograrlo, se diagnosticó la disponibilidad de la máquina, el área y la empresa, utilizando los datos del ERP Epicor. Posteriormente, se documentó el proceso de cambio de referencia y se implementaron los cuatro pasos de la metodología SMED: identificación de actividades, categorización de actividades en internas (realizables solo con la máquina parada) y externas (realizables con la máquina en funcionamiento), conversión de actividades internas en externas, y optimización de las actividades internas no convertibles. Finalmente, se analizaron los resultados obtenidos en términos de disponibilidad y su efecto en los indicadores clave.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Reducir los tiempos de alistamiento y paro por ajuste de máquina a través de la aplicación de SMED en la máquina de ensamble ETS05 del área de ensamble de la empresa SIMEX S.A.S. para mejorar la disponibilidad del equipo y el OEE del área.

2.2 Objetivos específicos

- Analizar el proceso actual de cambio de referencia en la ETS05.
- Implementar los cuatro pasos de la herramienta SMED en el proceso de cambio de referencia en la ETS05.
- Evaluar estrategias para reducir los tiempos de paro por ajuste de máquina en la ETS05
- Evaluar y analizar los cambios en materia de disponibilidad de la ETS05 y su efecto en los indicadores de disponibilidad del área de ensamble y producción en general.

3. Marco teórico

Nacional Financiera, S.N.C. (2008) concluye en un informe que la mejora continua es el proceso que permite la renovación, el desarrollo, el progreso y la posibilidad de responder a las necesidades cambiantes del entorno, para dar un mejor servicio o producto a los clientes. Para ello es relevante reducir paros en la producción.

Teniendo en cuenta lo anterior, este estudio se enfoca en aumentar el tiempo de producción de la principal máquina de ensamble del área de acabados. Se parte de la premisa de que "el 90% del tiempo de parada podría estar directamente relacionado con actividades de apoyo realizadas por los operarios y no con el proceso automático en sí" (Hedman, 2016). Bajo esta premisa, el objetivo es analizar los momentos en que los mecánicos interactúan con la máquina, toda vez que estos tiempos afectan su disponibilidad y, en consecuencia, el OEE tanto del área como de la empresa.

El OEE es un indicador de rendimiento en las industrias manufactureras a nivel mundial. Este concepto fue introducido por Nakajima (1988) en el marco del Mantenimiento Productivo Total (TPM), cuyo objetivo principal es mejorar y mantener la eficiencia de los equipos. El OEE se construye a partir de tres indicadores: calidad, rendimiento y disponibilidad. Según Moreira (2018) el OEE resulta de la multiplicación de estos tres indicadores.

La disponibilidad indica cuánto se debió trabajar, relacionando el tiempo disponible para producir con el tiempo establecido. El rendimiento relaciona las horas teóricas para producir un producto con el tiempo que en verdad se utilizó. Finalmente, la calidad relaciona la cantidad de piezas buenas producidas sobre la cantidad total de piezas producidas.

En este caso, para generar una mejora en el OEE, se va a intervenir la disponibilidad. Muchiri (2011) sostiene que gran parte de la investigación relacionada con la medición del OEE está vinculada al mantenimiento, lo que resalta la necesidad de abordar la interacción de los operarios con las máquinas, especialmente durante los tiempos de alistamiento.

SMED es una herramienta Lean utilizada para reducir el tiempo improductivo por alistamiento, buscando un cambio rápido y eficiente de un producto a otro dentro del proceso de producción. Este cambio rápido es clave para reducir los tamaños de lote y mejorar el flujo de trabajo (Ulutas, 2011). Aunque originalmente fue desarrollada para mejorar los ajustes en prensas y máquinas, sus principios se aplican a cualquier tipo de cambio dentro de los procesos. El cambio de referencia abarca desde la última unidad aceptable del lote anterior hasta la primera unidad aceptable del siguiente lote.

Para facilitar la comprensión y aplicación del SMED, Shingo (1993) dividió las actividades del alistamiento en dos categorías:

- Actividades internas: Operaciones que solo pueden realizarse cuando la máquina está apagada, como el montaje o desmontaje de moldes.
- Actividades externas: Operaciones que pueden realizarse mientras la máquina sigue en funcionamiento, como la preparación de equipos antes de apagar la máquina.

Además, Shingo estableció tres pilares fundamentales del método SMED: 1) Separar las actividades internas de las externas. 2) Convertir las actividades internas en externas. 3) Optimizar todos los aspectos de la operación de alistamiento.

El SMED se presenta como una herramienta útil para reducir los tiempos improductivos en la producción, lo que genera mejoras en la productividad de todo tipo de empresas. Un ejemplo de éxito es Coca-Cola Femsa, que, tras analizar los tiempos de cambio y aplicar el método SMED junto con eventos Kaizen, logró reducir los tiempos de cambio en un 68% en tan solo cuatro días (Productivity LA, 2011). Un caso similar se presentó en la cervecería Bavaria S.A. de Bucaramanga, donde la implementación del SMED en la línea 1 de envasado redujo el tiempo de cambio y preparación en la máquina inspectora en un 56.16%, en la envasadora en un 67.22%, y en la etiquetadora en un 74.84%, lo que generó un impacto directo en los costos asociados (Alarcón Garderet, 2014).

4. Metodología

El presente proyecto se enfoca en la implementación de la metodología SMED para reducir los tiempos de alistamiento en la máquina ETS05 del área de acabados de Simex S.A.S. El enfoque metodológico es cuantitativo, ya que se centra en la recolección y análisis de datos numéricos que permitan medir el efecto de la reducción de los tiempos de cambio de referencia en la disponibilidad de la máquina y el OEE de la empresa. El proyecto se desarrolla en cuatro fases, que asegurarán la correcta implementación de la metodología SMED y la evaluación del impacto en los indicadores clave.

Fase 1: Diagnóstico Inicial

- Recolección de datos históricos del ERP Epicor (marzo a septiembre de 2024).
- Análisis de la disponibilidad de la máquina y su contribución al OEE.

Fase 2: Documentación y Análisis del Proceso Actual

- Revisión y documentación de las actividades realizadas por los mecánicos y operarios durante el alistamiento.
- Medición de los tiempos de alistamiento actuales mediante observación directa.

Fase 3: Implementación de la Metodología SMED

- Separación de las actividades internas y externas.
- Transformación de actividades internas en externas, donde sea posible.
- Optimización de las actividades internas que no se puedan convertir en externas.

Fase 4: Evaluación del Impacto

- Medición de los tiempos de alistamiento tras la implementación del SMED.
- Comparación de los tiempos de alistamiento antes y después de la aplicación de la metodología.
- Análisis del impacto de los cambios en la disponibilidad de la ETS05 y su efecto en el OEE.
- Evaluación del ahorro de costos asociado a la mejora en los tiempos de alistamiento.

El enfoque cuantitativo se aplica a través de la recolección de datos históricos (marzo a septiembre de 2024) de los tiempos de alistamiento de la máquina ETS05. A través de la documentación y clasificación de las actividades del proceso de cambio de referencia, identificando los tiempos de actividades internas (con máquina parada) y externas (con máquina en operación). Del seguimiento para medir el tiempo promedio de alistamiento antes y después de la intervención, comparando su efecto en la disponibilidad de la máquina y el OEE y, finalmente, a través del análisis de costos derivados de los tiempos de alistamiento tras las intervenciones.

Para la recolección de los datos y la ejecución de la metodología SMED, se emplean las siguientes técnicas e instrumentos:

- Observación directa: Los tiempos de alistamiento se miden mediante observación directa de los cambios de referencia realizados en la máquina ETS05. Se utiliza un cronómetro para documentar los tiempos específicos de cada actividad, registrando en formato de cursograma analítico los tiempos para actividades.
- Análisis documental: Se analizan los datos históricos disponibles en el ERP Epicor de la empresa, que contiene los tiempos y frecuencias de los cambios de referencia, así como los costos asociados a dichos tiempos.

- Entrevistas a operarios y mecánicos: Se realizan entrevistas semiestructuradas a los mecánicos responsables, para entender el proceso actual y las posibles mejoras en las actividades internas y externas.
- Registro de datos y software de análisis: Se utiliza Excel alimentado de los reportes de estado de la máquina para tabular los datos y realizar comparaciones antes y después de la intervención. El análisis de tendencias permite identificar el impacto en la disponibilidad de la máquina ETS05.

5. Análisis de resultados

Fase 1.1 Recolección de datos históricos

El proyecto de reducción de tiempos de alistamiento y paros indirectos en la máquina ETS05 comienza con un diagnóstico inicial del proceso de cambio de referencia actual. Este proceso cobra importancia al descubrir, gracias a los reportes del ERP Epicor, que durante el periodo entre marzo y septiembre de 2024 se realizaron 54 cambios en total, que sumados demoraron 230.6 horas, lo que representó un costo de $38.586.072 para la empresa.

Para obtener un estándar, junto con el equipo de acabados y los mecánicos, se elaboró una matriz de valores de referencia para los cambios, en los cuales se les asigna un tiempo, basado en la experiencia y en los cambios pasados, a cada parte del cambio.

Gracias a que todos los cambios de referencia que se presentan en la ETS05 varían en el número de actividades, se construye la matriz de valores de referencia que se observa en la

Tabla 1. Para su uso se debe identificar la referencia que está montada en la máquina y la que se quiere comenzar a producir. Según sus especificaciones y medidas, se puede cambiar: Sobre-tapa (STP), Tapa-vástago (TPV) y los aplicadores. Cada tipo de cambio varía en tiempo requerido dada su dificultad y número de pasos y ajustes que se deben realizar. De esta manera, un cambio de pincel a cepillo plástico se estima que requiera dos horas, mientras que un cambio de brocha a

pincel sólo requiere 30 minutos. Para la mayoría de los cambios es necesario cambiar STP y TPV, con tiempos estimados de una hora y dos horas respectivamente.

Tabla 1.

Tiempos estimados según tipo de cambio

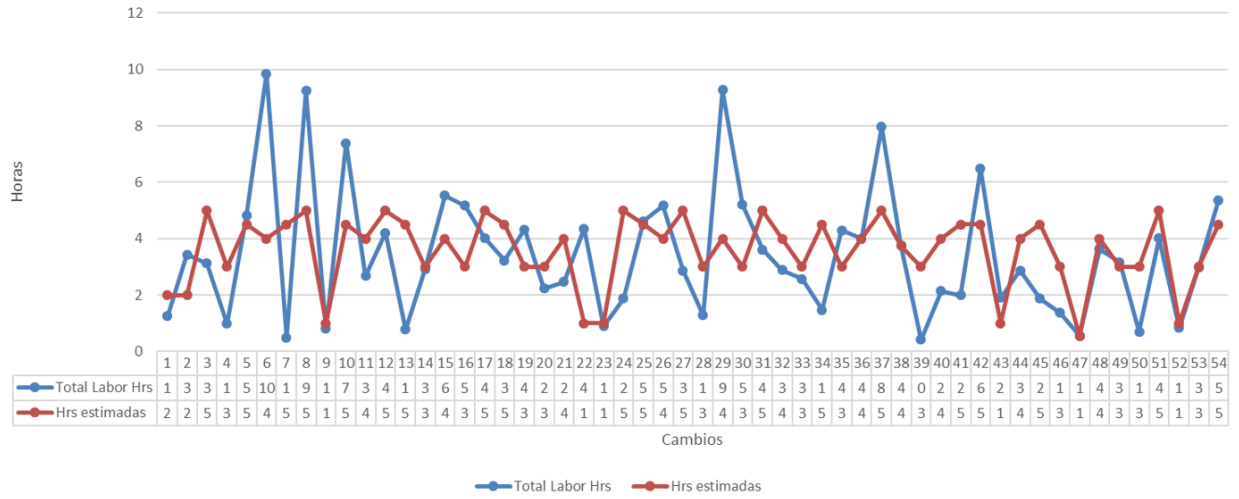
	STP	**TPV**	**Cepillo plástico**	**L/G Flock**	**Pincel**	**Brocha**	**Plumón**
STP	1:00						
TPS		2:00					
Cepillo plástico			1:00	1:30	1:00	1:00	1:00
L/G Flock			1:30	1:00	1:00	1:00	1:00
Pincel			2:00	2:00	0:30	1:00	1:00
Brocha			1:30	1:30	0:30	0:30	1:00
Plumón			1:30	1:30	1:00	1:00	0:30

Con los tiempos estimados, se analizó cada uno de los 54 cambios de referencia que se realizaron en el periodo de estudio, tomando como base el tiempo real registrado en el ERP y el tiempo estimado, que se calculó usando la matriz de la

Tabla 1. junto con la referencia a montar, la anterior y el número de actividades necesarias para el cambio. Todo esto resultando en la construcción de la **Ilustración 1.** En esta, se relaciona para cada cambio el tiempo estimado y el tiempo real.

Ilustración 1.

Tiempo real de cambio vs tiempo estimado

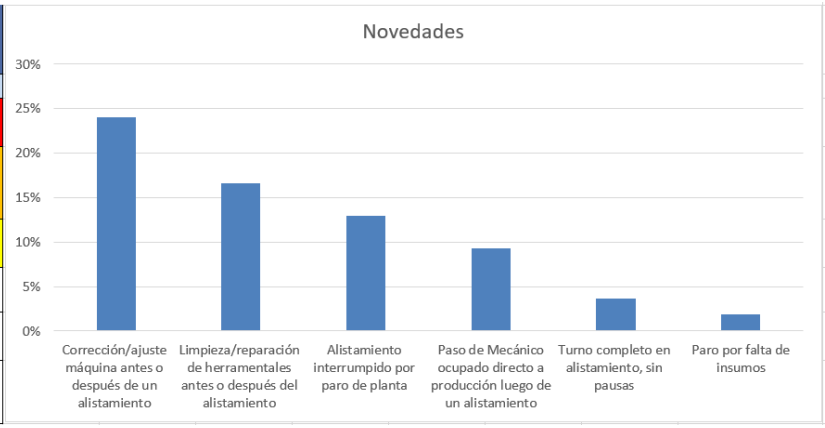


Analizando el comportamiento de los tiempos reales de los cambios de referencia (en azul) y los tiempos estimados (en rojo) se identifica un comportamiento volátil de los tiempos reales, por lo que se procede a indagar en cada uno de los valores atípicos, encontrando una serie de novedades que afectan la correcta determinación del tiempo de cambio de referencia, los cuales se plasman en la **Ilustración 2**.

Ilustración 2.

Novedades que afectan los cambios de referencia

Novedades	Cambios	%
Setup totales	54	100%
Corrección/ajuste máquina antes o después de un alistamiento	13	24%
Limpieza/reparación de herramentales antes o después del alistamiento	9	17%
Alistamiento interrumpido por paro de planta	7	13%
Paso de Mecánico ocupado directo a producción luego de un alistamiento	5	9%
Turno completo en alistamiento, sin pausas	2	4%
Paro por falta de insumos	1	2%



Una vez identificados estos datos, se identifica la necesidad de reunir a todos los involucrados en los cambios de referencia para socializar las novedades. De la misma manera se usan estas reuniones para realizar una inducción a la herramienta SMED, y así, sensibilizar sobre el tema e iniciar su implementación. La primera jornada de reunión se da el miércoles 6 de noviembre de 2024, la cual contó con la participación del jefe del departamento de acabados, el supervisor del equipo de mecánicos, el equipo de mecánicos y el practicante. El desarrollo de esta jornada se describe en el acta del Anexo 1.

La segunda jornada de reunión se dio el lunes 18 de noviembre de 2024 y contó con la presencia del jefe del departamento de acabados, la coordinadora de ensamble y el equipo de operarias líderes, cuyo desarrollo se reporta en el acta del Anexo 2. Así pues, se presentan las novedades entre el personal y se abre el espacio para proponer acciones correctivas, entre ellas se destaca:

- Ya que la baja actualización de los reportes del estado de las máquinas radica en la poca comunicación que tienen los mecánicos con la operaria líder, se les hace sensibilización sobre su importancia a ambos grupos.
- Se tiene la costumbre por parte de las operarias de poner el código “PM01: Corrección/ajuste de máquina” al terminar producción, esto se da por el desconocimiento de las operarias hacia el resto de los códigos. Se les informa a las operarias líderes sobre la corrección de este fallo, informando que se usará el paro “PE05: Mecánico ocupado” mientras llega el mecánico a realizar el cambio de referencia.
- El paro PM5: Limpieza de herramentales, el cual se debe usar sólo para limpiar partes internas de la ensambladora, es usado por las operarias para realizar la limpieza general de la máquina al momento de realizar el despeje de línea. Se les informa a las operarias líderes.
- Se debe mejorar el empalme que se da cuando se hace cambio de turno durante un alistamiento. Se espera que con la implementación de la herramienta SMED se creen listas de chequeo para los cambios de referencia y se mejore en este proceso.

Se aprovecharon estas reuniones para realizar la inducción a la herramienta SMED, en ella se habló sobre la historia de la herramienta, definición de conceptos clave, los pasos para aplicar la herramienta, los beneficios y el alcance. Finalmente, se les hace entrega de material informativo (Ilustración 3**Error! Reference source not found.**) sobre la herramienta.

Ilustración 3.

Entregable sensibilización SMED



Fase 1.2. Análisis de la disponibilidad de la máquina y su contribución al OEE

Para evaluar el impacto de la ETS05 en los indicadores clave de desempeño de SIMEX, se realizó un análisis comparativo del comportamiento del OEE y la disponibilidad bajo tres escenarios: (1) calculados a nivel global incluyendo la ETS05, (2) excluyendo la ETS05 del

análisis, y (3) considerando exclusivamente los indicadores asociados a esta máquina. Los resultados de este análisis se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2.

Impacto de la ETS05 en la disponibilidad y OEE

	General	**General excluyendo ETS05**	**ETS05**
OEE	69.34%	70.45%	64.15%
Disponibilidad	74.66%	76.01%	72.4%

Los resultados del análisis revelan que la ETS05 afecta negativamente los indicadores de desempeño general de SIMEX. Su disponibilidad actual (72.4%) es inferior a la disponibilidad global de la empresa (74.66%), lo que evidencia que esta máquina reduce el promedio general de disponibilidad.

Además, al excluir la ETS05, las demás máquinas presentan una disponibilidad promedio más alta (76.01%), lo que refuerza la conclusión de que la ETS05 tiene un desempeño inferior al resto de la planta. Este bajo desempeño contribuye a una reducción del 1.11% en el OEE global y una disminución del 1.35% en la disponibilidad general, evidenciando la necesidad de mejorar su disponibilidad para minimizar su efecto negativo.

Fase 2.1. Revisión y documentación de las actividades realizadas por los mecánicos durante el alistamiento

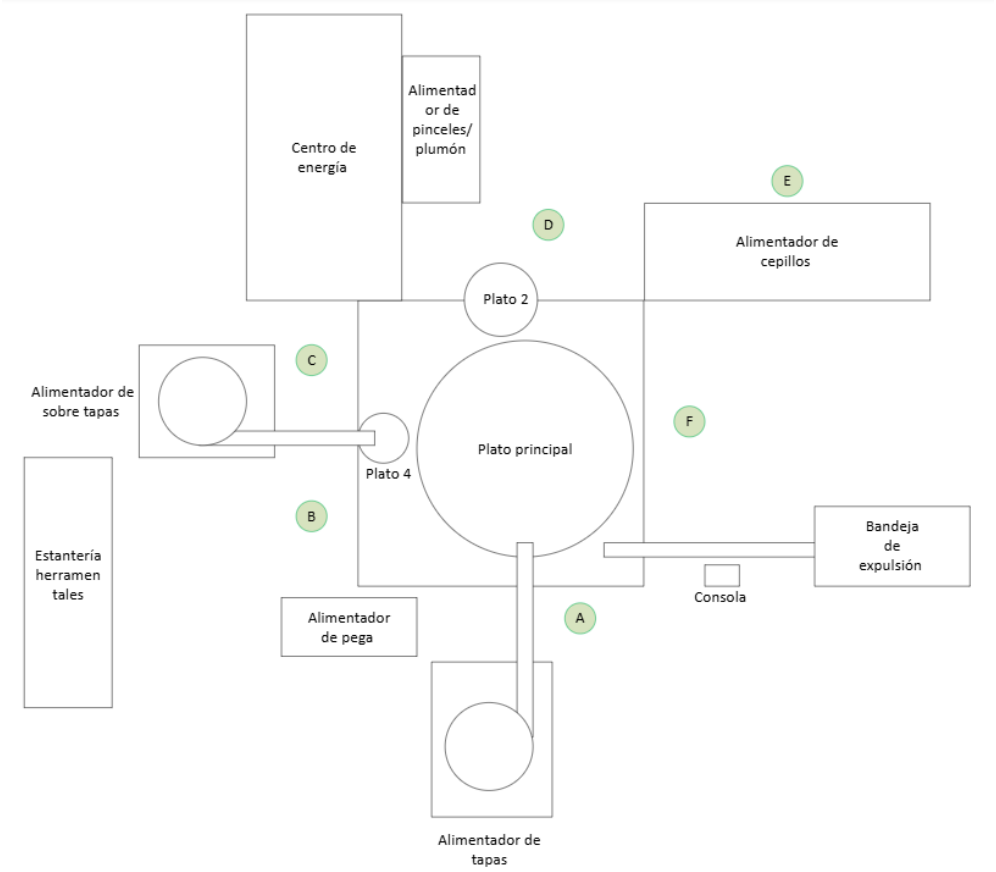
El proceso de cambio de referencia comienza con la inspección general, en la Ilustración 4 se grafica la distribución de la máquina dentro de la planta, la cual debe ser entregada limpia por la operaria, tanto dentro del plato principal como de los alimentadores. Una vez el mecánico recibe la máquina se solicita a la operaria líder el uso del código “Setup”.

El proceso de cambio de referencia no posee un orden lógico, por lo cual cada mecánico comienza el alistamiento por dónde su experiencia le motive. Producto de la observación del proceso y toma de tiempos de 6 cambios de referencia (ver anexos con el cursograma analítico por cada una) se obtiene una lista de actividades expuesta en el numeral 2.2 y la segregación de áreas

y tareas por cada una. Tomando como base el esquema de la Ilustración 4 se definen 6 áreas de trabajo, a las cuales se les designa una letra desde la A a la F. El orden de las actividades como la designación de áreas resulta de la observación y no constituyen un orden del flujo de trabajo.

Ilustración 4.

Distribución de máquina



Como actividades específicas por área se identifican: Para el área A un total de cuatro actividades, para el área B seis actividades, para el área C tres actividades, para el área D cuatro actividades, área E con una actividad y finalmente el área F con cinco actividades.

Fase 2.2. Medición de los tiempos de alistamiento actuales mediante observación directa.

Durante los meses de noviembre y diciembre de 2024 y enero de 2025 se estudiaron un total de 6 cambios de referencia. Con estos datos, se identificaron 33 actividades principales del cambio

de referencia y sus tiempos promedio. Estos datos se presentan en la Tabla 3 en la cual se agrega el tipo de actividad realizada.

Tabla 3.

Actividades principales del cambio de referencia

#	Actividad	Tiempo promedio observado (min)	Actividad interna	Actividad externa
1	inspección estado de máquina	4	X	
2	preparación de herramentales a montar	7		X
3	cambio de acoples plato principal	6	X	
4	Cambio y ajuste acrílico alimentación de STP	15	X	
5	Cambio guía de giro STP	4	X	
6	Cambio mordazas de aboque STP en acople	11	X	
7	Carga y configuración alimentador de STP	3.5	X	
8	Guardar acoples desmontados	1		X
9	Cambio de acoples TPV en plato 4	2	X	
10	Cambio mordazas de aboque del TPV	6.5	X	
11	Cambio guía de giro alimentador de TPV	9	X	
12	Cambio y ajuste acrílico alimentación de TPV	6	X	
13	Carga y ajuste alimentación de TPV	5	X	
14	Ajuste posición descarga de TPV en STP	6	X	
15	Cambio y ajuste estación 6 orientación de TPV en STP	11	X	
16	Cambio herramental de ensamble estación 7	5	X	
17	Desmonte mordazas de aboque aplicador	2	X	
18	Desmonte mordazas de centrado de TPV	2	X	

#	Actividad	Tiempo promedio observado (min)	Actividad interna	Actividad externa
19	Montaje mordazas de centrado de TPV	1	X	
20	Montaje mordazas de aboque aplicador	3	X	
21	Cambio anillo de alimentación plato 2	3.6	X	
22	Ajuste sensores de presencia en plato del aplicador	2	X	
23	Ajuste altura de mordaza de centrado y altura recogida y aboque de aplicador	12	X	
24	Cambio mordazas de punzado, punzón y ajuste altura de punzado est.1	20.6	X	
25	Desmonte mordazas de punzado y punzón est. 2	9	X	
26	Ajuste sensor de presencia aplicador	2	X	
27	Ajuste altura protector de aplicador	4	X	
28	Cambio mordazas pinza de evacuación	6.5	X	
29	Ajuste alimentador de aplicadores L/G	16	X	
30	Cambio de tolva, anillo y ajuste alimentador de cepillos	26	X	
31	Arranque programa máquina y corrección	6	X	
32	Prueba de tracción	2	X	
33	inspección de dos lotes de 100 und. Para prueba de tracción y punzado	22	X	

Fase 3: Implementación de la Metodología SMED

Evento Kaizen

En el marco de la aplicación de la metodología SMED y tomando como base las actividades principales del cambio de referencia, se convoca una reunión el martes 4 de febrero de 2025. Dicha reunión, denominada Evento Kaizen, contó con la asistencia de Jefe de acabados, Supervisor de mecánicos, Mecánico líder y, Practicante.

La reunión inició con una breve introducción a la filosofía Kaizen, presentada por el practicante, donde se resaltó la importancia de las pequeñas mejoras continuas y se enfatizó en la gestión y reducción de todo tipo de desperdicio. Luego, se presentó la metodología SMED y sus pasos, con el objetivo de reforzar conocimientos antes de abordar el punto central de la agenda.

Seguidamente, se analizó el proceso de cambio de referencia actividad por actividad, determinando el tipo de cada una, explorando formas de convertirlas en externas y evaluando posibles mejoras en su ejecución. Los resultados de esta reunión se detallan en los puntos 3.1, 3.2 y 3.3 del presente documento, y el desarrollo completo se encuentra registrado en el acta de reunión disponible en el Anexo 3.

Fase 3.1. Separar actividades internas de las externas

Analizadas las 33 actividades principales del cambio de referencia se identifica la necesidad de llevar un orden en las actividades con el fin de reducir los desperdicios, como también que el proceso continúe en el punto justo después de atender novedades en otras máquinas, como también si se presenta cambio de mecánico.

A partir de esta organización, se determinan las actividades "Preparación de herramentales a montar" y "Guardado de herramentales desmontados" como tareas de naturaleza externa. No obstante, para ejecutarlas fuera del tiempo de alistamiento, se requiere la adecuación de un espacio de trabajo diseñado específicamente para este propósito.

Fase 3.2. Convertir actividades internas en externas

El ajuste de la ETS05 requiere, en su mayoría, cambios de alta precisión, lo que hace que la mayoría de las actividades analizadas sean identificadas como internas, con algunas excepciones. Dado que la máquina trabaja con múltiples referencias que pueden incorporar tres tipos de aplicadores distintos, el alistamiento del aplicador puede considerarse una actividad externa o interna, dependiendo de la referencia que se va a desmontar. Por ejemplo, si la producción cambia a una referencia con aplicador de cepillo plástico y la máquina está ensamblando actualmente un delineador con aplicador tipo pincel o plumón, el alistamiento del alimentador de cepillos—

incluyendo el cambio de tolva, magazine y ajuste mecánico—puede adelantarse mientras finaliza la producción del delineador. Para lograr convertir más actividades internas en externas, es necesario realizar un análisis detallado de cada referencia y sus condiciones específicas.

Fase 3.3. Eliminar desperdicios

Se toma como insumo las propuestas derivadas del evento kaizen, para las cuales, buscando la reducción de desperdicios, se implementan las acciones de mejora descritas en la ##. En esta también se referencian las evidencias, dónde se encuentran las actividades específicas de las acciones de mejora como también el registro fotográfico donde aplique.

Tabla 4.

Seguimiento a las propuestas de mejora

Propuesta	Acción de mejora	Evidencia
Sustituir las riñoneras donde se guarda la herramienta actualmente por carros de herramientas	Se implementan dos de los seis carros de herramientas propuestos	Anexo 4
Convertir las actividades: "Preparación de herramentales a montar" y "Guardado de herramentales desmontados" en actividades externas	Se propone el diseño y uso de una bandeja con relieve para tránsito de herramentales	Anexo 5
Considerar la actividad: “Alistamiento del aplicador de Cepillos y L/G” como una actividad condicionalmente externa. Ya que depende de la referencia montada y a montar.	Identificar para cuales referencias es posible adelantar esta actividad, actualizar las hojas de cuadre de las mismas añadiendo las condiciones a cumplir para que sea una actividad externa	Anexo 6
Reducir los errores que genera la máquina en la estación 6 mediante la instalación de un sensor que reduzca el uso innecesario de esta estación	Instalación sensor de herradura para la estación 6	Anexo 7
Creación de una propuesta de orden para el cambio de referencia	Establecer, basado en las formas de cambio que tienen los mecánicos una ruta de trabajo que optimice desplazamientos y estandarice el proceso.	Anexo 8
Realizar seguimiento al uso de los reportes de paro buscando confiabilidad en los reportes	Sensibilizar a los grupos de interés y capacitar al equipo de mecánicos en el uso de códigos.	Anexo 9

Fase 4. Evaluación del Impacto

Con una ejecución del 72.16% en la implementación de las mejoras propuestas, se procede a evaluar los tiempos de alistamiento, ya que el análisis de datos permite identificar oportunidades de mejora y corregir el rumbo dentro de la aplicación de la mejora continua como filosofía.

Debido a la premura en la redacción de este informe, no se han podido recopilar suficientes observaciones para extraer conclusiones definitivas basadas en tiempos consolidados. No obstante, se analizan los cambios de referencia realizados en marzo de 2025, después del evento Kaizen y la implementación de las mejoras, comparando estos tiempos con los datos del mismo periodo del año anterior y con el estándar definido.

Fase 4.1. Medición de los Tiempos de Alistamiento

Se analizaron un total de 12 cambios de referencia realizados en marzo de 2025, mes en el que se implementaron las mejoras propuestas en el evento Kaizen. En la Tabla 5. se calcula el tiempo promedio por cambio para este periodo y se compara con el tiempo promedio por cambio del mismo mes del año anterior.

Los resultados reflejan una reducción promedio de 0.64 horas por cambio, equivalentes a 38 minutos y 24 segundos. Este tiempo, que ahora puede ser aprovechado en producción, representa una reducción en el costo por cambio de referencia de $107.072 por evento, optimizando el uso de los recursos de la empresa.

Tabla 5.

Cambios realizados en marzo de 2025 y marzo de 2024

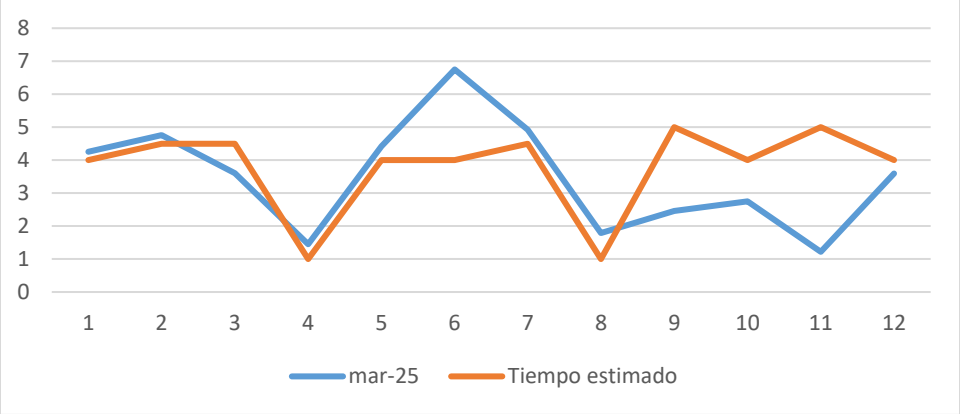
Periodo	Número de cambios	Tiempo total en cambios (en horas)	Tiempo promedio por cambio (en horas)
Marzo de 2024	10	41.39	4.13
Marzo de 2025	12	41.93	3.49

En la Ilustración 5. se comparan los tiempos reales de cada cambio de referencia realizado después del evento Kaizen con los tiempos estimados para cada tipo de cambio. A partir de este

análisis, se identifica una reducción en los valores atípicos que se presentaban el año pasado (ver Ilustración 1.), así como una tendencia progresiva hacia un comportamiento más alineado con los tiempos estimados.

Ilustración 5.

Tiempo real vs estimado cambios marzo 2025



Fase 4.2. Comparación de los tiempos de alistamiento antes y después de la aplicación de la metodología

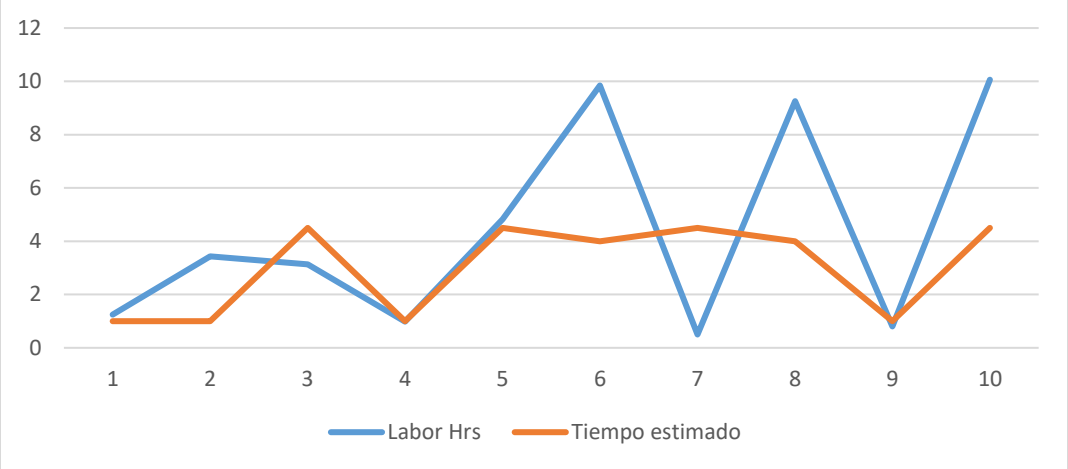
Como punto de comparación, se toman los cambios de referencia realizados durante marzo de 2024, con el objetivo de establecer una base para analizar las mejoras implementadas en marzo de 2025. En primera instancia, al comparar los tiempos reales de cambio del año pasado con los tiempos estimados (ver Ilustración 6.), se observa una variación pronunciada, destacando tiempos excesivamente altos, posiblemente causados por el método de trabajo, así como tiempos inusualmente bajos, lo que podría deberse a errores en el uso de los códigos de reporte.

Ambas situaciones fueron intervenidas en este estudio. En entrevistas con los mecánicos, estos destacaron que se han evidenciado mejoras, ya que anteriormente, al realizar un cambio de referencia, "todo lo metíamos por alistamiento", es decir, se utilizaba el código de paro por alistamiento para registrar otros paros indirectos. Asimismo, resaltaron que el tiempo de cambio

ha disminuido gracias a la propuesta de orden en el método y confían en que, con la experiencia, los tiempos de alistamiento seguirán reduciéndose en el futuro.

Ilustración 6.

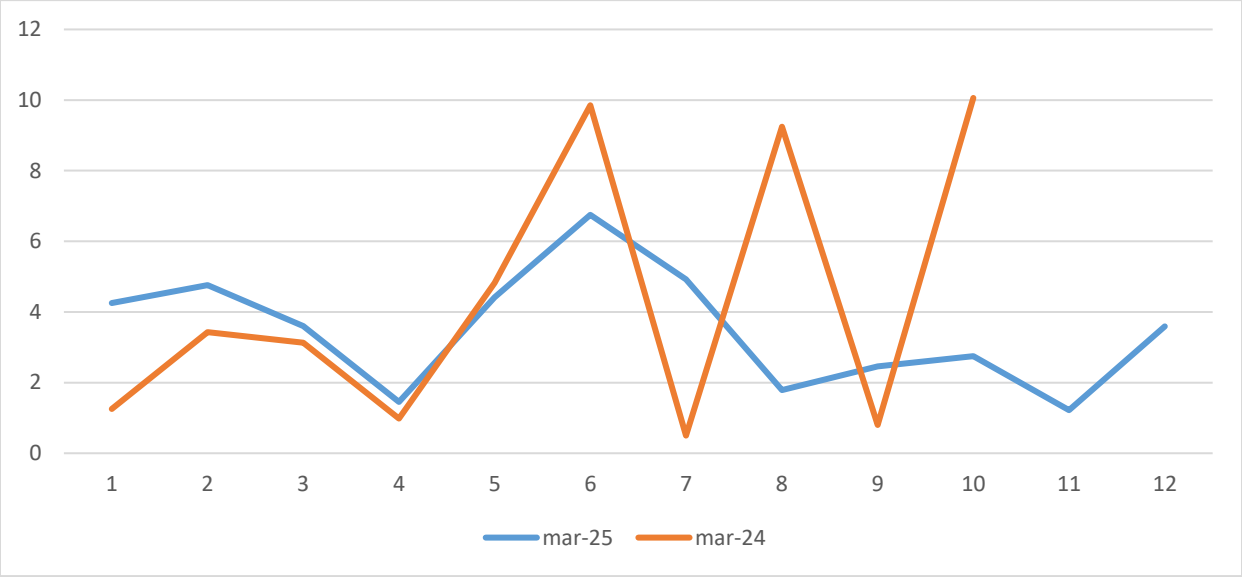
Tiempo real vs estimado cambios marzo 2024



Finalmente, se comparan los tiempos de alistamiento de marzo de 2024 con los tiempos de marzo de 2025 (Ver Ilustración 7.) confirmando de manera visual una reducción de la variabilidad de estos tiempos.

Ilustración 7.

Tiempo de cambio marzo 2024 vs 2025



Fase 4.3. Análisis del impacto de los cambios en la disponibilidad de la ETS05 y su efecto en el OEE

Con el objetivo de incentivar la mejora continua en la máquina de interés y ante la falta de datos suficientes para calcular el OEE general después de la implementación de las mejoras, se realiza una estimación del indicador bajo tres escenarios: considerando aumentos del OEE de la máquina en 1%, 5% y 10%, dado el impacto positivo en la disponibilidad. Los resultados de este análisis se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6.

Estimación del OEE global dada una mejora en el OEE de la máquina

Aumento supuesto en el OEE de la ETS05	OEE general de la empresa	Aumento neto en el OEE general
1%	69.52%	0.18%
5%	70.22%	0.88%
10%	71.10%	1.76%

Esto muestra que pequeñas mejoras en el OEE de la ETS05 pueden impactar significativamente el desempeño general de la empresa.

6. Conclusiones y recomendaciones

Los procesos de mejora continua, cuando se aplican de manera adecuada, pueden generar avances significativos en áreas donde previamente se tenía la percepción de que el desempeño era óptimo. En este sentido, la implementación de la metodología SMED en la ETS05 ha permitido evidenciar oportunidades de optimización en la reducción de tiempos de alistamiento, lo que contribuye a mejorar la disponibilidad de la máquina y, por ende, el OEE del área de acabados. Esto está alineado con la misión de SIMEX S.A.S., que busca destacarse en procesos productivos eficientes y de alta calidad.

Dadas las limitaciones de tiempo del proyecto, no fue posible evaluar a profundidad el impacto total de las mejoras implementadas. Sin embargo, con la ejecución del 72.16% de las acciones propuestas en el evento Kaizen, se logró reducir los tiempos de alistamiento en promedio de 38 minutos y 24 segundos por cambio con respecto al mismo periodo del año pasado, según los datos obtenidos del ERP Epicor. De acuerdo con el análisis del departamento de control de procesos, esta mejora podría traducirse en un incremento del OEE general de 0.18% hasta 1.76% con mejoras en el OEE de la máquina entre el 1% hasta el 10%, lo que demuestra el potencial de esta metodología en la optimización de la producción.

La experiencia en la facilitación del equipo Kaizen evidenció la importancia de acompañar las mejoras con una capacitación adecuada y una comunicación efectiva con el personal involucrado en el proceso. La aceptación y correcta aplicación de los cambios dependen de que los operarios comprendan el propósito de las modificaciones y se sientan parte del proceso de mejora.

Asimismo, se demostró que la implementación de mejoras requiere un seguimiento continuo para garantizar su efectividad y sostenibilidad. No basta con introducir herramientas como bandejas de almacenamiento si no se refuerza su uso correcto. Un claro ejemplo de esto fue el caso en el que, a pesar de contar con carros de herramientas, los mecánicos continuaban desplazándose innecesariamente entre la máquina y el área de almacenamiento, lo que significa que la estantería

había sido reemplazada por el carro sin lograr una reducción real en los movimientos, lo cual se corrigió posteriormente.

En conclusión, la aplicación de SMED en la ETS05 ha permitido identificar y ejecutar mejoras en la eficiencia del proceso de cambio de referencia. Sin embargo, para asegurar su sostenibilidad a largo plazo, es fundamental continuar con la capacitación, el seguimiento y la medición de los resultados, de manera que las mejoras no solo se implementen, sino que se conviertan en parte de la cultura operativa de la empresa.

Referencias

Moreira, A., Silva, F. J. G., Correia, A. I., Pereira, T., Ferreira, L. P., & De Almeida, F. (2018). Cost reduction and quality improvements in the printing industry. Procedia manufacturing, 17, 623-630. (Moreira, 2018)

Hedman, R., Subramaniyan, M., & Almström, P. (2016). Analysis of critical factors for automatic measurement of OEE. Procedia Cirp, 57, 128-133.

Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: total productive maintenance.(Translation). Productivity Press, Inc., 1988,, 129.

Muchiri, P., Pintelon, L., Gelders, L., & Martin, H. (2011). Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. International Journal of Production Economics, 131(1), 295-302.

Simex. (2024). Quienes somos. Recuperado el 23 de octubre, 2024, de https://www.simex.com.co/nosotros

Productivity LA (2011). Casos de éxito – SMED. Productivity. https://www.productivity-la.com/

Shingo, S. (1993). Una revolución en la producción: El sistema SMED, 3a Edicion. Tecnologias de Gerencia y Produccion.

Alarcón Garderet, L. (2014). Mejoramiento y estandarización de los procesos críticos de Change Over en la línea 1 de envase de la cervecería Bavaria S.A. de Bucaramanga [Tesis de grado para Ingeniería Industrial, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio Tangara UIS.

Ulutas, B. (2011). An application of SMED Methodology. International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering, 5(7), 1194-1197.

Nacional Financiera, S.N.C. (2008). Programa de desarrollo empresarial y proceso de mejoramiento continuo. Recuperado el 2012, de Guía de planeación del proceso de mejoramiento continuo: www.nafin.com

ANEXOS

Anexo 1. Acta de reunión capacitación mecánicos

ACTA DE REUNIÓN

Fecha y hora: miércoles 6 de noviembre de 2024, 13:30

Lugar: Sala de reuniones 1 de Producción

Asistentes:

- Jefe del Departamento de Acabados
- Supervisor del Equipo de Mecánicos
- Practicante del Departamento de Acabados
- 8 Mecánicos disponibles

La reunión comienza con la exposición por parte del Jefe del departamento sobre el análisis de los datos históricos de cambios de referencia que se hicieron en los últimos 6 meses en la máquina ETS05, en los cuales se identificaron las siguientes problemáticas principales:

- Limpieza/reparación de herramentales antes o después del alistamiento
- Alistamiento interrumpido por paro de planta

- Turno completo en alistamiento, sin pausas
- Paro por falta de insumos
- Paso de alistamiento a mecánico ocupado y luego directo a producción
- Paso de alistamiento directo a corrección/ajuste máquina
- Paso de corrección/ajuste a un alistamiento

Luego de la exposición de estos temas se da el espacio para escuchar a los mecánicos sobre las razones de estas problemáticas, con sus aportes se concluye que:

- El problema con los reportes del estado de las máquinas radica en la poca comunicación que tienen los mecánicos con la operaria líder, la cual es la encargada de estipular los códigos en el sistema
- Se tiene la costumbre por parte de las operarias de poner el código PM1: Corrección/ajuste de máquina al terminar producción, esto se da por el desconocimiento de las operarias hacia el resto de códigos
- El paro PM5: Limpieza de herramentales, el cual se debe usar sólo para limpiar partes internas de la ensambladora, es usado por las operarias para realizar la limpieza general de la máquina al momento de realizar el despeje de línea.
- Desde junio se hizo visible la problemática de pasar de un alistamiento a un paro PM1: Corrección/ajuste de máquina. Desde ese entonces los mecánicos quedaron con el compromiso de mejorar en la calidad de los alistamientos.
- Se debe mejorar en el empalme que se da cuando se hace cambio de turno durante un alistamiento. Se espera que con la implementación de la herramienta SMED se creen listas de chequeo para los cambios de referencia y se mejore en este proceso.

Finalmente, se da paso a la capacitación sobre la herramienta SMED a cargo del practicante, en la cual se habló sobre la historia de la herramienta, definición de conceptos clave, los pasos para aplicar la herramienta, los beneficios y el alcance.

Para la aplicación de la herramienta en la empresa se define el alcance para la ensambladora ETS05 en primera instancia, por lo que se les pide a los mecánicos presentes colaboración con el proyecto responsabilidad del practicante y se define una próxima reunión para los primeros días del mes de diciembre de 2024, fecha y hora por definir.

Cierre de la reunión: 14:30

Anexo 2. Acta de reunión capacitación operarias líderes

ACTA DE REUNIÓN

Fecha y hora: lunes 18 de noviembre de 2024, 13:30

Lugar: Sala de reuniones 1 de Producción

Asistentes:

- Jefe del Departamento de Acabados
- Coordinadora de ensamble
- Practicante del Departamento de Acabados
- 2 operarias líderes

La reunión comienza con la exposición por parte de Jefe del Departamento sobre el análisis de los datos históricos de cambios de referencia que se hicieron en los últimos 6 meses en la máquina ETS05, en los cuales se identificaron las siguientes problemáticas principales que tienen relación con las actividades de las operarias líderes:

- Limpieza/reparación de herramentales antes o después del alistamiento
- Turno completo en alistamiento, sin pausas
- Paso de alistamiento a mecánico ocupado y luego directo a producción
- Paso de alistamiento directo a corrección/ajuste máquina
- Paso de corrección/ajuste a un alistamiento

Luego de la exposición de estos temas se da el espacio para llegar a acuerdos con las operarias:

- Se expresa entendimiento de la situación actual y se acepta comenzar a partir de la fecha con el uso correcto de los códigos de paro
- Proponen realizar rondas para verificar la limpieza de herramentales periódicamente, para lograr corregir el problema de tiempos muertos por limpieza de herramentales dentro de los alistamientos.

Finalmente, se da paso a la capacitación sobre la herramienta SMED a cargo del practicante, en la cual se habló sobre la historia de la herramienta, definición de conceptos clave, los pasos para aplicar la herramienta, los beneficios y el alcance.

Cierre de la reunión: 14:10

Anexo 3. Acta reunión evento Kaizen

ACTA DE REUNIÓN

Fecha: 04/02/2025

Lugar: Sala de reuniones 1 de Producción

Asistentes:

- Jefe del Departamento de Acabados
- Supervisor del Equipo de Mecánicos
- Mecánico líder
- Practicante del Departamento de Acabados

Desarrollo:

Se agradece la asistencia a los participantes y se inicia introduciendo a la filosofía Kaizen, la importancia de la mejora continua y la importancia de las pequeñas reducciones de tiempo. Finalizando la introducción con un recordatorio de la metodología SMED haciendo énfasis en la definición de actividades internas y externas.

Se les presenta a los asistentes la lista de actividades principales identificadas y se comienza a analizar.

Para la actividad de alistamiento se pregunta sobre la aplicación de los carros de herramientas propuestos, a lo que se propone la implementación del carro de herramientas bajo una prueba piloto en la cual se le asigne a una persona por turno y sea responsable de este.

El jefe del departamento propone la identificación de un orden óptimo para realizar el cambio de referencia, buscando estandarizar el proceso y reducir los desperdicios.

Se propone el uso de una bandeja con la plantilla de los herramentales, con el fin de convertir las actividades de alistar y guardar herramentales como actividades externas.

Se propone convertir el alistamiento del alimentador de cepillos y Lip Gloss una actividad externa, mediante la identificación de aquellas referencias que permitan este alistamiento previo, Se asigna esta labor al practicante

Se le realiza seguimiento a la implementación del sensor de herradura de la estación 6.

Se habla sobre la necesidad de dinamizar el cambio desde el alistamiento a producción desde el uso de los códigos.

Responsabilidades:

- Implementación del carro de herramientas – Supervisor mecánicos
- Bandeja con relieve para tránsito de herramentales – Mecánico líder
- Identificación de referencias con posibilidad de adelantar actividades – Practicante
- Instalación sensor de herradura para la estación 6 – Supervisor mecánicos
- Creación propuesta de orden para el cambio de referencia – Supervisor, líder mecánicos y practicante
- Seguimiento al uso del paro PE05 – Jefe de área

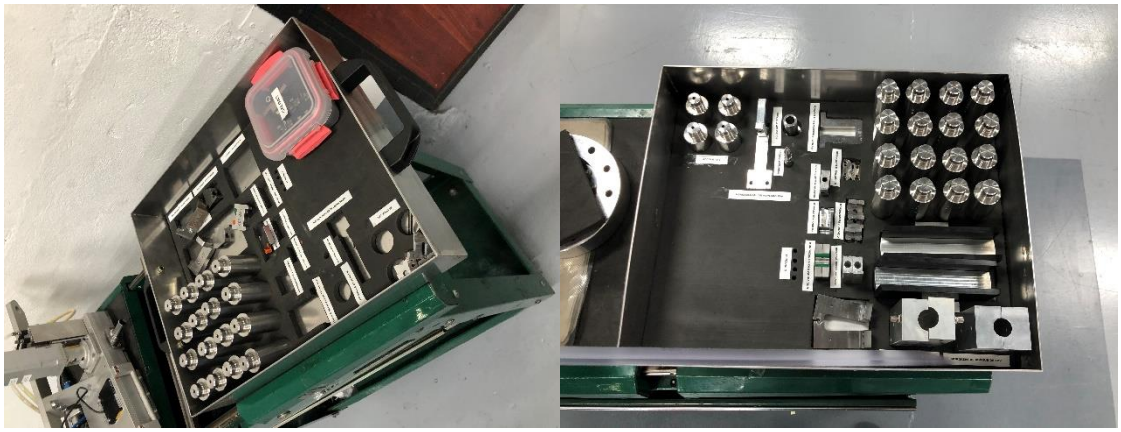
Anexo 4. Implementación carro de herramientas

<table>
<tr><th colspan="4">1. implementación carro de herramientas</th></tr>
<tr><td colspan="4">Se busca reemplazar las bolsas de herramientas tipo riñoneras que cargan los mecánicos, en las cuales sólo están disponibles herramientas básicas y ante cualquier novedad deben desplazarse hasta el almacenamiento para obtener herramientas pesadas. Con la implementación de 6 carros de herramientas en el área se busca eliminar los desplazamientos por herramientas además de fomentar el orden y disciplina de los mecánicos. Se aplican 5´s y gerencia visual.</td></tr>
<tr><td>Responsable</td><td>Supervisor mecánicos</td><td>Estado</td><td>33% (2 de 6 carros)</td></tr>
<tr><th colspan="4">Avance</th></tr>
<tr><td colspan="4">20/01/2025: Se compra y acondiciona el primer carro de herramientas con la plantilla para almacenar las herramientas, se le encarga el uso de este al mecánico líder para revisión de desempeño.
04/02/2025: En el marco del evento Kaizen se comparte por parte del mecánico líder su experiencia con el carro:
• Manifiesta la necesidad de responsabilizar a cada mecánico de un carro, ya que el uso sin control de estos puede derivar en pérdida de herramienta y desorden
• El carro presenta una dificultad al desplazamiento, ya que el giro de las ruedas sólo es permitido con las delanteras, además, manifiesta que el carro posee poca altura, lo que incomoda su uso correcto.
04/02/2025: Se propone el cambio de llantas del carro a mayor diámetro.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Antes: riñonera

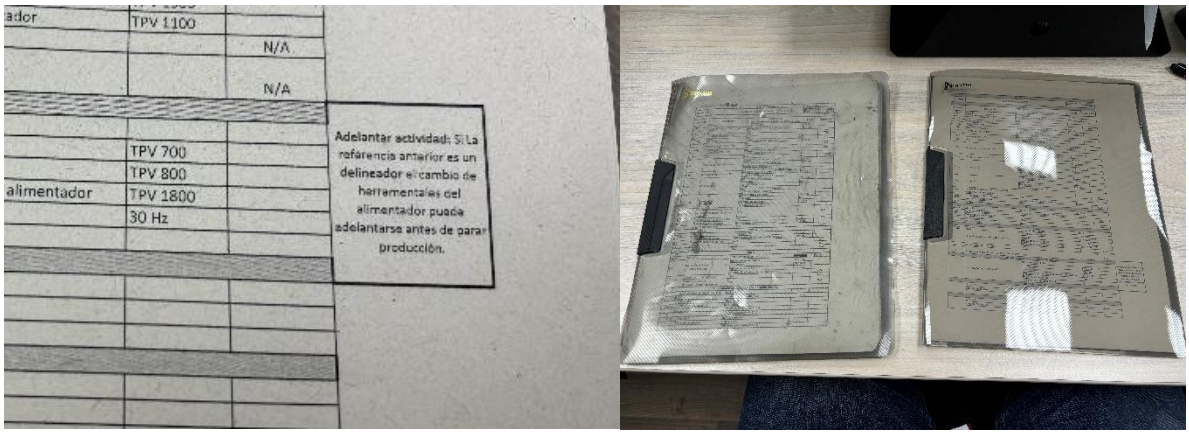

Después: Carro de herramientas</td></tr>
</table>



Anexo 5. Bandeja con relieve

2. Bandeja con relieve para cambios de referencia			
Se busca adecuar un espacio en el cual los mecánicos puedan preparar los herramentales a montar antes del cambio de referencia. Además, que permita que en medio del cambio se pueda dejar los herramentales desmontados en la bandeja para ser limpiados y guardados una vez finalizado el cambio de referencia. Con esta propuesta, las actividades: alistamiento de herramentales a montar y guardar herramentales desmontados pasan de internas a externas.			
Responsable	Supervisor mecánicos y mecánico líder	**Estado**	100%
Avance			
04/02/2025: En el marco del Evento Kaizen se propone la creación de una bandeja con relieve en la cual se haga el tránsito de los herramentales durante el alistamiento			
Antes: Se guardan los herramentales en la estantería justo al ser desmontados. **Después:** Se usa la bandeja de herramentales como puesto de tránsito. La preparación y guardado de herramentales se convierte en una actividad externa. 			

Anexo 6. Actualización hojas de cuadre

1. Identificación de referencias con posibilidad de adelantar actividades dadas unas condiciones			
Se identifica que existen referencias que al ser montadas bajando otras en específico algunas de sus actividades pueden convertirse en externas alistando antes que la máquina pare producción. Esto es posible gracias al uso de alimentadores externos. Se revisan estas referencias y se actualizan las hojas de cuadre correspondientes agregando un espacio en el que se exponen las condiciones y las actividades a realizar.			
Responsable	Practicante	**Estado**	100%
Avance			
04/02/2025: En el marco del Evento Kaizen se identifican actividades que pueden ser externas sólo en algunas referencias bajo unas condiciones específicas. Por ello se encarga el análisis, identificación y actualización de las hojas de cuadre correspondientes 18/02/2025: Se entrega la nueva carpeta con 6 horas de cuadre actualizadas y 8 restauradas.			
Se identifican 6 referencias que cumplen con las condiciones para convertir actividades internas en externas y se actualizan sus hojas de cuadre. 			

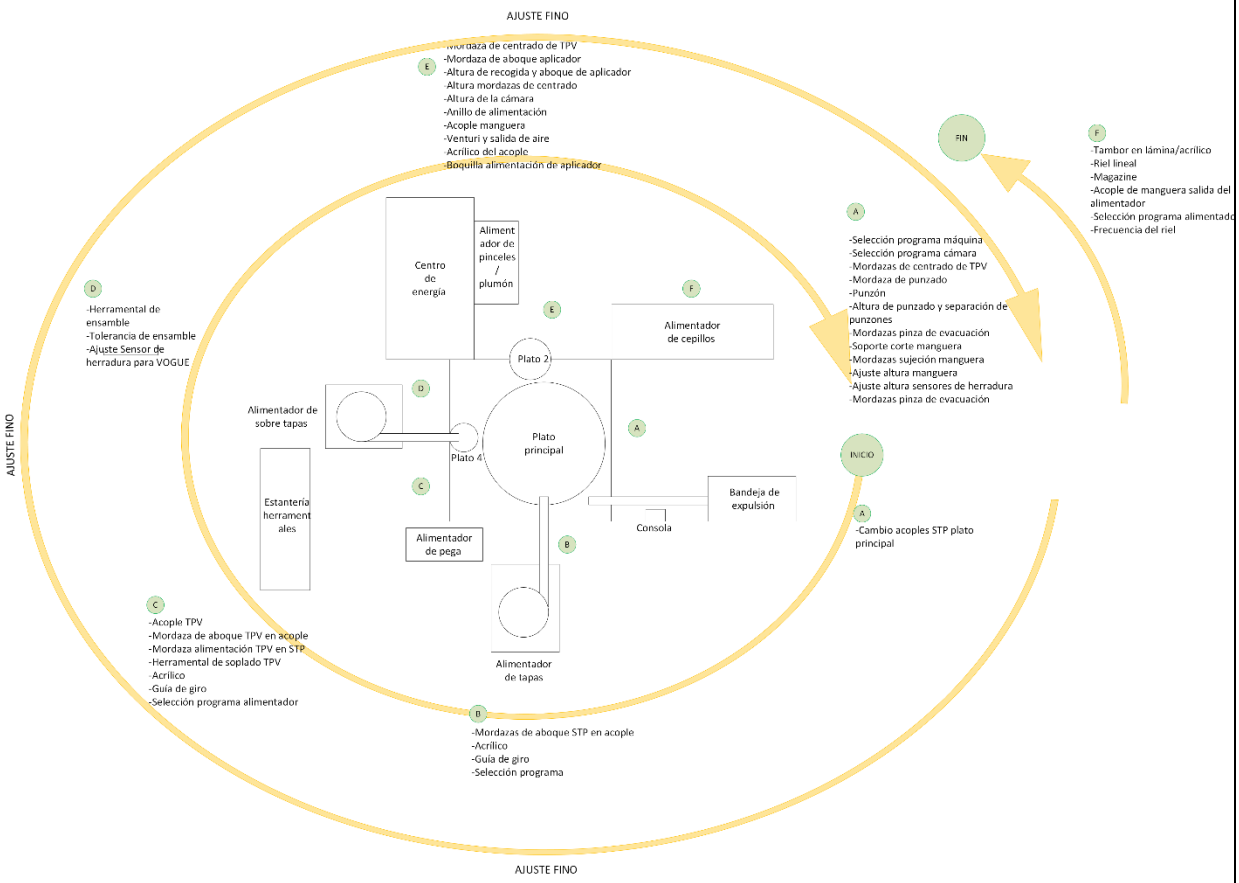
Anexo 7. Sensor de herradura

2. Instalación sensor de herradura para estación 6			
Se identifica que el ajuste de la estación 6 de la máquina: Orientación de TPV en STP suele representar gran cantidad de fallos, por lo que se propuso la instalación de un sensor de herradura para que sólo se use la estación en las unidades que lo requieran y no en cada una.			
Responsable	Supervisor mecánicos	**Estado**	0%
Avance			
15/01/2025: La idea es propuesta por parte del mecánico líder 04/02/2025: Se resalta la importancia de ejecutar la idea en el Evento Kaizen			
Antes: Estación sin sensor			

Anexo 8. Propuesta de orden en el cambio

3. Creación de una propuesta de orden para el cambio de referencia

Durante el cambio de referencia, cada mecánico sigue un orden diferente, determinado por su costumbre y preferencias. Por ello, se identifica la necesidad de contar con un orden en las actividades, que sirva para capacitar a los nuevos mecánicos y proponer un flujo de actividades que busque minimizar desperdicios			
Responsable	Supervisor, líder mecánicos y Practicante	**Estado**	100%
Avance			
04/02/2025: Se propone en el marco del Evento Kaizen 27/02/2025: Se aprueba la implementación de la propuesta final de orden 12/03/2025: Se socializa con los mecánicos el nuevo orden a seguir en el ajuste de la ETS05			
Antes: Sin ruta de trabajo **Después:** Luego de analizar con cada mecánico su orden en el cambio de la máquina, se encuentra un órden que se ajusta con la mayoría de visiones de los mecánicos, este se ilustra en la **Error! Reference source not found.**, dejando una copia en la carpeta de las hojas de cuadre y socializando el método en los cambios de turno**.**			



Anexo 9. Seguimiento al uso de paros

4. Seguimiento al uso del paro PE06:
Se identifica la falta de operaria al finalizar el alistamiento como una de las grandes pérdidas de tiempo por el mal manejo de códigos, por ello se propone realizar seguimiento al uso del paro PE06: Falta de operaria si al finalizar el alistamiento no llega la operaria a recibir la máquina.

Responsable	Jefe del área	**Estado**	100%
Avance			
05/02/2025: Se identifica la necesidad de hablar con las operarias líderes explicando la instrucción y la necesidad de medir el tiempo de cambio. 11/03/2025: Se capacita a los mecánicos en el uso de los códigos en EPICOR buscando que puedan ellos cambiar el estado de la máquina cuando la operaria líder esté ocupada.			

Anexo 10. Póster

Departamento de Ingeniería Industrial

Reducción de tiempos de alistamiento y paros indirectos en la principal máquina del área de ensamble de SIMEX S.A.S. mediante la metodología SMED

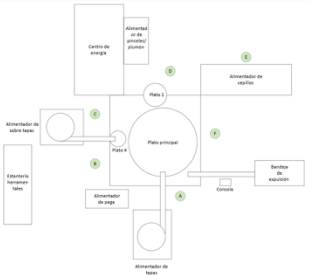
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Ingeniería

PRACTICANTE: Juan Pablo Pemberty Montoya
ASESORES: Luz Marcela Restrepo y Diego Lopera
PROGRAMA: Ingeniería industrial
MODALIDAD DE PRÁCTICA: Semestre de industria

En SIMEX S.A.S., los extensos tiempos de alistamiento en la máquina ensambladora ETS05 del área de acabados impactaban negativamente la flexibilidad productiva y el OEE. Este proyecto aplicó la metodología SMED (Single Minute Exchange of Die) para identificar, clasificar y optimizar actividades del proceso de cambio de referencia. Se realizaron observaciones, entrevistas y eventos Kaizen para construir mejoras estructuradas.

La implementación parcial (72.16%) de las propuestas logró una reducción promedio de 38 minutos por cambio. Esto representa una disminución de costos por evento y una mejora proyectada en la disponibilidad y el OEE. La herramienta demostró ser útil para dinamizar los procesos de ensamble y fortalecer la cultura de mejora continua en la empresa.

Distribución de máquina



Introducción

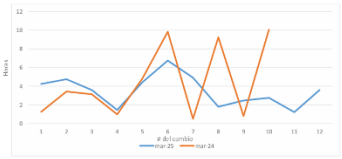
SIMEX S.A.S. es una empresa del sector plástico con más de 50 años en el mercado, especializada en empaques para cosméticos y cuidado personal. La máquina ETS05 es clave en su línea de ensamble, pero sus largos tiempos de alistamiento afectaban la eficiencia. Con un OEE global del 69.34% y una disponibilidad del 74.66%, se detectó que la ETS05, con un OEE de 64.15%, era una oportunidad crítica de mejora. Este trabajo aplicó SMED como herramienta de Lean Manufacturing para intervenir esta problemática, buscando transformar actividades internas en externas y reducir los tiempos improductivos.

Metodología

Se adoptó un enfoque cuantitativo, estructurado en cuatro fases: diagnóstico inicial, documentación del proceso actual, implementación de SMED y evaluación del impacto. Se usaron técnicas como observación directa, análisis documental de datos del ERP Epicor, entrevistas semiestructuradas a mecánicos y operarias líderes, y seguimiento con herramientas como cursogramas y matrices de actividades. La implementación fue acompañada de un evento Kaizen con actores clave del proceso.

Resultados

Tiempo de cambio marzo 2024 vs 2025



Seguimiento a las propuestas de mejora

Propuesta	Acción de mejora
Sustituir las riñoneras donde se guarda la herramienta actualmente por carros de herramientas	Se implementan dos de los seis carros de herramientas propuestos
Convertir las actividades: "Preparación de herramentales a montar" y "Guardado de herramentales desmontados" en actividades externas	Se propone el diseño y uso de una bandeja con relieve para tránsito de herramentales
Considerar la actividad: "Alistamiento del aplicador de Cepillos y L/G" como una actividad condicionalmente externa. Ya que depende de la referencia montada y a montar.	Identificar para cuales referencias es posible adelantar esta actividad, actualizar las hojas de cuadre de las mismas añadiendo las condiciones a cumplir para que sea una actividad externa
Reducir los errores que genera la máquina en la estación 6 mediante la instalación de un sensor que reduzca el uso innecesario de esta estación	Instalación sensor de herradura para la estación 6
Creación de una propuesta de orden para el cambio de referencia	Establecer, basado en las formas de cambio que tienen los mecánicos una ruta de trabajo que optimice desplazamientos y estandarice el proceso.
Realizar seguimiento al uso de los reportes de paro buscando confiabilidad en los reportes	Sensibilizar a los grupos de interés y capacitar al equipo de mecánicos en el uso de códigos.

- Reducción promedio de 0.64 horas por cambio (38 min 24 seg).
- Disminución del costo por evento de cambio: $107.072.
- Reducción de variabilidad en tiempos reales vs estimados.
- Identificación de 33 actividades, de las cuales varias fueron convertidas en externas.
- Implementación de mejoras físicas y metodológicas: carros, bandejas, orden estandarizado.

Cambios realizados en marzo de 2025 y marzo de 2024

Periodo	Número de cambios	Tiempo total en cambios (en horas)	Tiempo promedio por cambio (en horas)
Marzo de 2024	10	41.39	4.13
Marzo de 2025	12	41.93	3.49

Objetivos

General

Reducir los tiempos de alistamiento y paro por ajuste de máquina a través de la aplicación de SMED en la máquina de ensamble ETS05 del área de ensamble de la empresa SIMEX S.A.S. para mejorar la disponibilidad del equipo y el OEE del área.

Específicos

- Analizar el proceso actual de cambio de referencia en la ETS05.
- Implementar los cuatro pasos de la herramienta SMED en el proceso de cambio de referencia en la ETS05.
- Evaluar estrategias para reducir los tiempos de paro por ajuste de máquina en la ETS05
- Evaluar y analizar los cambios en materia de disponibilidad de la ETS05 y su efecto en los indicadores de disponibilidad del área de ensamble y producción en general.

Conclusiones

- SMED permitió reducir tiempos de alistamiento y paros improductivos.
- La disponibilidad y el OEE mejoraron tras la intervención.
- La participación del equipo fue clave para el éxito del proyecto.
- La estandarización, capacitación y el seguimiento fortalecen la sostenibilidad de la mejora.
- La ETS05 pasó de ser un cuello de botella a una oportunidad de mejora controlada.

Referencias y anexos:

DATOS DE CONTACTO DEL AUTOR:
+57 3136070375 Juan.pemberty@udea.edu.co @pablo.pemberty https://www.linkedin.com/in/juan-pablo-pemberty-montoya-b1a587167/