



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA LÍNEA TALL 1 DE FABRICACIÓN DE ENVASES METÁLICOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA DE LÁCTEOS”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Bach. Roger David León Aponte

Bach. Wilfredo Enrique Santos Lázaro

Asesor:

Ing. Rafael Ortiz Condori

Lima - Perú

2020

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi fortaleza en quien confié y su palabra sea bendita para siempre.

A mi madre Consuelo, que con su palabra de aliento sea perseverante y luche por mis sueños.

A mi esposa Susana por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome su apoyo, comprensión, cariño y amor.

A mis hijos David y Andrea, por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

Autor: Roger David León Aponte

Dedico esta tesis a mis padres Wilfredo, quien está en el cielo, a mi querida madre Genoveva, ambos fueron un gran apoyo emocional todo el tiempo en que escribía esta tesis.

A mi esposa Marlene, quien me apoyó y alentó para continuar, cuando parecía que me iba a rendir.

A mi hijo, quien siempre me motivó para ser su ejemplo.

A mis maestros, que nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no ponía atención en clase, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

A todos los que me apoyaron para escribir y concluir esta tesis.

Para ellos es esta dedicatoria, ya que es a ellos a quienes les debo, por su apoyo incondicional.

Autor: Wilfredo Enrique Santos Lázaro

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme fuerza y claridad por el desarrollo de esta tesis.

Agradezco a mi madre por su apoyo incondicional para continuar mis logros.

Agradezco a mi esposa por su amor y paciencia porque “el verdadero Amor no es otra cosa que el deseo inevitable de ayudar al otro para que este se supere”.

Agradezco a mis hijos, porque siempre estuvieron en todo momento y confiaron en mí para cumplir y lograr esta meta.

Autor: Roger David León Aponte

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres, Wilfredo y Genoveva, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión.

De manera especial, al ingeniero Rafael Ortiz Condori, tutor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia y rectitud como docente.

Autor: Wilfredo Enrique Santos Lázaro

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
TABLA DE CONTENIDOS	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad problemática	11
1.2. Formulación del problema.....	21
1.2.1. Problema general.....	21
1.2.2. Problemas específicos	21
1.3. Objetivos.....	21
1.3.1. Objetivo general	21
1.3.2. Objetivo específico.....	21
1.4. Hipótesis	22
1.4.1. Hipótesis general	22
1.4.2. Hipótesis específicos	22
1.5. Justificación.....	22
1.6. Limitaciones	24
1.7. Antecedentes de la tesis.....	25
1.7.1. Antecedentes internacionales	25
1.7.2. Antecedentes nacionales	28
1.8. Teoría del SMED.....	30
1.8.1. Etapas del SMED	36
1.8.2. Etapa 1. Observar y comprender el proceso de fabricación.....	37

1.8.3. Etapa 2. Identificar y separar las operaciones	39
1.8.4. Etapa 3. Convertir internas en externas.....	40
1.8.5. Etapa 4. Optimizar las operaciones	42
1.8.6. Etapa 5. Estandarizar	44
1.8.7. Indicador del SMED.....	45
1.9. Productividad.....	47
1.9.1. Medición de la productividad.....	49
1.9.2. Eficiencia.....	50
1.9.3. Eficacia.....	51
1.10. Indicador de la Productividad.....	52
1.11. Definición de términos básicos.....	53
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	54
2.1. Tipo de investigación.....	54
2.2. Población y muestra.....	55
2.3. Métodos	56
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	57
2.5. Procedimientos	58
2.6. Aspectos éticos	59
2.7. Diagnóstico de la empresa.....	60
2.8. Identificación de problemas e indicadores actuales	61
2.9. Desarrollo de la matriz de indicadores de variables	63
2.10. Solución propuesta de la metodología SMED.....	65
2.11. Etapa 1: Observación y comprender el proceso	65
2.12. Etapa 2: Separar actividades internas y externas.....	71
2.13. Etapa 3: Convertir las actividades internas en externas en la línea Tall 1.....	81

2.14. Etapa 4: Refinar las actividades tanto internas como externas.....	88
2.15. Etapa 5: Estandarizar el cambio de formato en la línea Tall 1	91
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	107
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	115
REFERENCIAS.....	121
ANEXOS.....	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Empresas de fabricación de envases metálicos en Perú.</i>	17
Tabla 2 <i>Promedio de paradas programadas por mes en el Año 2019</i>	20
Tabla 3 <i>Dimensión e Indicador del SMED</i>	46
Tabla 4 <i>Causas raíz del Área de Fabricación de Envases Metálicos en la Línea Tall 1 de Acuerdo con su Nivel De Influencia</i>	62
Tabla 5 <i>Indicadores de las Causas Raíz de los Problemas en la línea Tall 1</i>	63
Tabla 6 <i>Matriz de variables</i>	63
Tabla 7 <i>Resumen de datos obtenidos del diagrama de análisis del proceso del cambio de formato en la línea Tall 1 – antes.</i>	75
Tabla 8 <i>Registro de actividades internas en el cambio de formato de la línea Tall 1 - antes</i>	76
Tabla 9 <i>Registro de actividades externas en el cambio de formato de la línea Tall 1 - antes</i>	77
Tabla 10 <i>Registro de eficiencia en el cambio de formato de la línea Tall 1 - antes</i>	78
Tabla 11 <i>Registro de eficacia en el cambio de formato de la línea Tall 1 - antes</i>	79
Tabla 12 <i>Registro de productividad en el cambio de formato de la línea Tall 1 - antes</i>	80
Tabla 13 <i>Resumen de datos obtenidos del diagrama de análisis del proceso del cambio de formato en la línea Tall 1 – propuesto</i>	97
Tabla 14 <i>Registro de actividades internas en el cambio de formato de la línea Tall 1 - Propuesto</i>	97
Tabla 15 <i>Registro de actividades externas en el cambio de formato de la línea Tall 1 - Propuesto</i>	99
Tabla 16 <i>Registro de eficiencia en el cambio de formato de la línea Tall 1 - antes</i>	103
Tabla 17 <i>Registro de eficacia en el cambio de formato de la línea Tall 1 - Propuesto</i>	104
Tabla 18 <i>Registro de productividad en el cambio de formato de la línea Tall 1 - Propuesto</i>	105
Tabla 19 <i>Costo de implementación de la propuesta en la línea Tall 1</i>	107
Tabla 20 <i>Costos de fabricación de envases metálicos en la línea Tall 1</i>	108
Tabla 21 <i>Calculo de beneficio costo en la línea de fabricación de envases metálicos Tall 1</i>	109
Tabla 22 <i>Flujo de caja de la línea de producción Tall 1 de envases metálicos</i>	109

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Gráfica de Volumen de leche en el mundo del 2013 Al 2018.....	12
<i>Figura 2:</i> Gráfica de países de mayor consumo de leche en el año 2019	13
<i>Figura 3:</i> Las Empresas Más Grandes de Producción de Leche En El Mundo	14
<i>Figura 4:</i> La producción de leche en América Latina por FEPALE.....	15
<i>Figura 5:</i> Evolución de producción de leche en las regiones del mundo	16
<i>Figura 6:</i> Resultados de la Aplicación Lean Manufacturing.....	32
<i>Figura 7:</i> Metodología de Trabajo Integrado para Aplicar SMED.	34
<i>Figura 8:</i> :Lote Económico Aplicando SMED.....	35
<i>Figura 9:</i> Etapas del SMED	36
<i>Figura 10:</i> Reducción del Tiempo de Cambio de Formato Aplicando SMED	37
<i>Figura 11:</i> Tiempo de Cambio de Formato	38
<i>Figura 12:</i> Antes del SMED.....	39
<i>Figura 13:</i> Aplicando el SMED Etapa 2	40
<i>Figura 14:</i> Aplicando SMED Etapa 3	42
<i>Figura 15:</i> Aplicando SMED Etapa 4	43
<i>Figura 16:</i> Resultados de la Aplicación SMED	44
<i>Figura 17:</i> Estandarizar el SMED	45
<i>Figura 18:</i> Variable, Dimensión e Indicador del SMED.....	47
<i>Figura 19:</i> Productividad y sus factores	52
<i>Figura 20:</i> Diagrama de diseño pre experimental pre prueba/post prueba	54
<i>Figura 21:</i> Gráfica de Pareto de Causas de Baja Productividad en la Línea Tall 1	62
<i>Figura 22:</i> Flujograma de la Línea Tall 1 de Fabricación de Envases Metálicos	65
<i>Figura 23:</i> Máquina Cortadora.....	66
<i>Figura 24:</i> Máquina de Soldadura.....	67
<i>Figura 25:</i> Máquina Horno.....	67
<i>Figura 26:</i> Transporte de Envases Metálicos.	68
<i>Figura 27:</i> Máquina Conformado.....	69
<i>Figura 28:</i> Máquina alimentadora de fondos	69
<i>Figura 29:</i> Máquina Plastificadora y Almacén	70
<i>Figura 32:</i> Diagrama de análisis de procesos sobre la línea Tall 1 en cambio de formato - antes	74

Figura 33: Desorganización de herramientas y equipos	82
Figura 34: Organización de herramientas, equipos y piezas para el cambio de formato.....	83
<i>Figura 35: Larga distancia para guardar y recoger viruta de la máquina cortadora.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 36: Al costado de la máquina para guardar y recoger viruta de la máquina cortadora.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 37: Equipo auxiliar regulación de botadores</i>	<i>85</i>
<i>Figura 38: Acoplamiento con el nuevo cambio de formato a través de tornillos</i>	<i>86</i>
<i>Figura 39: Identificación y medición de chapas en la máquina parada</i>	<i>86</i>
<i>Figura 40: Identificación y medición de chapas en la máquina en funcionamiento</i>	<i>87</i>
<i>Figura 41: Regular flejes y acomodar muestra en funcionamiento</i>	<i>87</i>
Figura 42: Cierre de guarda al culminar los cambios de formato.....	88
<i>Figura 43: Regulación de cuchillas</i>	<i>89</i>
<i>Figura 44: Regulación de cuchillas</i>	<i>90</i>
<i>Figura 45: Oficina de medición de cambio de formato con distancia de 20 metros.....</i>	<i>91</i>
Figura 46: medición de los parámetros y regulación de cuchillas en paralelo	91
<i>Figura 48: Diagrama de análisis de procesos sobre la línea Tall 1 en cambio de formato - después.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 49: Comparación de distancia en el cambio de formato.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 50: Detalle de actividades internas antes y propuesto</i>	<i>101</i>
<i>Figura 51: Detalle de actividades internas antes y propuesto</i>	<i>102</i>
<i>Figura 52: Comparación de eficiencia en la línea de fabricación de envases Tall 1</i>	<i>110</i>
<i>Figura 53: Comparación de eficacia en la línea de fabricación de envases Tall 1.....</i>	<i>111</i>
Figura 54: Comparación de eficacia en la línea de fabricación de envases Tall 1	112

RESUMEN

El trabajo de investigación tiene como objetivo general desarrollar una propuesta de mejora en la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos para incrementar la productividad en una empresa de lácteos.

Se hizo un diagnóstico sobre la situación de la empresa de lácteos en el área de fabricación de envases metálicos en la línea Tall 1 con la finalidad de obtener las causas principales que contienen la mayor criticidad y los problemas que causan una baja productividad en la línea de fabricación de envases metálicos.

Lo segundo que se realizó fue medir a través de registros la eficiencia y eficacia para obtener la productividad en la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos, luego de aplicar la propuesta de mejora, se pueda comparar los registros y analizar el impacto de la propuesta.

En tercer lugar, se desarrolló la propuesta de mejora por las causas raíz de la investigación para incrementar la productividad en línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos en una empresa de lácteos. La propuesta desarrollada se orienta bajo la metodología SMED y fue aplicada en 5 etapas.

Los resultados obtenidos antes de la propuesta se evidencian en la fabricación de envases metálicos que era de 1 644 500 unidades. Luego de la aplicación de la propuesta de mejora se fabrica 2 309 273 unidades, por lo que se obtiene un beneficio económico al producir más es de S/. 400 193 soles, por lo que el B/C obtenido es de 33, por lo que se concluye que aquella es factible y rentable para la empresa de lácteos.

Palabras clave: Línea Tall 1, fabricación envases metálicos, propuesta de mejora, actividades internas y externas, productividad, eficiencia y eficacia.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En este periodo de automatización industrial, es necesario que cada vez el ser humano tenga mayor capacidad de análisis para superar la barrera de los problemas que generan las máquinas automatizadas, ya que si bien es cierto no necesitan de mucha intervención humana, pero sí requieren de la programación eficiente realizada por los técnicos para que tengan un resultado óptimo según las metas trazadas en las empresas. Como toda empresa necesita tener flexibilidad de capacidad, debido a que debe cumplir con la demanda del mercado, porque si no fuera así su competidor puede satisfacer esa necesidad, lo cual afectaría en la imagen de la empresa, ya sea no ser reconocida y, además, que pierda ese dinero resultante de las futuras ventas de los productos. Por ello, es indispensable realizar los pronósticos y cumplir con la programación maestra de fabricación, para encontrar una mejor rentabilidad y ser un competidor del mercado tanto nacional como internacional, debido a que ahora el mercado es el mundo y los competidores también, no solo basta un buen producto, sino también que sea económico, que satisfaga las necesidades de los consumidores y que siga creando una cultura de mejora, no solo dentro de la organización sino que se impregne esa cultura entre los consumidores para que la rentabilidad de la empresa se mantenga en el tiempo. Para poder abordar sobre la industria de lácteos, se debe saber cuánto se consume en el mundo, la figura N° 1 muestra el volumen de leche en el mundo.

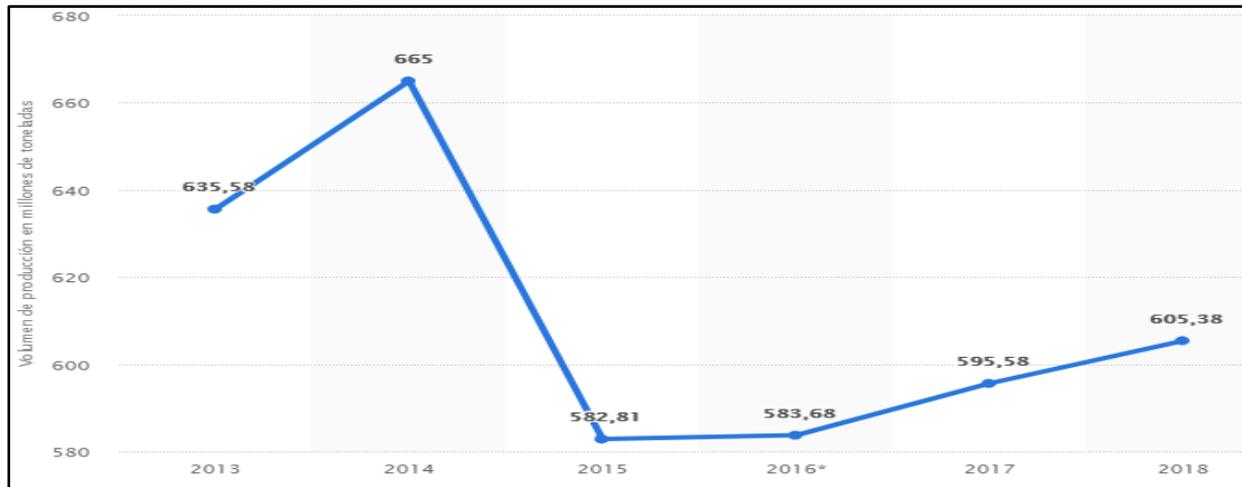


Figura 1: Gráfica de Volumen de leche en el mundo del 2013 Al 2018

Fuente. Statista Research Department (2020). Evolución del volumen de leche de vaca producida en el mundo desde 2013 hasta 2018.

En la figura anterior, lo que se muestra es como la producción de leche a disminuido estos últimos años, ya que, está lejos de sobrepasar su punto más alto en el año 2014 que llegó a producirse 665 millones de toneladas de leche, luego tuvo una caída en el 2015 a 582,81 millones de toneladas. En los siguientes años, ha estado recuperándose hasta llegar al año 2018 con 605,38 millones de toneladas, lo que significa que puede seguir aumentando esta tendencia en la producción de leche en el mundo.

Los países con mayores cantidades de consumo de leche se muestran en la figura N° 2, en donde se menciona al país y el número de toneladas.

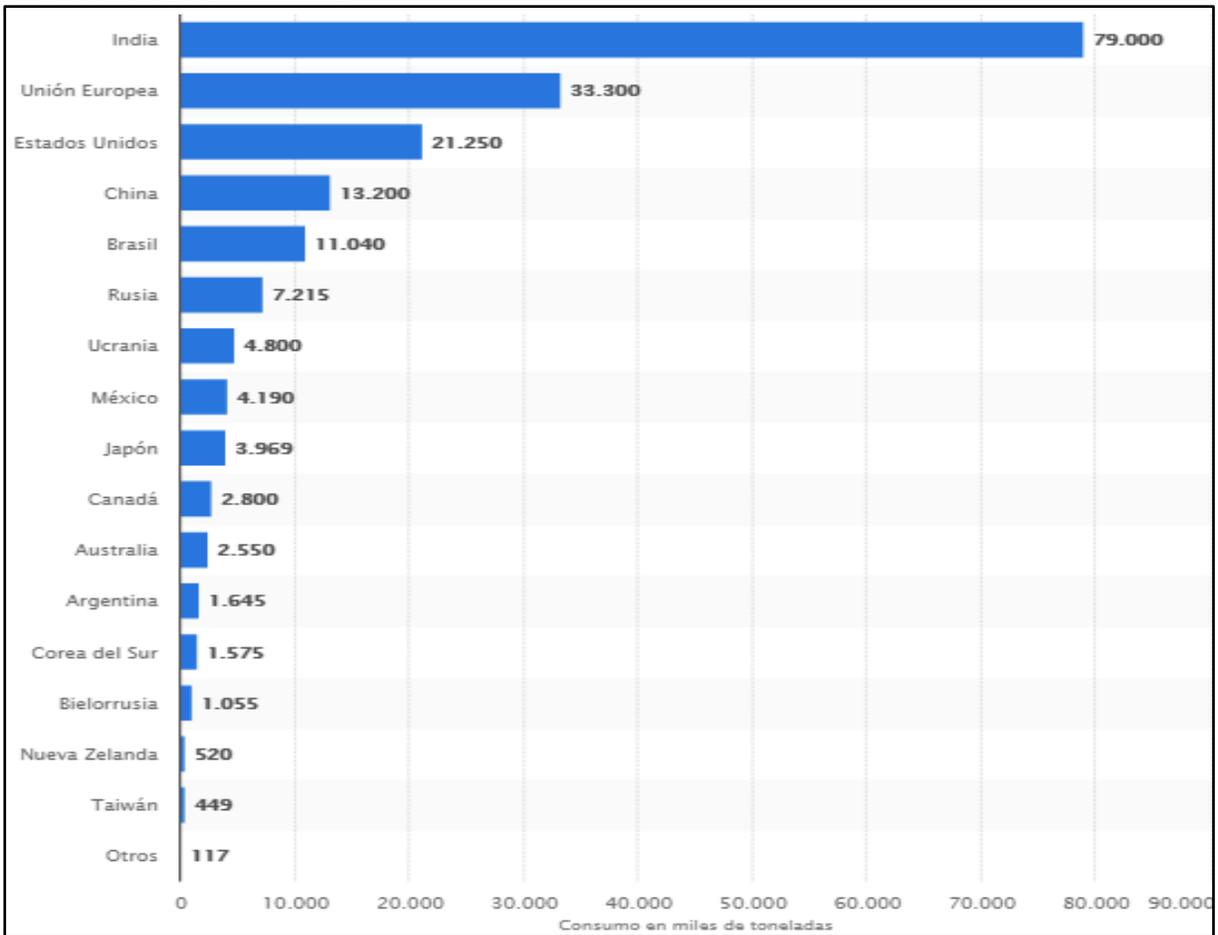


Figura 2: Gráfica de países de mayor consumo de leche en el año 2019

Fuente: Statista Research Department (2020). Ranking de las regiones que más leche líquida consumen en el mundo en 2019.

En la figura anterior, lo que se muestra es que el mayor consumidor del mundo es India con 79 millones de toneladas al año; seguido por la Unión Europea con 33.3 millones de toneladas al año; en tercer lugar, se encuentra Estados Unidos con 21.25 millones de toneladas al año; en cuarto lugar, es China con 13.2 millones de toneladas al año; y el quinto lugar, pertenece a un país de Sudamérica, que es Brasil con 11.04 millones de toneladas al año.

Las compañías que abarcan esta industria en el mundo se muestran en la figura N° 3, en donde se menciona cuáles son las empresas más grandes del mundo.



Figura 3: Las Empresas Más Grandes de Producción de Leche En El Mundo

Fuente: Los Andes (2020). Cuáles son las 10 compañías productoras de leche más grandes del mundo.

Los Andes (2020) señala que los mayores productores de leche en el mundo están liderados por Arabia Saudita y China, solo estas 10 empresas produjeron el 1,1% de la producción mundial de leche en el año 2018, Además, que la empresa ALMARAI (Arabia Saudita) es la mayor productora de leche con unos 1.427 millones de litros al año. Esta producción es igualada a Indonesia y Noruega, esta empresa tiene 100.000 vacas, En segundo lugar, está la empresa MODERN DAIRY (China) que tiene más vacas en el mundo con una cantidad de 134.315, en donde están distribuidos en 26 provincias de su país. En tercer lugar, la empresa ROCKVIEW, en cuarto lugar, la empresa la RIVERVIEW y, en quinto lugar, la empresa FARIA BROTHERS, estas tres últimas granjas son de los Estados Unidos. Estas se han desarrollado a través de las generaciones de las familias y, actualmente, son las mismas familias las que gestionan su respectiva empresa. En sexto lugar, está la empresa EKONIVA, en donde su crecimiento ha sido absoluto en el mundo, debido a que es el mayor productor de leche en Europa y se espera que ellos sobrepasen el millón de toneladas en el 2020 de leche de vaca (p. 1).

Es relevante saber cuánto produce América Latina en leche de vaca como se muestra en la figura N° 4, en donde los menciona en millones de litros por año.

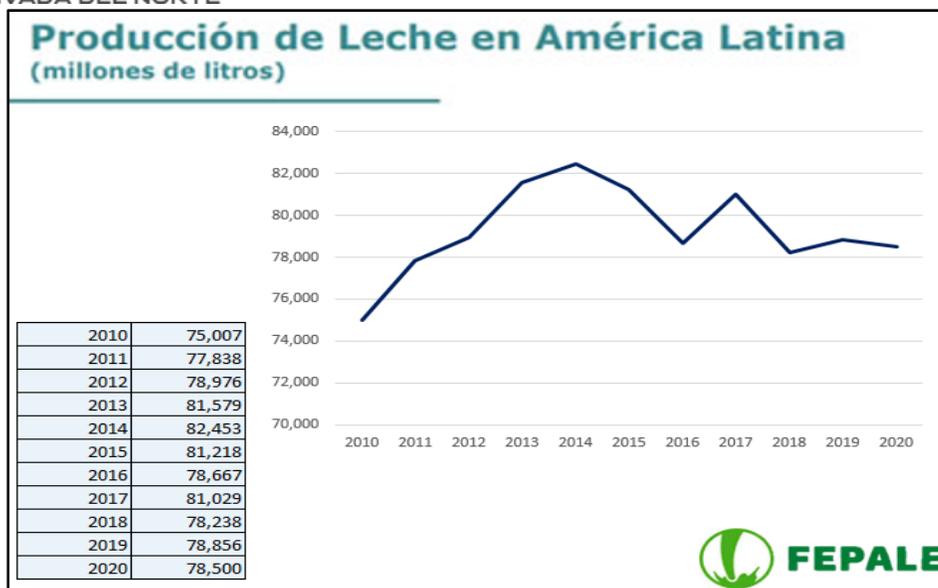


Figura 4: La producción de leche en América Latina por FEPALE

Fuente: Portal del Campo (2020). FEPALE presenta panorama lechero en América Latina.

En la figura anterior, se observa que el punto más alto de producción de leche en América Latina era en el año 2014 con 85,453 millones de litros y el más bajo del 2010 con 75,007 millones de litros, y en los años 2018 al 2020 se ha venido recuperando. Según el Portal del Campo (2020), se menciona que Ariel Londinsky, el actual secretario general de FEPALE (Federación Panamericana de Lechería) señala que la producción de leche está relativamente paralizada, esto debido a las diversas crisis que ha pasado el sector, desde situaciones climáticas, situaciones del mercado y en la pandemia, que ha hecho que el sector no muestre crecimiento en la producción, además mencionó que Latinoamérica no tiene la suficiente capacidad en coordinar precios, debido a que la región es una importadora y tomadora de precios, lo que significa que el sector debe adaptarse y moverse rápido para controlar la situación; sin embargo, está comenzando a tener más penetración en el comercio mundial de lácteos, ya que la región es una exportadora y consumidora de leche; en consecuencia, está aumentando en la región el consumo de lácteos. Lo que también menciona es que el mercado exportador está liderado por dos países que representan el 56% de la

región y son Argentina con Uruguay, está complementado por México, Perú, Nicaragua y Chile.

Los países que más exportan lo que producen están liderados por Uruguay, debido a que su 75% de producción lo exporta, Nicaragua exporta el 42% de su producción, Argentina exporta el 20% de su producción. Los países que más importan son México, Brasil, Venezuela y Perú.

La comparación de las regiones es para saber en qué situación se encuentran y qué prácticas se están usando las demás regiones como se muestra en la figura N° 5, en donde nos muestran los datos en miles de litros (aproximadamente en toneladas).

Región	Promedio 2013-2015	2018	2019e	2020p	Variación proy. 2020 vs 2013-15
México, Am. Cent. y Caribe	16.558.000	17.435.000	17.681.000	17.937.400	+ 8,3%
Sudamérica	64.312.667	60.803.000	61.174.800	60.523.700	- 5,9%
Total regional	80.870.667	78.238.000	78.855.800	78.461.100	-3,0%
Total mundial	680.685.000	683.217.000	689.815.580	701.033.167	+ 3,0%
Participación regional	12,4%	11,5%	11,4%	11,2%	

Figura 5: Evolución de producción de leche en las regiones del mundo

Fuente: Federación Panamericana de Lechería (2018). La producción de leche en américa latina y el caribe.

En esta figura, se muestra que la producción en el año 2013 al 2015 en promedio en la región de Sudamérica es de 64.312.667 miles de litros de leche y en el año 2018 se tiene 60.803.000 miles de litros de leche, lo que significa que la región ha bajado su producción a comparación de los años anteriores comparado con las demás regiones, por lo tanto, en la producción del mundo.

En el Perú, el mercado de envases para los alimentos tuvo un aumento en la demanda de los envases en estos últimos años, porque aumentó la agroindustria, por lo que, en la actualidad, es necesario transformar los alimentos y bebidas que obligatoriamente necesitan un envase de metal.

La agroindustria representa el 27% de las exportaciones en el país peruano, por lo que la demanda

de los envases metálicos es muy solicitada para que los alimentos estén frescos, congelados y en conserva, existe una nueva tendencia en tener alimentos sanos, de calidad y orgánicos, como es el caso de la quínoa y la kiwicha, debido a su gran potencial que tienen en el mercado que se necesitará un tipo de envases para su exportación. Por último, los materiales más demandados en el país durante el periodo del 2012 al 2016 es el plástico y sus formatos, entre ellos las bolsas plásticas (particularmente para la uva); en segundo lugar, están los envases flexibles, botellas, tapones plásticos y mallas, en menor porcentaje la demanda de envases de madera (cajas), cartón y plásticos (las cajas de cartón para los productos congelados), además de los envases de metal, laminados y aluminio para conservas y latas. El mercado peruano todavía no se consolida, porque no hay algún proveedor en particular; sin embargo, se destaca a China por sus envases plásticos, vidrio y cartón, en el caso de los envases de madera se destaca al país de Chile, para el caso de cartón el país de Ecuador, en envases metálicos están el país de Chile, Colombia y Japón. No obstante, España se encuentra entre los 10 primeros proveedores de envases de madera, plástico, laminados y acero en el Perú, pero su representación como proveedor es menor. (Interempresas, 2018, p. 1).

Por otro parte, las empresas que fabrican envases de hojalata en Perú son las que se muestran a continuación en la Tabla N° 1, en donde se muestran los servicios que brindan.

Tabla 1

Empresas de fabricación de envases metálicos en Perú.

Empresas de fabricación de envases metálicos		
Nombre	Productos	Contactos
Industrias de estampados metálicos	Tapas twist off, envases de hojalata terminados, láminas de hojalata a medio proceso	Vicky Venegas (Subgerente de finanzas)
Envases especiales	Envases de hojalata, envases de fibra de cartón y cajas de cartón corrugado	Frank Alarcón (Jefe de negocios internacionales)

Fuente: SIICEX (2015). Manufacturas diversas.

En la figura anterior, se observa que hay 3 empresas peruanas que ofrecen el producto de envases de hojalata como es el caso de la empresa IDEMSAC, ENVASES ESPECIALES, ENVASES LUX.

La empresa METALPREN S.A. es una empresa ubicada en el Perú, se dedica a fabricar todo tipo de tapas de metal y envases, ofrece todos los servicios que competen al proceso de fabricación de envases de metal, que son corte, barnizado, litografía en las láminas de metal, tiene más de 40 años de experiencia en la industria, además cuenta con 3 certificaciones, las cuales son las siguientes: EXPORTADOR BASIC, SMETA 4PILARES, BRC PACKAGING. Cuenta con una planta de tamaño de 32000 m², tiene una ubicación estratégica en el puerto del Callao, en donde realiza la manufactura de envases y tapas, además tiene centros de distribución en el Perú, en donde complementa su red comercial, con la finalidad de ofrecer un servicio integral y de garantía. Puede lograr fabricar al año 600 millones de tapas (METALPREN, 2016, p.1).

CLASS & ASOCIADOS S.A. Clasificadora de Riesgos (2019) menciona que el Perú el 90% del mercado de lácteos está compuesto el 90% por tres grandes empresas, que son Gloria, Nestlé y Laive; el resto lo compensan los productores artesanales del país. La empresa Nestlé Perú S.A., es del grupo suizo Nestlé, por lo que el Perú está su subsidiaria. Esta empresa comenzó sus operaciones en el Perú el año 1919 cuando realizaba importación de sus productos. En el periodo actual, la fecha cuenta con tres plantas: en Lima, Cajamarca y Chiclayo, para la industrialización de la leche. La empresa Laive inició sus operaciones en el año 1910, comenzó sus operaciones bajo el nombre Sociedad Ganadera del Centro, luego cambió su razón social en el año 1994, bajo

el nombre que todos actualmente conocen (Laive), la empresa tiene cuatro plantas industriales, dos de ellas están ubicadas en el departamento de Arequipa y dos en Lima (p. 8).

Esta tesis se realiza en una empresa de lácteos, con más de 78 años de presencia en el país, cuenta con 4 áreas que son: corte y barnizado, envases lácteos (cuerpo 1 y 2), cabezales prensas, envases de pesca y agro, cuenta con cuatro sucursales ubicadas en Lima, Arequipa, Cajamarca y Trujillo.

La empresa de lácteos tiene una participación en el mercado peruano de 78% en leches industrializadas, sus ventas anuales en el año 2018 son de S/. 3,507,055 miles de soles y en el año 2019 son de S/. 3,425,308 miles de soles, lo que es una diferencia de S/. 81,747 miles de soles menos, por lo que empresa busca mejorar sus procesos y aumentar la participación del mercado, con la finalidad de aumentar sus ganancias. El área de fabricación de envases metálicos para los productos lácteos fabrica en promedio por mes 29,5 millones de envases metálicos y su capacidad por mes es de 30,240 millones de envases. Para fin del año 2020, se pronostica que la participación de la empresa láctea pase de 78% a 83% en el mercado peruano de leche industrial.

En cuanto a la problemática que subyace a la empresa de lácteos, se ha podido apreciar que está en la productividad, la misma que se encuentra asociada al área de fabricación de envases metálicos, se ha podido observar que el principal problema es la productividad, por cuanto sus indicadores de medición que son la eficacia y la eficiencia no muestran resultados acordes con la producción requerida, por lo que al realizar la observación de los procesos involucrados en la fabricación de los envases se ha encontrado que existen un conjunto de actividades que no generan valor, retrasan el tiempo de fabricación y, de ese modo, no se logra cumplir con la demanda. En atención a ello, es necesario mencionar la relevancia que tiene la disponibilidad del área de fabricación de envases para cumplir con las demandas del mercado actual, por lo cual es necesario conocer las paradas programadas, las cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2

Promedio de paradas programadas por mes en el Año 2019

PROMEDIO DE PARADAS PROGRAMADAS POR MES EN EL ÁREA DE FABRICACIÓN DE ENVASES METÁLICOS-2019			
Descripción	Min	%	
Preparación de Línea	485	29%	
Cambio de Formato	422	25%	
Refrigerio	326	19%	
Inventario	316	19%	
Actividades de Operación	132	8%	
Total	1681		

Fuente: La empresa de lácteos

De la tabla anterior, se puede observar que las paradas programadas para la fabricación de envases metálicos suman en total 1681 minutos al mes, y en mayor porcentaje esta la preparación de línea con 29% y cambio de formato con 25%, por lo que se tiene deficiencias en la preparación de la línea y cambio de formato en la línea Tall 1 y es por la alta rotación de personal, ya que no se capacita debidamente a los nuevos trabajadores, el personal con alta capacitación no está logrando transmitir su conocimiento, por lo que surge la necesidad de verificar el tiempo de cambio de formato para comenzar a mejorar las actividades que más están fallando. Todo el proceso de fabricación de envases metálicos está registrado por el sistema propio de la empresa láctea.

Por todo lo anterior, es necesario plantear una propuesta que permita optimizar todos los procesos de fabricación de envases metálicos y poder fabricar más unidades para satisfacer la demanda, ya que las causas principales de la productividad son las actividades que no generan valor, más bien traen un incremento de tiempos que inciden en la eficiencia y eficacia; la alta rotación de personal, por lo cual no hay una adecuada gestión del conocimiento del personal experimentado al personal nuevo o aprendiz; otra causa es el tiempo de preparación de la línea y

cambio de formato en donde los porcentajes son altos y que de nuevo reflejan la falta de eficacia y eficiencia cuando en el área lo que se debe tener es disponibilidad para la fabricación de envases metálicos a fin de cumplir con los requerimientos de la demanda de envases en el contexto del mercado actual de la empresa de lácteos. Entonces, debido a que esta problemática se asocia a las causas ya expresadas conviene realizar un estudio relacionado con el impacto de una propuesta de mejora, basada en SMED, en la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos en la productividad de la empresa de lácteos.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos en la productividad de la empresa de lácteos?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos en la eficiencia de la empresa de lácteos?

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos en la eficacia de la empresa de lácteos?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la propuesta de mejora de la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos sobre la productividad en una empresa de lácteos

1.3.2. Objetivo específico

- Diagnosticar la situación actual de la empresa para identificar los problemas y las causas principales que intervienen en la línea Tall 1 de fabricación de envases

metálicos en la productividad en una empresa de Lácteos

- Determinar la eficiencia, eficacia y productividad de la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos, antes y después de la propuesta de mejora
- Desarrollar la propuesta de mejora para la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos en una empresa de lácteos
- Realizar un análisis económico de la propuesta de mejora de la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La propuesta de mejora en la línea Tall 1 de fabricación de envases incrementa la productividad en una empresa de lácteos.

1.4.2. Hipótesis específicas

La propuesta de mejora en la línea Tall 1 de fabricación de envases incrementa la eficiencia en una empresa de lácteos.

La propuesta de mejora en la línea Tall 1 de fabricación de envases incrementa la eficacia en una empresa de lácteos.

1.5. Justificación

La presente tesis tiene una justificación teórica, en razón de que se muestra la teoría SMED y que toda persona que desee mejorar la productividad en alguna línea de producción lo pueda lograr, además esta tesis se justifica porque se muestra la situación antes de la mejora y después de la mejora, en donde toda persona que busque conocimiento sobre el SMED, pueda ver qué tan efectiva es la aplicación, qué actividades internas y externas no generan valor, así reducir el tiempo

de cambio de formato; por otra parte, que actividades no generan valor al proceso y deben ser modificadas, optimizadas o eliminadas, al realizar estas actividades, el SMED tiene muchos beneficios como dar mayor capacidad de producción y tener flexibilidad, aumenta la productividad del área, aumenta la eficiencia de las operaciones y cumplir las metas de fabricación según el plan maestro de producción, aumentar la rentabilidad, debido a que se fabrica mayor unidades y, por lo tanto, estas ventas traerán mayor retorno de ingreso a la empresa con la misma instalación de la línea de producción. Asimismo, se justifica teóricamente, como lo señalan los estudios previos de Hidalgo y Vera (2018), que refleja los beneficios y mejoras que trae la metodología SMED en la productividad a partir de la mejora de tiempos, hay mejora en la calidad de los productos y a su vez se evita la generación de desperdicios y reprocesos, por lo cual mejora la productividad. Otro estudio que también refleja es el de Marrujo (2017) en el cual se buscó optimizar los tiempos para mejorar la productividad por lo que se aplicó el SMED, los resultados que obtuvieron fue que se mejoró la eficiencia y la eficacia de las máquinas inyectoras; y, por ende, cambió la forma de trabajar en la empresa.

Entonces, según la explicación anterior, la metodología SMED trae cambios sustanciales en el área de productividad de las empresas, por lo cual se revelan la importancia de su uso y aplicación así como es un aporte teórico en el conocimiento y aplicación en la variable productividad para que en futuros estudios el SMED sea tomado como referente de mejora de la producción atendiendo a los indicadores de eficiencia y eficacia en cumplimiento, también, de la teoría explicitada en el marco teórico por sus principales creadores y su incidencia en la variable de estudio: productividad.

La presente tesis tiene una justificación práctica, porque el área de envases metálicos tiene la necesidad de aumentar la productividad, en razón de que necesita aumentar la capacidad de producción y para lograr ello, es necesario eliminar todo tiempo que no genere valor agregado, se

detectó que el tiempo de cambio de formato no es muy productivo para el área e incidía en el cumplimiento con la demanda, ya sea por la falta de disponibilidad de la maquinaria o por la falta de capacitación del personal. Por consiguiente, se optó por la aplicación del SMED para reducir lo máximo posible el cambio de formato, ganando productividad, eficiencia y eficacia, cumpliendo con los requerimientos del área de envases de hojalata. A partir de lo anterior, se justifica el estudio ya que podría ser un antecedente o estudio previo para investigaciones futuras relacionadas con la optimización de tiempos en los cambios de formato de las áreas de producción.

Asimismo, la presente investigación busca explicar todos los pasos y la manera en que se realiza la aplicación de envases para que se pueda realizar la práctica de la aplicación del SMED en las áreas que se vean afectadas las empresas como una propuesta innovadora y de gran incidencia en el incremento de la productividad y, por ende, la mejora de la rentabilidad y cumplimiento de la demanda requerida en las empresas. Asimismo, conviene señalar que la metodología SMED aplicada en la solución del problema de productividad del presente estudio, se justifica desde el lado práctico, por cuanto los instrumentos que se han aplicado en la recolección de los datos antes de la implementación del SMED y después de su implementación pueden servir de modelo para aplicar y así recolectar información para la optimización de tiempos en los cambios de formato y posterior solución de problemas de eficiencia y eficacia en otras empresas, por cuanto se ha demostrado que el conocimiento inicial y el final revela el impacto del SMED en la productividad del área de fabricación de envases metálicos.

1.6. Limitaciones

En la presente tesis, solo limita esta información con fines educativos y solo del área de envases metálicos para que se aplique la metodología SMED en la línea tall 1 de fabricación de envases metálicos y la empresa no autoriza que se use el nombre legal. Por otro lado, frente a la problemática de disponibilidad de maquinaria, una de las soluciones fue la compra de máquinas

completas para el área de fabricación de envases metálicos comprar, las cuales ya tengan la configuración TALL y 12 onzas, para que el cambio de formato solo tome minutos, es la aspiración de la empresa de lácteos a futuro. Por ello, fue una limitación debido a que la empresa no tenía el presupuesto para la compra de aquellas, por lo cual se tuvo que plantear la propuesta aprovechando los recursos disponibles y así se introdujo una metodología como lo es el SMED, que permita incrementar la productividad en cuanto a la eficiencia y eficacia. Otra de las limitaciones fue el planteamiento de la eficiencia en el cambio de formato a partir del incremento de personal (3 personas), pero resultó imposible por el espacio reducido del área de trabajo, tal que las tres personas sugeridas tendrían a chocar entre sí, por lo cual se tuvo que realizar una reingeniería de métodos para que haya una mejor coordinación, ya que el personal reflejó una falta de capacitación, esa situación hizo que se replantee la propuesta. Por último, una limitación fue el tiempo, ya que al plantear el incremento de la eficacia se requería el aumento de la velocidad de producción, por lo cual se debería modificar la línea de producción, pero como la ejecución de la propuesta se regía a un periodo, resultaba imposible asumir un periodo mayor, por lo que se tuvo que dejar tal planteamiento, que bien habría mejorado la capacidad de fabricación de más de 700 unidades por minuto, es lo que se espera plantear en la empresa en un futuro cercano.

1.7. Antecedentes de la tesis

Para la realización de la presente tesis, se realiza la búsqueda de antecedentes internacionales y nacionales de la aplicación del SMED en cualquier industria, con la finalidad de implementar la metodología planteada en este trabajo de investigación y así reforzar los conocimientos del desarrollo del SMED en la industria de lácteos.

1.7.1. Antecedentes internacionales

Hidalgo, L. & Vera, D. (2018) en su tesis *Mejoramiento de los procesos de configuración*

para imprentas flexo gráficas, basado en la metodología SMED en contribución a la productividad de las empresas cartoneras. Los autores tienen el objetivo de reducir el tiempo de configuración en las imprentas para aumentar la productividad, realizando un análisis y estudio con el sistema SMED, realizar un diagrama de los procesos que hacen el cambio de configuración, por último, realizar la implementación del SMED, para minimizar tiempos muertos y mejorar el proceso de cambio de configuración de la imprenta. Los problemas que tiene la empresa fabricadora de cartones, es que tiene muchas variedades y por lo que exige la situación que se cambie constantemente la configuración, debido a diseños, logos entre otros, por eso es importante aplicar la metodología SMED, para reducir el tiempo de cambio de formato. Las conclusiones fueron: antes de aplicar el SMED se demoraba en realizar el cambio de configuración 05 horas con 19 minutos, luego de implementar el SMED se logró reducir a 1 hora con 26 minutos, ya no lo realiza solo un operario, sino dos en conjunto, para optimizar movimientos y teniendo una ganancia de producción de 3 horas con 53 minutos en la impresión de cartones, por lo que ahora se puede contar con una planificación de trabajo, ya que el SMED da flexibilidad de producción porque se fabrica en lotes más pequeños, en razón de que ahora puede producir más, aumenta la calidad porque evita desperdicios y reprocesos que afectan a la producción del cartón.

Yumi, D. & Mejía, C. (2010) en su tesis *Aplicación del sistema SMED (sistema rápido y reducción de los tiempos de preparación en troqueles y matrices) en la empresa AUPLACTEC.* Los autores tienen el objetivo de aplicar el sistema SMED para realizar un cambio rápido y reducir el tiempo de matrices, además de dar a conocer el sistema SMED a la empresa, con ello realizar el análisis del trabajo actual y aplicar el SMED para tener los resultados requeridos. Los problemas que presenta la empresa son que tiene mucha variedad de moldes a fabricar, lo que hace que realizar los cambios de formatos no sea muy productivo producir, esto tiene sus consecuencias como sobreproducción y satura los almacenes, en razón, que aumenta los precios del producto por

los desperdicios que genera la fabricación. Las conclusiones fueron: como todo tema nuevo para los trabajadores se tiene que capacitar para que entiendan la metodología y lo que se busca realizar, para que el grupo de trabajo mantenga esa filosofía y pueda aplicarse correctamente, en el método que se utiliza se debe analizar todos los procesos a través de diagramas de procesos, flujo, diagramas de distribución de puesto de trabajo, con la finalidad de ver todos los procesos que generan mucho tiempo, se detectó que hay máquinas de montaje que tiene una larga duración por la fijación que tiene, que no permite su rápido cambio de formato, por lo que se logró en el grupo 1 pasan de 30.83 min a 7.75 minutos, en el grupo 2 pasan de 48.531 minutos a 8.85 minutos, lo que también se redujo es la distancia recorrida en el grupo 1 se pasa de 66.45 metros a 6 metros, en el grupo 2 se pasa de 171.4 metros a 4.1 metros, por último la reducción de tiempo tuvo un ahorro en promedio mensual de 80 dólares y ahora que se factura más en promedio mensual 312 \$, esto suma para la empresa un beneficio de 392 dólares.

Minor, O. (2014) en su tesis *Aplicación de la metodología SMED en una línea de empaque de fármacos*. El autor tiene el objetivo de reducir los tiempos de limpieza y ajustes para que el cambio de formato sea reducido en la línea de sólidos en la empresa de fármacos. Los problemas que presentaba la empresa es que tiene muchos cambios de máquina, por la variedad de productos que maneja la línea de manufactura, por lo que necesita estandarizar los procesos y lograr reducir el tiempo de cambio de formato, para que pueda ser más competitivo con su competencia y abarque más mercado, por ello, necesita fabricar más con menos, por ello busca tener lotes más pequeños para aumentar la productividad y reducir los inventarios. Las conclusiones fueron: se logró aplicar el SMED y se redujo en un 52.4% la eficacia del cambio de formato, no se pudo reducir aún más por políticas de la empresa, que debería invertir más en personal de mejora continua, aun así con la capacidad que tiene la empresa se logró pasar la reducción en un 50%, además que se menciona que la productividad aumentó en un 37%, debido a que disminuyó el tiempo de producción en un

26%, en razón que no solo mejoro el tiempo de cambio de formato sino, también en el desempeño de la línea de fabricación.

1.7.2. Antecedentes nacionales

Marrujo, C. (2017) en su tesis *Aplicación del SMED para mejorar la productividad de la máquina inyectora, PLÁSTICOS A S.A- LOS OLIVOS 2017*. El autor tiene el objetivo de poder determinar como el SMED mejora la productividad en una máquina inyectora, otro objetivo es determinar si el SMED mejora los resultados de la máquina y, por último, si la aplicación del SMED optimiza los recursos que se emplea en la máquina del área de inyección. Los problemas que presentaba la empresa son excesivo tiempo de cambio de molde, las actividades no están estandarizadas, hay muchos peligros que se corre al realizar el cambio de formato, no existe algún sistema de revisión o control. Las conclusiones fueron: al aplicar el SMED aumentó la productividad en la máquina inyectora, pasando su productividad de 77% a 86%, con ello aumentó su eficacia (resultado) pasando de 88% a 93%, por último, menciona que aumentó su eficiencia (recursos), pasando de 87% a 93%, lo que significa que el SMED impacto en la máquina inyectora y en la forma de trabajo mejoró.

Ferreya, J. & Natividad, L. (2019) en su tesis *Propuesta de mejora de la productividad del área de flexibles de una empresa manufactura de productos plásticos descartables mediante la metodología LEAN MANUFACTURING*. Los autores tienen el objetivo de cuantificar la mejora en la productividad en el área aplicando la metodología Lean Manufacturing, además de reducir tiempos muertos por desorganización de procesos en el área aplicando 5S, reducir el tiempo en el cambio de bobina aplicando POKA YOKE y, por último, reducir los tiempos de cambio en herramientas por el proceso de sellado aplicando SMED. Los problemas que presentaba la empresa son falta de organización, dificultades al realizar el cambio de bobina y retrasos en el cambio de herramientas, estos problemas causas retrasos de 30.75 minutos diarios, otro problema son durante

el abastecimiento de la máquina y el traslado de la máquina, con ello la colocación de ejes de la bobina, por lo que el operador demora mucho en su colocación del eje, estos problemas en promedio tardar 34.83 minutos diarios en el cambio de bobina y su ultimo problema es el cambio de herramienta, en donde la máquina en ejecución es operada por un operador, tiene un apoyo, pero es mínimo su ayuda en el desarrollo de cambio de herramientas, hay muchas actividades que se puede hacer en actividades externas y las herramientas están desorganizadas lo que todo suma en total 346.38 minutos en cambio de herramienta. Las conclusiones fueron: la aplicación de Lean Manufacturing aumentaron la productividad en el área al reducir los tiempos muertos, desde la desorganización, por cambio de bobina y cambio de herramienta, las herramientas que se usaron fue la 5S, POKA YOKE y SMED, con la herramienta 5S se aumentó la productividad en 63.87%, ya que se redujo los tiempos por desorganización, con la herramienta POKA YOKE se aumentó la productividad en un 53.89%, ya que se redujo el tiempo de cambio de bobina, con la herramienta SMED se aumentó la productividad en un 44.30%, ya que se redujo el tiempo de cambio de herramientas, esto se logró a que ahora se realiza la actividad con dos personas y se capacitaron por igual, además de identificar y reducir las actividades que no agregan valor al proceso.

Toledo, L. (2019) en su tesis *Propuesta de mejora de productividad en el área de electrólisis de una empresa metalúrgica usando herramientas Lean*. El autor tiene el objetivo de realizar la mejora en consumo de energía eléctrica y mano de obra en el área metalúrgica aplicando las herramientas Lean. Los problemas que presentaba la empresa es que para lograr su objetivo pone muchos recursos, tales como energía y mano de obra, lo que hace que no sea competitivo y se busca aumentar cada año la meta de producción. Las conclusiones fueron: que al realizar el estudio la empresa se dio cuenta que su productividad disminuía al pasar los años, pasando de 8.38 a 8.22 y la empresa tiene su estándar de productividad en 8.3 en la relación Toneladas de Zinc y 1000 dólares en recursos, dando como problema principal los sobrecostos de energía y mano de obra,

estos tienen una participación en la productividad de 64.78% y 18.40% respectivamente, por ello se hizo una evaluación para reducir y justificar la inversión dando como resultado la aplicación de herramientas Lean para que puedan dar solución a la problemática encontrada. Aplicando el SMED, ANDO y diagramas de actividades múltiples se logra eliminar las actividades que generaban excesivo consumo de energía eléctrica y aplicando SMED y ANDO se logra disminuir el tiempo de set up pasando de 41 minutos a 20 minutos, aplicando el diagrama de actividades múltiples se logra aumentar la producción de celdas planchadas en 2190 anuales, logrando reducir los cortocircuitos que generaban el 90% del consumo excesivo de energía, el trabajo presentado tiene una rentabilidad óptima con un VAN en 208,496.99 dólares y un TIR en 31.34%.

1.8. Teoría del SMED

La aplicación SMED la diseñó el Dr. Shingo que es un líder y experto mundial en la manufactura, que significa SINGLE MINUTE OF DIE, también le dicen el Dr. Mejora, ayudó a desarrollar POKA YOKE y desarrollo también el sistema JIT. La aplicación SMED nace cuando se busca aumentar la eficiencia en el proceso de prensas de moldura, en razón que no se trabajaba toda su capacidad en la planta de Mazda TOYO KOGYO en el año 1950. Teniendo definido el problema el Dr. Shingo realizó una verificación y le dio solución al complejo cambio que tenía la máquina, realizando ajustes, para luego dar como resultados actividades internas y externas, dando un aumento de la eficiencia en un 50%. En la empresa Toyota Motor Company en el año 1969 su prensa de 1000 toneladas se realizaba su cambio de formato en 4 horas, aplicando SMED se realizó la identificación de actividades internas y externas, teniendo como resultado reducir a 90 minutos en un tiempo de 6 meses las modificaciones, aun así, seguían intentando reducir, ya que su objetivo era realizarlo en 3 minutos, reajustando repetidas veces y mejorando tiempos es como se consolida la técnica SMED. Por lo tanto, la aplicación SMED busca reducir tiempos a través de un proceso fácil que ayuda a cualquier tipo de cambio. Para el Dr. Shingo las técnicas se debe aplicar para los

gerentes, ya que estas personas son las indicadas para aumentar la producción, por la responsabilidad de identificar las estrategias que convenga a la empresa que es aumentar las ventas y el SMED ayuda a tener flexibilidad de producción y las condiciones de reducir el tiempo de entrega. Por último, el sistema de producción coopera con responder al mercado sin desperdiciar recursos, con el fin de reducir costos de manufactura y solo producir lo que se deba vender, para no entrar en sobreproducción y otros desperdicios a través de mejores tiempos de ajustes y minimizar los tamaños de lotes de fabricación (Fernández B., 2016, p. 47-48).

La aplicación SMED busca estandarizar y simplificar las actividades que se realiza en el cambio de formato y es un método de la metodología Lean Manufacturing con la finalidad de reducir los tiempos perdidos que se genera en un cambio de molde en la fabricación de otro tipo de producto, dándonos como resultado reducir el tamaño de lotes de producción y además de mejorar el flujo de producción (Castro J., 2016, p. 20).

La aplicación Lean Manufacturing es un conjunto de herramientas que se desarrolló en la compañía Toyota en el año 1950, tiene la finalidad de mejorar y optimizar cualquier proceso industrial, sea cual sea su tamaño de la empresa y es destacado por dos autores Sigeo Shingo y Edward. La aplicación Lean Manufacturing es utilizada para optimizar tiempos de operación para que la empresa tenga tiempo de reacción más corta, mejorando la atención al cliente, una mejor calidad, costos reducidos, eliminar cualquier actividad que no genere valor al producto, estos ya sean servicios o productos, eliminar todo tipo de desperdicio de los cuales son: sobreproducción, retrasos, transporte, movimientos, inventarios y calidad, busca aumentar mayor eficiencia del equipo, entre otros. La aplicación Lean Manufacturing tiene como base las siguientes herramientas: Mantenimiento productivo total, Seis Sigma, POKA YOKE, JIDOKAS, sistemas KANBAN, SMED, entre otros (Gregorio. J., Muñoz, J., Salcedo, A. & Sossa S, 2011, p. 3).

Los resultados obtenidos al aplicar Lean Manufacturing se muestran en la figura N° 11, en

donde están todas las herramientas que tiene la metodología.

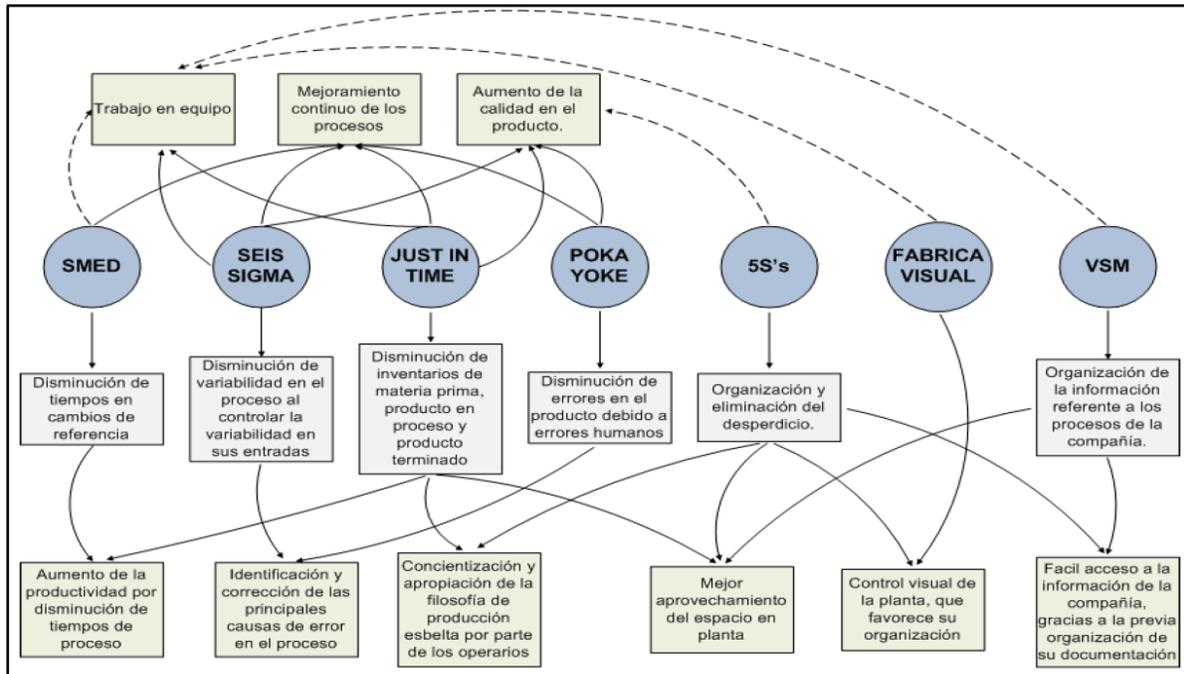


Figura 6: Resultados de la Aplicación Lean Manufacturing

Fuente: Gregorio, J., Muñoz, J., Salcedo, A. & Sossa, S. (2011). Aplicación Lean Manufacturing en la industria colombiana. Revista de literatura en tesis y proyectos de grado.

En esta gráfica se observa la relación de las herramientas y sus resultados, para aplicar el SMED se necesita trabajo en equipo y mejoramiento continuo de procesos, al aplicar SMED disminuye el tiempo de cambio de referencia, como consecuencia aumenta la productividad por disminuir tiempo de procesos. Para aplicar Seis Sigma se necesita trabajo en equipo, mejoramiento continuo de procesos y aumentar la calidad, al aplicar Seis Sigma disminuye la variabilidad en el proceso y control de las entradas, como consecuencia se realiza la identificación y corrección de las principales causas de error en el proceso. Para aplicar JUST IN TIME se necesita trabajo en equipo, mejoramiento continuo de procesos y aumentar la calidad en el producto, al aplicar JUST IN TIME se obtiene disminución de inventarios de materia prima, productos en procesos y terminados, como consecuencia se aumenta la productividad por disminución de tiempo de

procesos, concientización y apropiación de la filosofía esbelta por parte de los operarios y mejor aprovechamiento del espacio en planta. Para aplicar POKA YOKE se necesita mejoramiento continuo de los procesos y aumento de la calidad en el proceso, al aplicar POKA YOKE se tiene disminución de errores en el producto debido a errores humanos, como consecuencia se realiza la identificación y corrección de las principales causas de error en el proceso. Para aplicar 5S se necesita aumento de la calidad del producto, al aplicar 5S se tiene concientización y apropiación de la filosofía esbelta por parte de los operarios, mejor aprovechamiento del espacio en planta, control visual de planta, que favorece su organización y fácil acceso a la información de la compañía, gracias a la previa organización de la documentación. Para aplicar Fabrica Visual se necesita trabajo en equipo, al aplica Fabrica Visual se tiene un mayor control visual de la planta, que favorece su organización. Para aplicar VSM se necesita trabajo en equipo, al aplicar VSM se obtiene organización de información referente a los procesos de la compañía, como consecuencia se obtiene mejor aprovechamiento de espacio de la planta y fácil acceso a la información de la compañía, previa organización a la documentación.

Lo que busca aplicar la presente tesis de investigación es la aplicación SMED, por ello para poder aplicarlo se necesita como base lo que se menciona en la figura N°12, en donde se basa en la máquina y el personal.

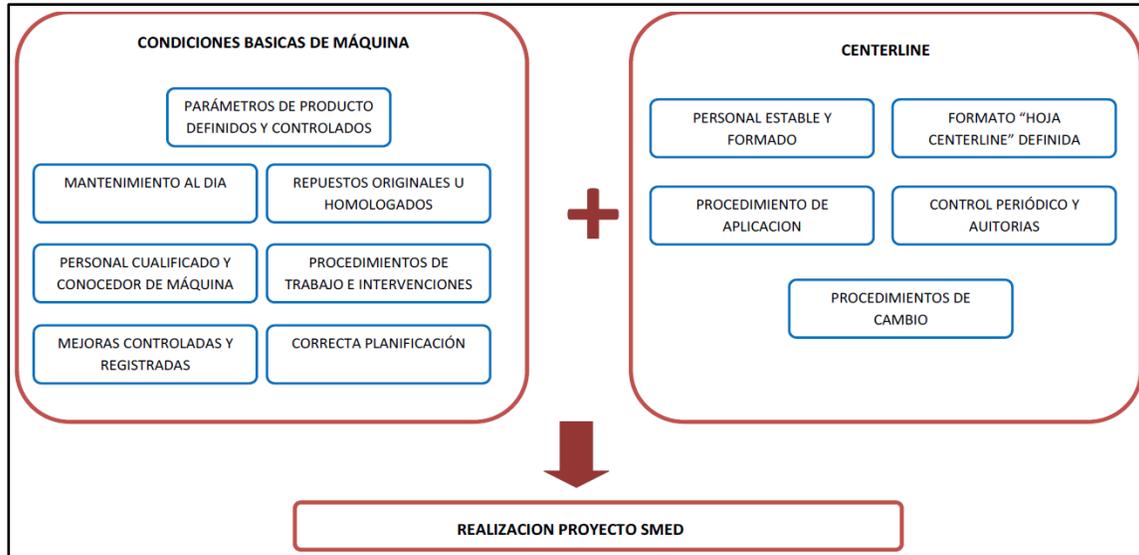


Figura 7: Metodología de Trabajo Integrado para Aplicar SMED.

Fuente: Lozano, J. (2019). Metodología de mejora de producción y cadena de suministro en industria alimentaria basada en SMED.

En esta gráfica, se observa que se necesita completamente control de la máquina y del personal para poder aplicar el SMED para tener los mejores resultados. Por ello, Lozano J. (2019), se menciona que antes de aplicar el SMED los cambios se realizan de manera planificada y con operarios entrenados, pero no es suficiente si no realizan los procedimientos que se debe hacer en el SMED, debido a falta de control en el cambio y la estandarización de este proceso, ya que esto no trae buenos resultados, en razón que al aplicar el SMED, los pasos a seguir son claro, realizar el estudio de movimientos y aglutinarlas, para luego separar los ajustes internos y externos, para ser convertidos los internos en externos, tener una preparación y planificación de las actividades a realizar cuando toque realizar paradas programadas, con el fin de reducir el tiempo de cambio de máquina y aun así no hay las garantías de que se cumpla lo mejorado, debido a que las máquinas no están en condición de realizar las funciones básicas al no tener un control de los parámetros de la máquina. En conclusión, al aplicar el SMED y cumplir su objetivo, es necesario que la máquina pueda cumplir sus funciones básicas con sus parámetros respectivos para lograr reducir el tiempo

Los beneficios por aplicar SMED son diversos, uno de los más importante es el lote económico tal y como se muestra en la figura N° 13, en donde está la relación costo y tamaño de lote.

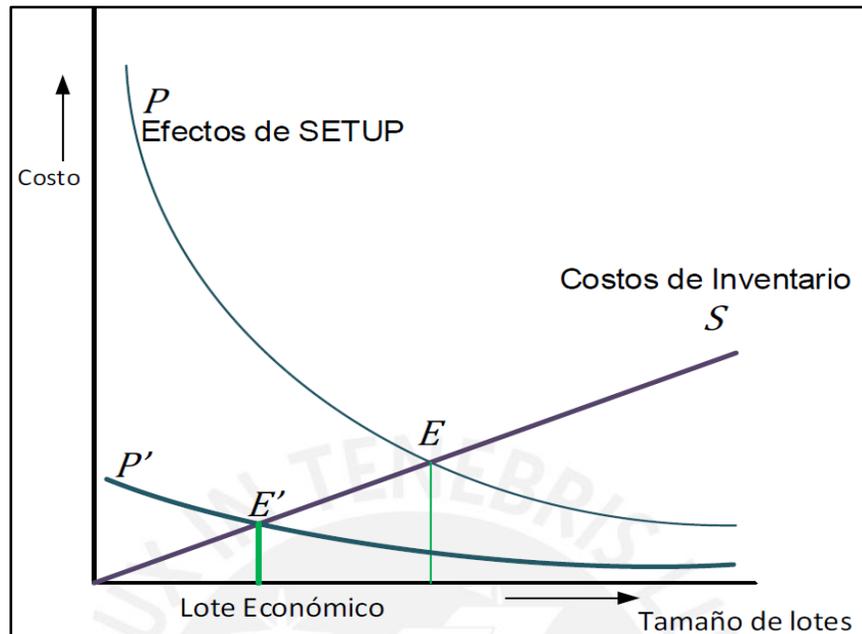


Figura 8: :Lote Económico Aplicando SMED

Fuente: Pacheco, R. (2019), Propuesta de mejora en el área de tren de laminación de acero mediante la reducción del tiempo de cambio de formato a través del uso de herramientas de optimización matemática y herramientas de manufactura esbelta.

En esta gráfica, se observa que los efectos del SETUP al ser reducidos, baja drásticamente los costos de inventario y, por lo tanto, se reduce el tamaño del lote, por lo que se justifica que realizar pequeños lotes es más rentable, desde el punto que se fabrica más y tiene menor costo de inventario.

Otros de los beneficios de aplicar SMED son los que se menciona Espinal, J. (2019). Al aplicar el SMED obtenemos flexibilidad, esto debido a la disminución de tiempo de cambio de formato, ya que es más fácil fabricar en series cortas, en razón que el cambio es más rápido y la

planificación se ajusta para poder fabricar la cantidad que demande el mercado. Otro de los beneficios es la productividad, porque al disminuir el tiempo de cambio, el costo de mano de obra es mejor y aumenta la producción usando mejor los recursos. Por otra parte, la calidad aumenta, en razón que al disminuir el tamaño de lote es más fácil realizar la detección de algún defecto, por lo que el costo de la revisión de la calidad baja, por último, la capacidad, al disminuir el tiempo de cambio, aumenta la disponibilidad de la máquina, dando mayor capacidad de producción (p. 67).

1.8.1. Etapas del SMED

Para poder aplicar el SMED, se menciona que existen 5 etapas que se debe seguir secuencialmente para conseguir los resultados deseados, tal como se muestra en la figura N° 14, en donde se explica en resumen cada etapa del SMED.

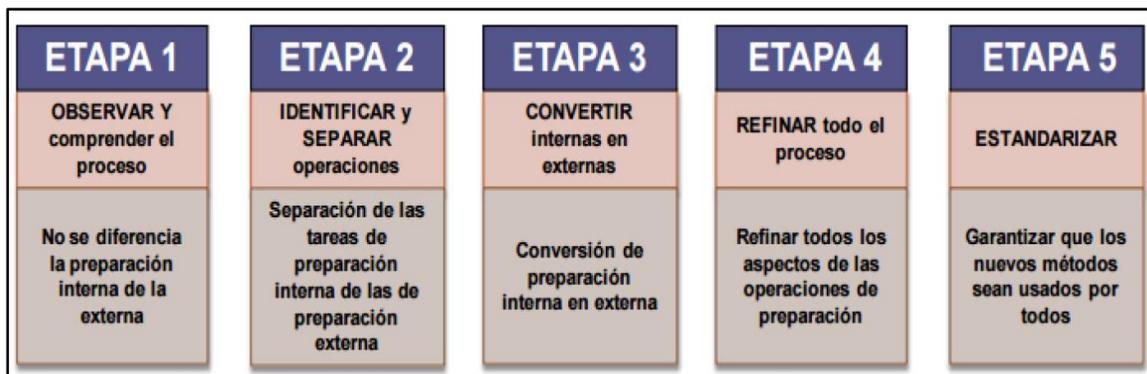


Figura 9: Etapas del SMED

Fuente: Ramos, S. & Buenaño, J. (2016). Diseño de un plan de acción de mejora basado en herramientas SMED y 5S para disminuir los tiempos de cambio de referencia en el área de tornos en una empresa de mecanizados.

En esta gráfica se observa que está el concepto de cada etapa y lo que se debe realizar, desde la etapa 1 se menciona que se debe observar el proceso para poder comprender la situación actual, en la etapa 2, se menciona que se debe identificar para separar las operaciones internas y externas, en la etapa 3, se menciona que se debe convertir las operaciones internas en externas, en la etapa

4 con el fin de reducir el tiempo de cambio se refina ambas operaciones, tanto internas como externas y por último, en la etapa 5 se estandariza, con el fin de garantizar que se realice por todos los operarios el cambio y se mantenga en el tiempo aplicando SMED, con el fin de reducir el tiempo de cambio de formato tal como se muestra en la figura N° 15, en donde se ve que porcentaje se reduce el tiempo de cambio de formato.

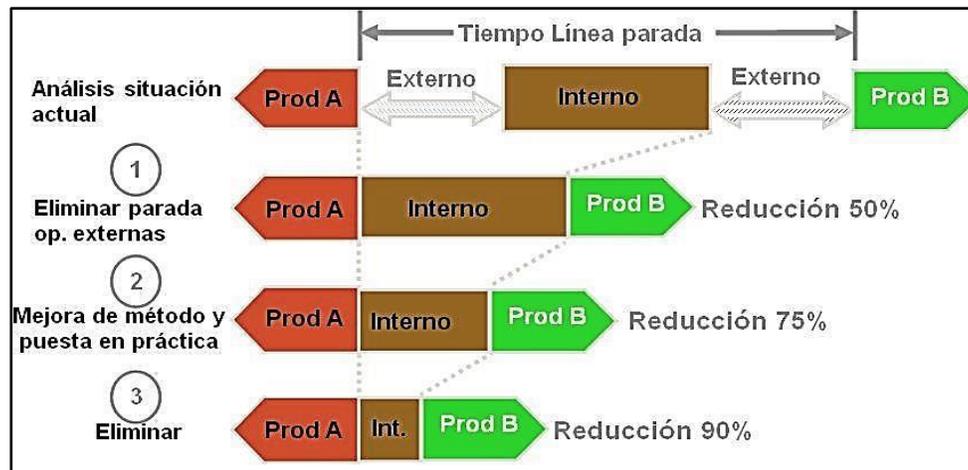


Figura 10: Reducción del Tiempo de Cambio de Formato Aplicando SMED

Fuente: Espinal, J. (2019). Lean Manufacturing y los procesos de producción de la empresa cerámica San Lorenzo S.A.C. Lúrin-2018.

En esta gráfica se observa que cada etapa que se aplica el SMED se reduce drásticamente, desde la etapa 2 ya hay resultados de reducción en un 50%, en la etapa 3 se consigue un resultado del 75% y aplicando la etapa 4, da como resultado final la reducción del 90% que es lo que se busca al realizar la presente tesis de investigación, ahora se detallará los pasos para su mayor comprensión.

1.8.2. Etapa 1. Observar y comprender el proceso de fabricación

En esta etapa se busca crear un equipo de trabajo con personal de diferentes áreas tales como: producción, mantenimiento, calidad y entre otros, con el fin de aplicar todas las etapas hasta cumplir el objetivo de aplicar el SMED y reducir el tiempo de cambio de formato, que todos tengan

características de mejora. (Fernández B., 2016, p.38).

Por otra parte, la etapa de observa y comprender el cambio de formato debe ser medido tal como se muestra en la figura N° 16, en donde están la fabricación de piezas.

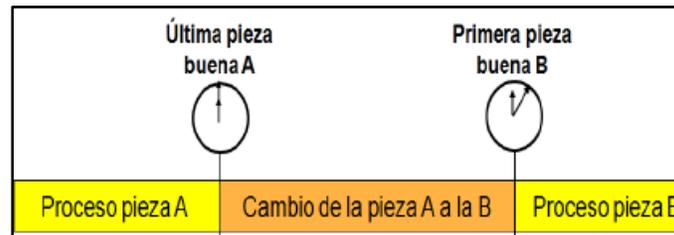


Figura 11: Tiempo de Cambio de Formato

Fuente: Minor, O. (2014). Aplicación de la metodología SMED en una línea de empaque de fármacos.

En esta gráfica se observa que la medición que el tiempo de cambio de formato se realiza desde la última fabricación de la pieza A hasta el comienzo de la fabricación de la pieza B.

Lo que también es reforzado por Ramos S. & Buenaño J. (2016, p. 41), se menciona que la etapa 1, el tiempo de cambio de formato debe ser medido del último lote realizado correctamente hasta fabricar el siguiente lote, con el fin de observar fijamente todos los procesos que comprende el cambio de formato y conocer que tiempo son las actividades que se realiza. Además, se menciona que todo el proceso debe ser filmado y se debe tener prioridad con los movimientos de manos, cuerpo y ojos, si se realiza a varias personas se debe grabar a todos en simultaneo. En otro aspecto, es importante la creación de equipos multidisciplinarios, para que todos puedan ver la grabación y se aclaren dudas, para luego realizar lluvia de ideas y mejorar el proceso. Por último, la relación de documentos en donde estén mencionadas las actividades y el tiempo que toma, para seguir con la aplicación del SMED.

La situación antes de aplicar el SMED se muestra en la figura N° 17, en donde se ve que todo el tiempo es cambio de formato.



Figura 12: Antes del SMED

Fuente: Toledo, L. (2019). Propuesta de mejora de productividad en el área de electrólisis de una empresa metalúrgica usando herramientas lean.

En esta gráfica se observa que el tiempo de cambio de formato, no está dividido o separado por actividades, se considera como un todo, en razón que tiene una larga duración de tiempo de cambio de formato, por lo tanto, al aplicar el SMED se busca identificar las actividades internas y externas para luego ser optimizadas.

1.8.3. Etapa 2. Identificar y separar las operaciones

En esta etapa es común encontrar grandes ahorros en el tiempo de cambio de formato, debido a que, solo identificando las operaciones internas y externas, se sabe que operaciones deberían ser externas y no internas, por lo que se realizaría esas actividades fuera del tiempo de cambio de parada, como consecuencia se reduciría el tiempo de cambio de formato. (Ferreyra J. & Natividad L., 2019, p. 22).

Se debe realizar una lista de todas las operaciones y ver las actividades obligatorias con sus herramientas o piezas que son imprescindible para tiempo de cambio de formato Hidalgo, que es lo mismo decir, realizar una preparación previa, tanto para las actividades internas como externas para poder implementar el SMED (Hidalgo, L. & Vera, D., 2018, p. 28).

La importancia de diferenciar la preparación interna y externa se basa en que la preparación de piezas, el mantenimiento de útiles o herramientas se deba realizar mientras la máquina no esté parada, pero ocurre frecuentemente. Por ello es importante tener claro las definiciones de:

- Operaciones internas: son todas las cosas que se realiza mientras la máquina está parada. Por ejemplo, el cambio de cuchilla del torno.

- Operaciones externas: son todas las cosas que se realiza mientras la máquina esté en funcionamiento. Por ejemplo, el desplazamiento al almacén de utillaje para el siguiente lote (Marrujo C.,2017, p. 33).

Ahora de haber aplicado la etapa 2 del SMED se obtiene el resultado mostrado en la figura N° 18, en donde el tiempo de cambio de formato, se redujo en razón que ahora hay actividades externas que redujo el tiempo de cambio de formato.



Figura 13: Aplicando el SMED Etapa 2

Fuente: Toledo, L. (2019). Propuesta de mejora de productividad en el área de electrólisis de una empresa metalúrgica usando herramientas lean.

En esta gráfica se observa que el tiempo de cambio de formato ha sido reducido, porque como se identificó las actividades externas, ahora se realizan fuera del cambio de formato, lo que hace que el tiempo de parada de la máquina sea menor.

1.8.4. Etapa 3. Convertir internas en externas

En esta etapa lo que se busca es realizar las actividades internas pasarlas a externas, esto se realiza en base a dos procedimientos, la primera es volver a revisar las actividades internas que pudo haber sido identificado mal y debieron ser externas, la segunda forma es realizar de alguna forma la actividad interna en externa, por ejemplo, realizar un pre ensamblado, tener los componentes modificados para que se realicen como externas (Pacheco R., 2019, p. 7).

Para poder realizar la conversión se tiene que realizar un estudio de factibilidad de las operaciones en la máquina funcionando, porque se tiene que respetar los criterios de seguridad,

calidad del producto y la seguridad de los operarios. Al realizar el análisis de actividades internas y externas, nos permite saber si hay operaciones que se puede realizar con la máquina en funcionamiento, para poder hacerlo posible y reducir el tiempo de cambio de formato (Flores, W., 2017, p. 9).

Se debe eliminar los ajustes, ya que normalmente las operaciones internas el 70% se realiza los ajustes, al eliminar los ajustes se reduje el tiempo de cambio de formato, por lo que se debe ver la manera de lograr las especificaciones requieres lo más rápido posible, los ajustes que se hacen está relacionado con la posición de las piezas, aun así luego de realizar el cambio se demora tener el producto con todas las especificaciones, por ello se llama ajuste a todas las no conformidades al realizar la prueba y error, hasta llegar a las especificaciones. Para mejorar los ajustes se necesitan cambiar por posiciones fijas, para poder recrear la última pieza fabricada con esas especificaciones. Por lo que esos ajustes se pueden hacerse de manera externa con herramientas fijas para que los ajustes tengan precisión y espacios diseñados para que puedan entrar los diferentes tipos de punzones, troqueles, matrices y utillaje. Luego de realizar las actividades se debe reevaluar otra vez si las actividades corresponden a externas y no a internas. Por último la búsqueda de convertir las actividades internas a externas, un ejemplo claro es modificar el proceso en el precalentamiento de elementos, antes se esperaba realizar el calentamiento, pasándolo a externa ya se tiene los elementos precalentados para comenzar a fabricar los lotes de producción, por eso es importante analizar la actividad interna para pasarlo a externa, analizar su verdadera función de la actividad es muy importante para adoptar nuevas medidas sin influencias de viejas costumbres (Yumi D. & Mejía C., 2010, p. 39).

Al aplicar la etapa 3 se obtiene el siguiente resultado mostrado en la figura N° 19, en donde está las actividades internas reducidas y la actividad externa.

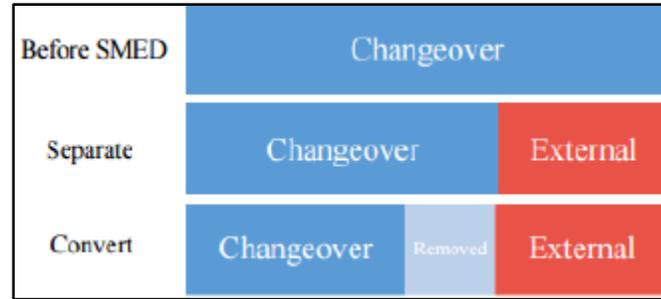


Figura 14: Aplicando SMED Etapa 3

Fuente: Toledo, L. (2019). Propuesta de mejora de productividad en el área de electrólisis de una empresa metalúrgica usando herramientas lean.

En esta gráfica se observa que luego de aplicar la conversión de actividades internas a externas, se logró reducir el tiempo de cambio de formato, sin embargo, no es suficiente, ya que se puede reducir más.

1.8.5. Etapa 4. Optimizar las operaciones

En esta etapa 4, tiene el objetivo de perfeccionar todas las operaciones, tanto internas como externas. Por lo que se implementan operaciones en paralelo, a que se refiere, en que hay actividades que requiera más de un operador para acelerar el cambio de formato, un ejemplo es, si el operador antes demoraba 12 minutos, con dos operadores al dividir las tareas se reduce hasta en 6, porque se evita movimientos innecesarios y además que es más seguro, debido a que se evita accidentes por falta de visibilidad en alguna operación. Otra implementación que ayuda en la perfección de las actividades internas como externas, es la aplicación de anclajes funcionales, que son básicamente dispositivos o piezas de sujeción con el objetivo de que estén fijos y se puedan usar con el mínimo esfuerzo. (Yumi D. & Mejía C., 2010, pp. 40-41).

Las herramientas que se usan para realizar las operaciones cuando la maquina esté funcionando deben estar cerca del operador y de la máquina, con el fin de reducir el tiempo de las operaciones que requiera uso de las herramientas. Aparte se debe realizar la estandarización de los

ajustes en la máquina parada, con el fin de mejorar el proceso de ajuste y tener productos de calidad en el menor tiempo, reduciendo así el tiempo de cambio de formato (Flores W., 2017, pp. 9-10).

Aplicando el SMED la etapa 4 se obtiene los resultados mostrados en la figura N° 20, en donde se ve el tiempo reducido por las actividades aplicadas.

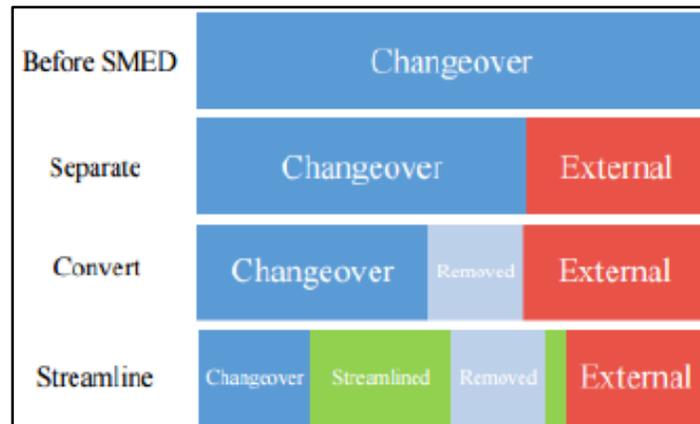


Figura 15: Aplicando SMED Etapa 4

Fuente: Toledo, L. (2019). Propuesta de mejora de productividad en el área de electrólisis de una empresa metalúrgica usando herramientas Lean.

En esta gráfica se observa que el tiempo de cambio de formato ha sido reducido debido a que las actividades internas fueron eliminadas y lo mismo sucede con las actividades externas. En donde se menciona Pacheco R. (2019), que la etapa STREAMLINE tiene el significado de dinamizar el proceso, que significa que sea más fluido las actividades, con el fin que se realice de una manera rápida, al realizar un análisis a las actividades internas como externas se puede identificar que actividades generan desperdicios y no generan valor como traslados, búsqueda de piezas, búsqueda de herramientas, búsqueda de matrices, etc. Además, menciona a un autor japonés Hiroku Hirano en donde la etapa de perfeccionar las operaciones lo divide en tres etapas más, en donde se debería incorporar las 5S para reducir el tiempo de cambio, las tres etapas que mencionan son: eliminar desperdicios en operaciones internas, eliminar desperdicios en operaciones externas y estandarización de procesos (pp. 7-8).

Al aplicar el SMED la línea de fabricación se vuelve más eficiente, tal como se muestra en la figura N° 21, en donde se ve que el producto cambia rápidamente de especificaciones.

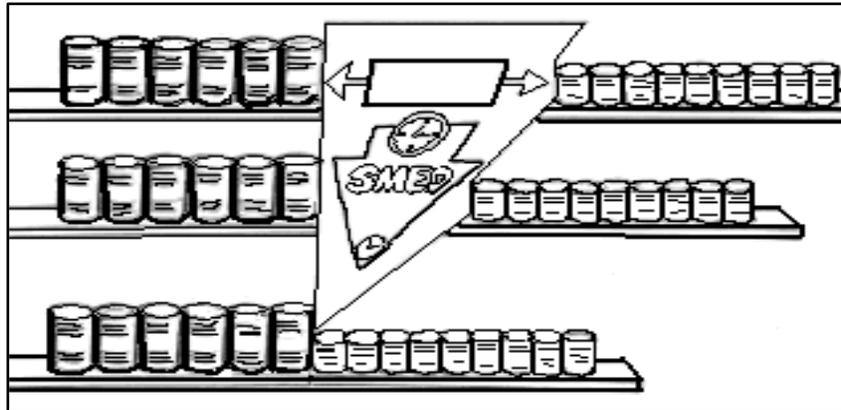


Figura 16: Resultados de la Aplicación SMED

Fuente: Yumi, D. & Mejía, C. (2010). Aplicación del sistema SMED (sistema rápido y reducción de los tiempos de preparación en troqueles y matrices) en la empresa AUPLACTEC.

En esta gráfica se observa que el beneficio de aplicar el SMED se puede modificar rápidamente las especificaciones técnicas de los productos, con lo que ahora se puede producir más en el mismo tiempo, debido a que el tiempo de cambio de formato paso a ser más productivo y deja de ser un desperdicio.

1.8.6. Etapa 5. Estandarizar

En esta etapa lo que se busca realizar es que al tener todas las actividades definidas por cada operario que realiza el cambio de formato, según las actividades que va a realizar, sean estas actividades internas y externas, se debe capacitar y entrenar a todos los operadores para que puedan realizarlo de la misma manera, con el fin que se realice todas las modificaciones acordadas en el área de fabricación. Mayormente se alcanzará el tiempo conseguido de la mejora, en mayor caso al principio cuando se realiza todas las revisiones necesarias de la mejora, eso sucede cuando no se le da la relevancia necesaria al proceso de cambio estandarizado, por ello es importante tener calificaciones a los operarios con el fin de motivar y que siempre se mantenga el tiempo de cambio

de formato, logrando monitorear siempre el proceso se logrará que las actividades se definan mejor y que se vuelvan más rápidos (Minor O, 2014, 14).

En la etapa de estandarizar el nuevo procedimiento es con la finalidad de que se mantenga en el tiempo la metodología aplicada SMED en el cambio de formato. Por ello, es importante que se genere documentos estableciendo el nuevo procedimiento del cambio de formato, estos pueden ser esquemas, gráficos, grabaciones de video entre otros (Ramos S. & Buenaño J., 2016, p. 33).

Al poder estandarizar el cambio se formato se obtiene el siguiente resultado mostrado en la figura N° 22, en donde se puede fabricar mayor variedad de lotes.

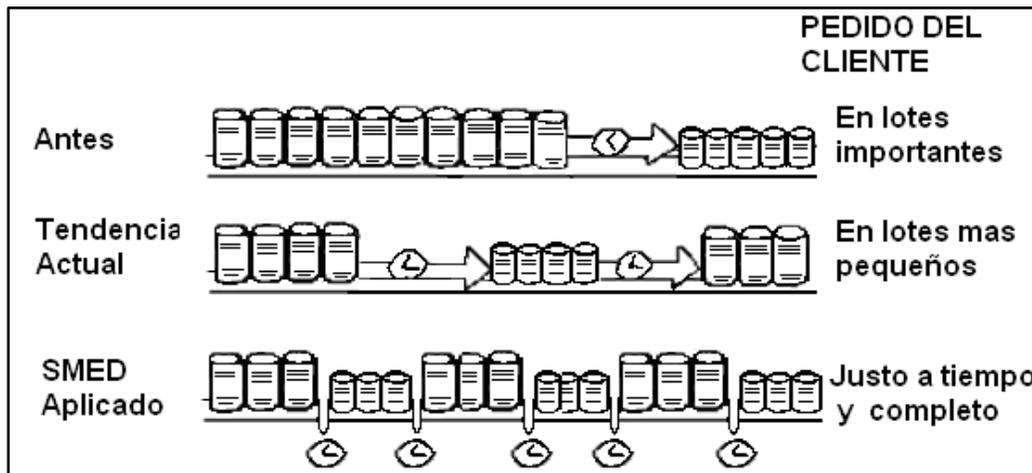


Figura 17: Estandarizar el SMED

Fuente: Yumi, D. & Mejía, C. (2010). Aplicación del sistema SMED (sistema rápido y reducción de los tiempos de preparación en troqueles y matrices) en la empresa AUPLACTEC.

En esta gráfica se observa que el tiempo de cambio de formato paso a fabricar mayor cantidad de lotes, lo que es posible por la aplicación del SMED, esto ayuda a que se pueda cumplir la programación maestro de producción de pedidos y tener flexibilidad de fabricación, aumenta la productividad de la empresa.

1.8.7. Indicador del SMED

Para poder tener un control y avance de la aplicación del SMED se debe medir a través de

un indicador, que nos mostrará la situación actual y llegar a cumplir el objetivo que es reducir el cambio de formato en el área de fabricación de envases metálicos.

Según Marrujo C. (2017), en donde cita a Cruelles, se menciona que la herramienta SMED tiene el objetivo de reducir los ciclos de cambio de herramientas, las habilitaciones de máquina y cadena de fabricación, obteniendo volúmenes de menor tamaño y se menciona dos dimensiones disponibilidad y actividad con sus respectivos indicadores, el primero tiempo de buen funcionamiento y el segundo indicador de actividad interna, tal como se muestra en la tabla N° 8, en donde muestra sus ecuaciones.

Tabla 3

Dimensión e Indicador del SMED

Dimensión	Indicador
Disponibilidad	<p>Tiempo de buen funcionamiento</p> $\frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Tiempo programado}} \times 100$
Actividad	<p>Índices de Actividad interna</p> $\frac{\text{Actividad Interna}}{\text{Actividad Interna + Actividad externa}} \times 100$

Fuente: Marrujo, C. (2017). Aplicación del SMED para mejorar la productividad de la máquina inyectora, PLÁSTICOS A S.A- LOS OLIVOS 2017.

En esta tabla, se observa que la dimensión disponibilidad tiene el objetivo de saber el tiempo de buen funcionamiento de la operación y lo compara con el tiempo de la programación para tener su indicador, luego lo multiplica por 100 para pasarlo a porcentaje. Por otra parte, la dimensión actividad busca medir las actividades internas por lo que pone como divisor a la suma de las actividades internas y externas, luego lo multiplica por 100 para pasarlo a porcentaje.

Por lo tanto, en sus dimensiones busca medir que tanta disponibilidad tiene la máquina para fabricar y el tiempo de parada de máquina, por lo que la primera dimensión busca maximizar y la

segunda dimensión busca reducir.

Según Ferreyra J. & Natividad L. (2019), se menciona en que pedida la aplicación SMED reduce el tiempo de cambio en su proceso, en donde su variable es el tiempo de duración de cambio, las dimensiones es tiempos, herramientas y personal. (p.28), tal como se muestra en la figura N° 23, en donde se menciona su indicador

VARIABLE	DIMENSION	INDICADOR
Tiempos durante cambio de herramienta	Tiempos, herramientas, personal.	I3 = Tiempo de cambio de herramienta actual / tiempo mejorado de cambio de herramienta

Figura 18: Variable, Dimensión e Indicador del SMED

Fuente: Ferreyra, J. & Natividad, L. (2019). Propuesta de mejora de la productividad del área de flexibles de una empresa manufactura de productos plásticos descartables mediante la metodología LEAN MANUFACTURING.

En esta gráfica se observa que el tiempo de cambio de herramientas lo miden como en conjunto, ya que ese conjunto está comprendido por el tiempo, las herramientas y el personal que lo realiza, para verificar la aplicación del SMED y puedan darle seguimiento.

En conclusión, para la tesis se usará los siguientes indicadores para poder medir el SMED:

Actividades internas:

$$\frac{\text{Actividades internas (minutos)}}{\text{Total de actividad (minutos)}} \times 100$$

Actividades externas:

$$\frac{\text{Actividades externas (minutos)}}{\text{Total de actividad (minutos)}} \times 100$$

1.9. Productividad

La productividad es la relación de productos y recursos empleados para producir el producto,

teniendo en cuenta la eficiencia y eficacia para producir ese producto, en tal sentido, tiene mucha importancia la administración y manejo de los recursos que se usan para producir, además que el buen manejo o mal manejo determina la capacidad de producción en el sistema, por lo que cualquier cambio externo puede afectar al sistema de producción y puede generar caos, por lo tanto, se tiene que desarrollar políticas y procedimientos con la finalidad de aumentar la producción, teniendo en cuenta los recursos y la mano de obra, porque un buen manejo de los recursos son los que determinan el buen control del proceso, en razón que para poder aumentar la productividad, se necesita que las salidas sean lo máximo posible, además que la productividad se puede comprar, puede ser con otra compañía del mismo sector o usar datos del sector, además que el enfoque de la productividad es medirse a lo largo del tiempo, es decir, la empresa debe ir mejorando con los desperdicios que no generan valor, es decir el despilfarro es toda las actividad que no aporta valor al producto terminado y por el cual el cliente no está dispuesto a pagar por ella, mayormente sucede en la cadena de producción, por lo que aumentar la productividad se requiere que se gestione los procesos que generen valor al producto sin desperdiciar los recursos de la empresa (Gaibort, G., 2017, p.11).

$$Productividad = \frac{Salidas}{entradas}$$

Con la productividad se puede medir la capacidad de varios o un proceso productivo, con la finalidad de crear determinados productos, por lo que al aumentar la productividad aumenta los resultados, considerando los recursos que se tienen que emplear a la hora de la fabricación, por lo que aumentar la productividad puede conducir a dos situaciones, la primera es que se logre reducir los precios, por lo que traerá como consecuencia aumento en la demanda y la segunda situación es que mantenga los precios constantes y se aumente el margen de ganancia de la empresa. Por lo que toda empresa la productividad está ligada a los desperdicios (mudas) en el sistema de

producción de un producto, como puede ser problemas de calidad, problemas de tiempo de reparación o cualquier actividad que no agrega valor al producto, aun así, consumen recursos de la empresa, por lo que se busca aumentar la productividad se necesita que los recursos sean el mismo o menos para fabricar la misma cantidad de productos, esto se logra a través de una mejora constante del sistema actual (Mejía, J., 2016, pp. 23-24).

1.9.1. Medición de la productividad

Para obtener el dato de la productividad es necesario determinar qué proceso se requiere estudiar, ya que se debe aplicar distintos criterios dependiendo a la industria, por ejemplo, se puede calcular de las siguientes maneras:

- Productividad en la mano de obra: es el indicador de producción por persona u hora hombre producido.
- Productividad en las máquinas: es el indicador de producción dependiendo al número de máquinas que han producido
- Productividad multifactorial: es el indicador que busca relacionar la producción de diferentes tipos de recursos determinados para la fabricación de productos.

Por otra parte, la productividad es medida de acuerdo con el recurso empleado, por lo que se puede usar los siguientes ejemplos:

- Gastos generales: Es el volumen de productos fabricados dividido entre el dinero total gastado
- Capital: Es el volumen de productos divididos entre el valor de los activos de la empresa
- Mano de obra directa: Es el volumen de productos dividido entre horas de mano de obra directa consumida por el proceso de producción.

- Materiales: Es el volumen de productos dividido entre el dinero que se gastó en la compra de los materiales. (García, A., 2020, p.13)

1.9.2. Eficiencia

La eficiencia se define como hacer bien las cosas, en otras palabras, busca asegurar una correcta distribución de todos los medios empleados con la relación de los fines que se busca, en el ámbito industrial, la medición de la eficiencia está compuesta por medir la actuación real con lo previsto o planificado por la empresa, además la eficiencia depende de los factores como: la educación, la experiencia, los atributos innatos en las personas y como el conocimiento es aplicado al proceso productivo, lo que significa que si se incorpora nuevos métodos o medios de producción se logra incrementar la productividad del trabajo, esta acción se conoce como cambio tecnológico, por lo que no solo significa innovar el proceso de fabricación, si no a la par con el aprendizaje de la nueva tecnología y que optimiza los recursos (Chávez, T., 2013, p.12).

Por otra parte, Santana, D. (2019), se menciona que la eficiencia es tan solo la relación de los recursos utilizados (total ingresado) y lo que se obtuvo de ello (real) y nos muestra su fórmula de eficiencia.

$$Eficiencia = \frac{Kg \text{ real}}{Total \text{ kg ingresados}}$$

Además, se indica que la eficiencia busca optimizar los recursos a través de la reducción de tiempos que no agregan valor al producto, estos pueden ser: falta de material, paros de equipos y cualquier retraso, por lo que también se puede medir de la siguiente manera.

$$Eficiencia = \frac{HMR - Pnp - cf}{HME} X 100$$

En donde HMR es horas máquinas reales, PNP es paradas no programadas, CF es cambio de formato y HME es horas máquinas estimadas, por último, plantea la siguiente fórmula para medir la eficiencia (p. 35)

$$Eficiencia = \frac{Cap. Real de Máq. en min - Cambio de formato en min}{Turno Laboral en minutos}$$

1.9.3. Eficacia

Es el grado que mide las actividades planeadas con las actividades que se hacen para alcanzar los resultados planeados, por lo tanto, la eficacia busca utilizar los recursos de la empresa para cumplir con los objetivos trazados, que es cumplir lo planeado, es decir, buscar mejorar la eficacia es buscar optimizar la productividad de los equipos, los procesos, los materiales y lo más relevante capacitar al personal para que se pueda alcanzar el objetivo deseado, a través de la disminución de productos defectuosos, tener problemas en el arranque o en alguna operación, las deficiencias que puede tener los materiales, diseño y en los equipos. (Gutiérrez, H., 2010, p. 21-22).

Por otra parte, Santana, D. (2019), se menciona que la eficacia busca medir los resultados alcanzados con los objetivos planteados, teniendo como base que el objetivo se realiza de forma organizada y ordenada, es decir la eficacia tiene como consecuencia cumplir las metas u objetivos y sirve para medir la capacidad si logramos lo que la organización se propone y nos muestra la siguiente formula.

$$Eficacia = \frac{Kg \text{ producidos}}{Kg \text{ programados}}$$

Además, se menciona el autor que la eficacia es el nivel en el cual las actividades que se planificadas se realizan, con la finalidad de lograr lo máximo planeado y nos muestra la siguiente formula.

$$Eficacia = \frac{envases \text{ producidos}}{envases \text{ planificados}}$$

En conclusión, la productividad busca la mejora continua en la figura N° 24, nos muestra la relación de la eficiencia y la eficacia.

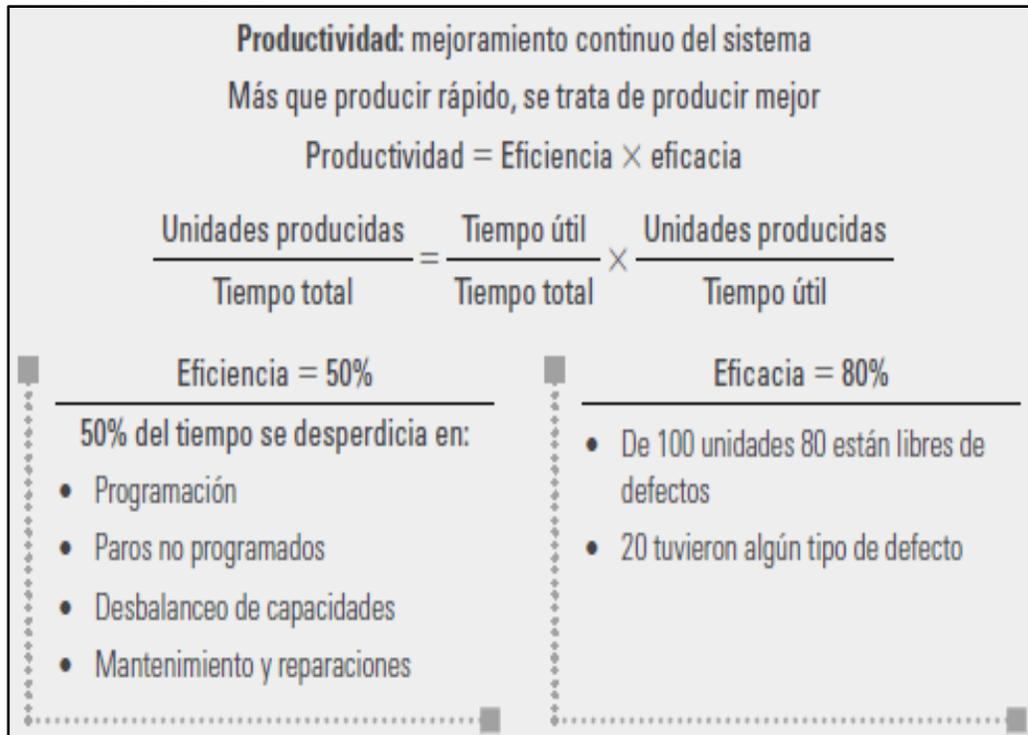


Figura 19: Productividad y sus factores

Fuente: Gutiérrez, H. (2010). Calidad Total y Productividad.

En esta gráfica se muestra que la fórmula de la productividad es unidades producidas entre el tiempo total, en razón que la eficiencia tiene la fórmula de tiempo útil entre el tiempo total, y la eficacia tiene unidades producidas entre tiempo útil, como ambos indicadores de eficiencia y eficacia tienen tiempo útil, se elimina de la ecuación, por lo que la productividad da como resultado unidades producidas entre el tiempo total

1.10. Indicador de la Productividad

En la presente tesis se busca medir la productividad, antes de la aplicación del SMED y después, esa finalidad primero se debe hallar la eficiencia y eficacia, antes y después de la aplicación SMED, que son los siguientes indicadores.

Eficiencia:

$$\frac{\text{Cap. Real de Maq. en minutos} - \text{cambio de formato en minutos}}{\text{Jornada Laboral en minutos}} \times 100$$

$$eficiencia = \frac{\text{envases metálicos producidos}}{\text{envases metálicos planificados}} \times 100$$

Productividad:

EFICIENCIA x EFICACIA

1.11. Definición de términos básicos

- SMED: es la metodología o conjunto de actividades que tiene el objetivo de disminuir el tiempo de cambio de formato en la máquina.
- Actividades internas: es toda acción que se realiza cuando la máquina se encuentra fuera de funcionamiento.
- Actividades externas: es toda acción que se realiza cuando la máquina se encuentra en funcionamiento.
- Capacidad de planta: es la cantidad de productos o servicios que se puede realizar, es decir, que tiene la capacidad para poder generar los recursos que dispone la empresa en un determinado tiempo.
- Indicador: es un conjunto de datos que dan soporte a una medición, con la finalidad de ver el funcionamiento, el proceso, la eficacia y eficiencia del proceso.
- Eficiencia: es la capacidad de utilizar los recursos de una manera correcta y ordenada.
- Eficacia: es la capacidad de lograr los objetivos planteados de la organización en un determinado tiempo.
- Envases metálicos: es un envase de hojalata que sirve para presentar productos lácteos en una determinada presentación que cumple los estándares de conservación.
- Cambio de formato: Cambiar las especificaciones de la línea de producción para fabricar un producto con diferentes medidas técnicas.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

De acuerdo con el fin que se persigue

La Investigación aplicada se le conoce con diferentes términos, estos son prácticos, empíricos, dinámicos o activa, esta investigación tiene relación con la investigación básica, porque depende mucho de los descubrimientos o aportes teóricos con el fin de generar beneficios o bienes a la sociedad, se sustenta en la investigación teórica, porque tiene como finalidad aplicar las teorías existentes a la producción de normas y además de los procedimientos en la tecnología, por lo que busca controlar las situaciones o procesos basado en la realidad (Valderrama, 2002, p. 39).

La presente tesis es una investigación de enfoque cuantitativo y de tipo aplicada, en razón que se busca realizar una propuesta de mejora y su respectiva implementación en la línea de fabricación de envases metálicos para incrementar la productividad en una empresa de lácteos.

De acuerdo con el diseño de la investigación

El diseño pre experimental consiste en que un grupo se le aplique un estímulo o tratamiento experimental, después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior del estímulo, la ventaja de realizar este diseño es que muestra una referencia inicial y una referencial después de aplicar el estímulo, por lo que es válido decir que hay seguimiento de grupo. (Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M., 2014, p.174).

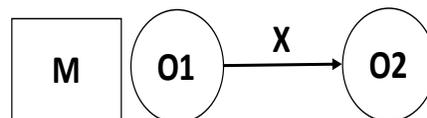


Figura 20: Diagrama de diseño pre experimental pre prueba/post prueba

Fuente: Elaboración propia.

M: La línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos en una empresa de lácteos.

O1: La productividad en la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos antes de la propuesta de mejora en una empresa de lácteos.

X: Propuesta de mejora en la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos

O2: La productividad en la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos después de la propuesta de mejora en una empresa de lácteos.

El nivel descriptivo sirve para medir y describe los hechos o los fenómenos aclarando sus características, propiedades, perfil de las personas, procesos, comunidades, objetos o todo fenómeno que se pueda analizar con la finalidad de poder medirlo y recopilar data independiente o en conjunto sobre las variables o conceptos en el estudio (Valderrama, S., 2002, p.165).

La presente tesis busca describir el proceso de fabricación de los envases metálicos en la línea Tall 1, que comienza con la plancha de hojalata, en el primer proceso de cortado dependiendo al formato Tall o 12 onzas, posteriormente es soldado para darle una forma cilíndrica, es llevado por un transporte de cadena a la conformadora, en donde es ensamblada a presión con la tapa del envase cilíndrico, para luego ser enviado al almacén de productos terminados.

2.2. Población y muestra

Población:

El universo estadístico se puede definir, tan solo se tiene que delimitar que lo compone, puede ser un lugar, un periodo o el tiempo que se hace una investigación, también se llama población estadística, a la unidad del universo, debido al conjunto de elementos que se toman en las unidades que está compuesta el universo, en razón que para representar al universo se utiliza N elementos, es decir, que la población estadística tiene un tamaño de N. (Valderrama, S., 2002, p.180).

La presente tesis de investigación tiene como población todos los cambios de formatos que se realizan en el mes, se estudiará en total 16 cambios de formato de la línea Tall 1 de fabricación

de envases metálicos, 8 cambios de formato en el mes de enero antes de la propuesta y 8 cambios en el mes de junio después de la propuesta, en una empresa de lácteos.

Muestra:

La muestra es una parte de la población o universo, es utilizada con la finalidad de realizarlo en menos tiempo y con recursos mínimos, por lo que es necesario delimitar la unidad de muestre para su posterior análisis para obtener resultados y establecer parámetros, hay dos tipos de clases, pueden ser probabilístico o no probabilístico (Dirigida), en las probabilísticas, se necesita precisar el tamaño de la muestra, además de seleccionar unidades por medio de listado o procedimientos (tómbolas, STATS, selección sistemáticas, tablas de números aleatorios) y sus tipos(muestra por racimos, estratificada, aleatoria simple), en las no probabilísticas solo se necesita seleccionar los casos o unidades por uno o más propósitos, no busca que representen estadísticamente a la población (Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M., 2014, p.171).

La población es la misma que la muestra, por lo que esta investigación es de tipo censal, en razón que se tomarán todos los cambios de formatos en la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos en el mes, se estudiará en total 16 cambios de formato de la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos, 8 cambios de formato en el mes de enero antes de la propuesta y 8 cambios en el mes de junio después de la propuesta, en una empresa de lácteos.

2.3. Métodos

Este trabajo inicia con la investigación de la línea Tall 1 con el fin de diagnosticar los problemas y se concluye que es una investigación aplicada. Por lo que se presenta tesis tiene los siguientes entregables de investigación.

Diagnósticos: En este apartado se busca analizar y determinar las causas raíz que dan como resultado la baja productividad en el área de fabricación de envases metálicos de la línea Tall 1.

Desarrollo de la propuesta: En esta etapa se busca desarrollar la propuesta de mejora que

determine un beneficio económico en la empresa de Lácteos.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos: La observación y la encuesta

Según Hernández, Fernández & Baptista (2014), para poder recolectar los datos correctamente y con un orden adecuado, se puede usar la técnica de observación, porque facilita la materialización de las actividades que sucede durante un evento o entorno específico (p. 91). Por ello, en esta investigación se toma cada detalle observado con la finalidad de captar toda la información posible sin evitar algún hecho relevante que pueda afectar los resultados de la investigación.

Asimismo, otra de las técnicas de recolección de datos es la encuesta. Según López-Roldán y Fachilla (2015), se refiere a “la interrogación de los sujetos cuya finalidad es la de obtener de manera sistemática medidas sobre los conceptos que se derivan de una problemática de investigación [...] la recogida de datos se realiza a través de un cuestionario” (p. 8). Por eso, en este estudio, se ha aplicado la encuesta matriz de priorización al personal del área de fabricación de envases metálicos a fin de recolectar la información pertinente para el diagnóstico de las causas raíz que den como resultados los problemas y las posibles causas o factores que dar surgimiento a estos.

Instrumento de recolección de datos: Ficha de registro y encuesta matriz priorización

Según Palella & Martins (2006), se menciona que las fichas de registro sirven de almacenamiento de información utilizado a través de formatos que se pueden adaptar libremente a la necesidad del trabajo (p. 155). Para poder comprobar el antes y el después de la propuesta es necesario medir los indicadores en ambas situaciones, por lo que es necesario realizar ficha de registros que ayude a realizar la comparación de la investigación y que ayude con el objetivo de la investigación.

Por otro lado, se empleó la encuesta matriz de priorización, que fue organizada en función a un listado de posibles causas relacionadas con los procesos que se aplican en la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos, en el cual se debía determinar cuáles eran estas posibles causas y su impacto a partir de los trabajadores del área mencionada. Esta encuesta fue útil para el diagnóstico de la problemática, objeto de estudio de esta investigación.

2.5. Procedimientos

Diagnóstico

Luego de observar y analizar la situación de la línea de fabricación Tall 1, se identificó los diversos problemas que suceden en el cambio de formato, por lo que era necesario verificar la causa raíz de los problemas a través de la percepción de todos los trabajadores del área de fabricación de envases metálicos, por lo que se realizó una encuesta para determinar el nivel de importancia de los problemas raíces a través del instrumento encuesta matriz de priorización que aparece en los anexos.

Este procedimiento de recolección de datos se obtuvo a partir de trabajadores y jefes del área de fabricación de envases metálicos en la línea Tall 1, a quienes se les invitó a participar del estudio mediante el consentimiento informado, por lo cual su participación fue voluntaria. A cada participante, se le brindó la ficha de encuesta sobre causas raíz. Cada uno completó la ficha y con la información recolectada se elaboraron los resultados con el apoyo de la herramienta diagrama de Pareto. Los resultados obtenidos permitieron diferenciar los problemas de mayor y menor impacto, los cuales se organizaron en una tabla que se menciona en el apartado de la problemática de la empresa de lácteos, en la cual se refleja que la productividad se viene afectada por la demora en actividades que no generan valor y recaen en el incremento de tiempos, los cuales son necesarios considerar para que se planteen mejoras en la eficiencia y eficacia. A partir de los resultados obtenidos, con los problemas y causas detectadas es que se plantea la solución a tal problemática,

que, en este caso, es una propuesta de mejora mediante la metodología SMED.

Solución propuesta

Los problemas principales obtenidos en la investigación, se realizó la propuesta de solución que busca eliminar a las causas raíz y optimizar esas causas para incrementar la productividad en la empresa de lácteos.

La propuesta de mejora realizado en el área de fabricación de envases metálicos en la línea Tall 1 consiste en utilizar la metodología SMED, que busca reducir el alistamiento y cambio de formato, aplicando las 5 etapas: la primera etapa es observar y comprender el proceso a través del diagrama de análisis de procesos, la segunda etapa consiste en identificar las actividades internas y externas, la tercera etapa consiste en convertir las actividades internas en externas, la cuarta etapa es optimizar las actividades internas y externas, la quinta etapa es estandarizar los cambios realizados en el alistamiento y cambio de formato en la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos de la empresa de lácteos. Luego de aplicar la mejora se utilizará las fichas de registros para comparar el antes y el después de la mejora.

Evaluación económica

Al culminar la propuesta de mejora se realizó una evaluación económica para medir el impacto de la propuesta. Por ello, luego de haber obtenido el beneficio económico de la propuesta de mejora, se elaborará en contraste un presupuesto de costo que implicarían dicha metodología SMED. Esto se verá reflejado en el flujo de caja para la propuesta en el cual se proyectarán los movimientos económicos de la empresa influenciado por la metodología de mejora en el transcurso de periodos.

Además, se desarrollará la relación de beneficio/costo y las herramientas más conocidas para evaluación económica como son el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

2.6.Aspectos éticos

Este trabajo de tesis se usó información de una empresa de lácteos, se recopiló y analizó, con la finalidad de cumplir el objetivo de esta investigación, que es incrementar la productividad en la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos.

El fin de este trabajo de investigación son académicos, manteniendo la propiedad intelectual de los autores y se busca contribuir con la transparencia de los datos presentado.

2.7. Diagnóstico de la empresa

La empresa donde se llevó a cabo esta investigación es del rubro de lácteos y la empresa fabrica sus envases metálicos para sus productos lácteos, cuenta con más de 78 años de presencia en el país, cuenta con 4 áreas que son las siguientes:

- Corte y barnizado
- Envases lácteos (cuerpo 1 y 2)
- Cabezales prensas
- Envases de pesca y agro.

La empresa láctea en el área de cuerpos 1 y 2, cuenta con 8 líneas de producción, 4 son para envases Tall y 4 son para BABY ambas líneas se usan para los productos lácteos, las líneas de producción son continuas y abastece la línea de Condensaría para su respectivo envasado, el stock debe estar en 400 paletas Tall y 300 paletas BABY, solo una línea Tall 1 se le realiza el cambio de formato para que tenga la configuración de 12 onzas, cuenta con cuatro sucursales ubicadas en Lima, Arequipa, Cajamarca y Trujillo. Cuenta con la capacidad de producir 700 envases metálicos por minuto. La empresa lo dirige una presidencia, un gerente general, un superintendente de envases metálicos, un jefe de producción, cuatro supervisores senior (cuerpos 1 y 2, cabezales, personal, barnizado pesca y agro) a su vez de 14 supervisores de planta que hacen turnos rotativos, 12 mecánicos de línea y 200 operadores.

Sus principales clientes son: Perú con 92% de la producción en lácteos y 8% en exportación

2.8. Identificación de problemas e indicadores actuales

Identificación de problemas

La presente tesis solo se enfoca en la línea Tall 1, en razón que es la única línea que se realiza el cambio de formato a 12 onzas y viceversa, por lo que se han encontrado deficiencias en el personal por falta de capacitación y por alta rotación del personal, por lo que se busca reducir el tiempo de cambio de formato en la línea Tall 1 y aumentar la productividad. Luego de procesar esta información, se reunió a todo el equipo de trabajo del área de envases metálicos, con la finalidad de realizar una encuesta (Anexo 1) a 25 trabajadores de la empresa para priorizar el nivel del problema, se observó que la máquina no era fácil realizar el cambio, por cuestiones técnicas, en razón que debería modificarse, además que los trabajadores nuevos hacen actividades que no están estandarizadas, lo que significa que hay una falta de capacitación, las herramientas no están organizadas a la hora de comenzar el cambio, se detectó muchas actividades que no agregan valor, no se están tomando decisiones de los indicadores de la línea de producción, falta compromiso para la mejora continua del proceso, se detectó además residuos industriales del proceso.

Tabla 4

Causas raíz del Área de Fabricación de Envases Metálicos en la Línea Tall 1 de Acuerdo con su Nivel De Influencia

Área	N°	Causas raíz	Σ (Impacto según encuesta)	% Impacto	Acumulado
FABRICACIÓN DE ENVASES METÁLICOS	CR1	Tiempo excesivo de cambio de formato	9	13%	13%
	CR2	Máquina no accesible para el cambio	8	12%	25%
	CR3	Actividades no estandarizadas	8	12%	36%
	CR4	Técnico con ineficiente capacitación	8	12%	48%
	CR5	Herramientas no organizadas	8	12%	59%
	CR6	Actividades que no agregan valor	8	12%	71%
	CR7	No hay indicadores de actividades	7	10%	81%
	CR8	Falta de decisión de los indicadores	6	9%	90%
	CR9	Falta compromiso	6	9%	99%
	CR10	Residuos industriales del proceso	1	1%	100%
Total			69		

Fuente: Elaboración propia

A partir de esta información se realizó el gráfico de Pareto.

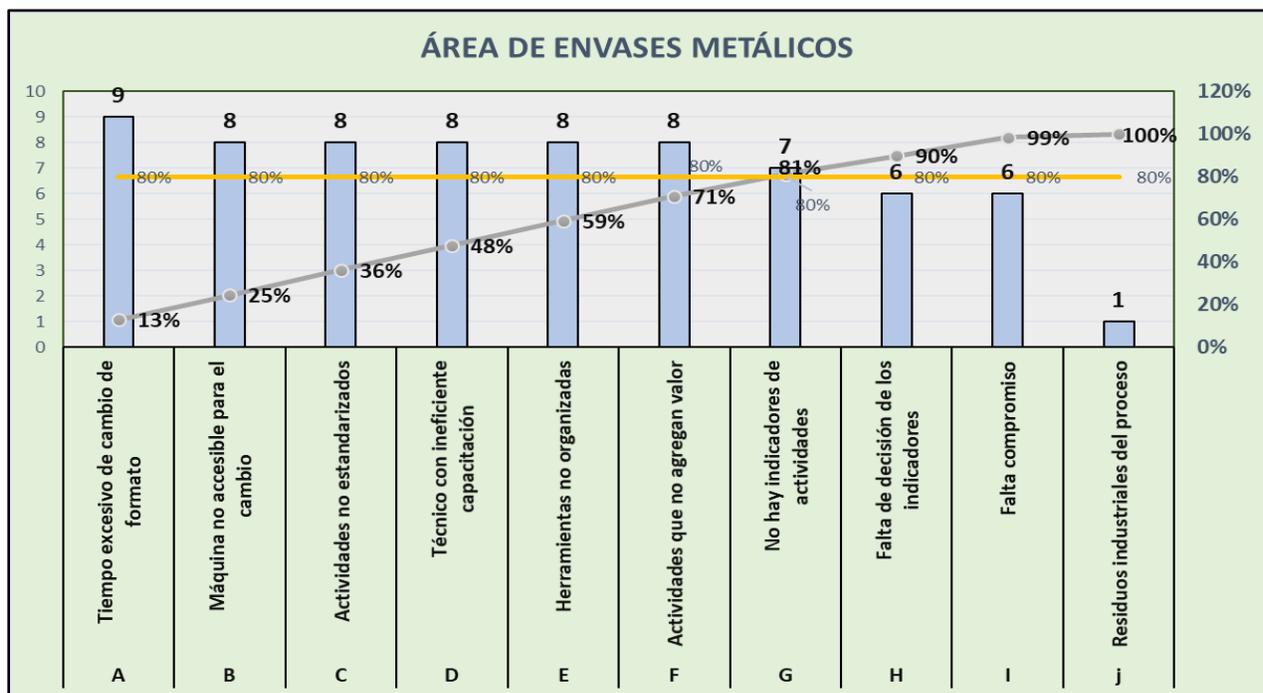


Figura 21: Gráfica de Pareto de Causas de Baja Productividad en la Línea Tall 1

Fuente: Elaboración propia

En esta gráfica se observa que hay 7 actividades que se deben reducir, optimizar, modificar o eliminar para aumentar la productividad según la metodología Pareto.

Identificación de indicadores

En este apartado se evalúan las 6 causas raíz que resulto de la priorización de problemas encontrados en la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos.

Esta causa raíz serán medidas mediante indicadores, y decidir la herramienta de mejora aplicar por el grupo de ellas, por lo que es necesario también medir la inversión que representa la aplicación de la metodología para la empresa. Las actividades internas son las actividades que se realizan cuando la máquina está parada y las actividades externas son actividades que se pueden hacer cuando la máquina está en funcionamiento.

Tabla 5

Indicadores de las Causas Raíz de los Problemas en la línea Tall 1

CR	Descripción	Indicador %	Formula
CR1	Tiempo excesivo de cambio de formato	Actividades internas	$\frac{\text{Actividades internas}(\text{min})}{\text{Actividad total}(\text{min})} \times 100$
CR2	Máquina no accesible para el cambio		
CR4	Técnico con ineficiente capacitación		
CR5	Herramientas no organizadas		
CR6	Actividades que no agregan valor	Actividades externas	$\frac{\text{Actividades externas}(\text{min})}{\text{Actividad total}(\text{min})} \times 100$
CR3	Actividades no estandarizadas		

Fuente: Elaboración propia

2.9. Desarrollo de la matriz de indicadores de variables

En este campo se desarrolla la matriz de indicadores de variables, en donde están las 6 causas de prioridad que se consideró y se formuló los indicadores que reflejaran la productividad de la empresa de Lácteos en la línea de fabricación de envases metálicos en la Tall1.

Tabla 6

Matriz de variables

V	CR	Descripción	Indicador %	Formula
SMED	CR1	Tiempo excesivo de cambio de formato	Actividades internas	$\frac{\text{Actividades internas}(\text{min})}{\text{Actividad total}(\text{min})} \times 100$
	CR2	Máquina no accesible para el cambio		
	CR4	Técnico con ineficiente capacitación		
	CR5	Herramientas no organizadas	Actividades externas	$\frac{\text{Actividades externas}(\text{min})}{\text{Actividad total}(\text{min})} \times 100$
	CR6	Actividades que no agregan valor		
	CR3	Actividades no estandarizadas		
Productividad		Eficiencia operativa de fabricación de envases metálicos en la línea Tall 1	Eficiencia	$\frac{\text{Cap. Real de maq. (min)} - \text{Cambio de formato}(\text{min})}{\text{Jornada Laboral}(\text{min})} \times 100$
		Capacidad de producción de fabricación de envases metálicos en la línea Tall 11	Eficacia	$\frac{\text{Envases metálicos producidos}}{\text{Envases metálicos planificados}} \times 100$

Fuente: Elaboración propia

2.10. Solución propuesta de la metodología SMED

Se aplicará la propuesta de la metodología en cinco etapas, como se muestra a continuación.

2.11. Etapa 1: Observación y comprender el proceso

La línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos está conformada por 5 máquinas que cumplen las siguientes funciones como se muestra en la figura N° 29.

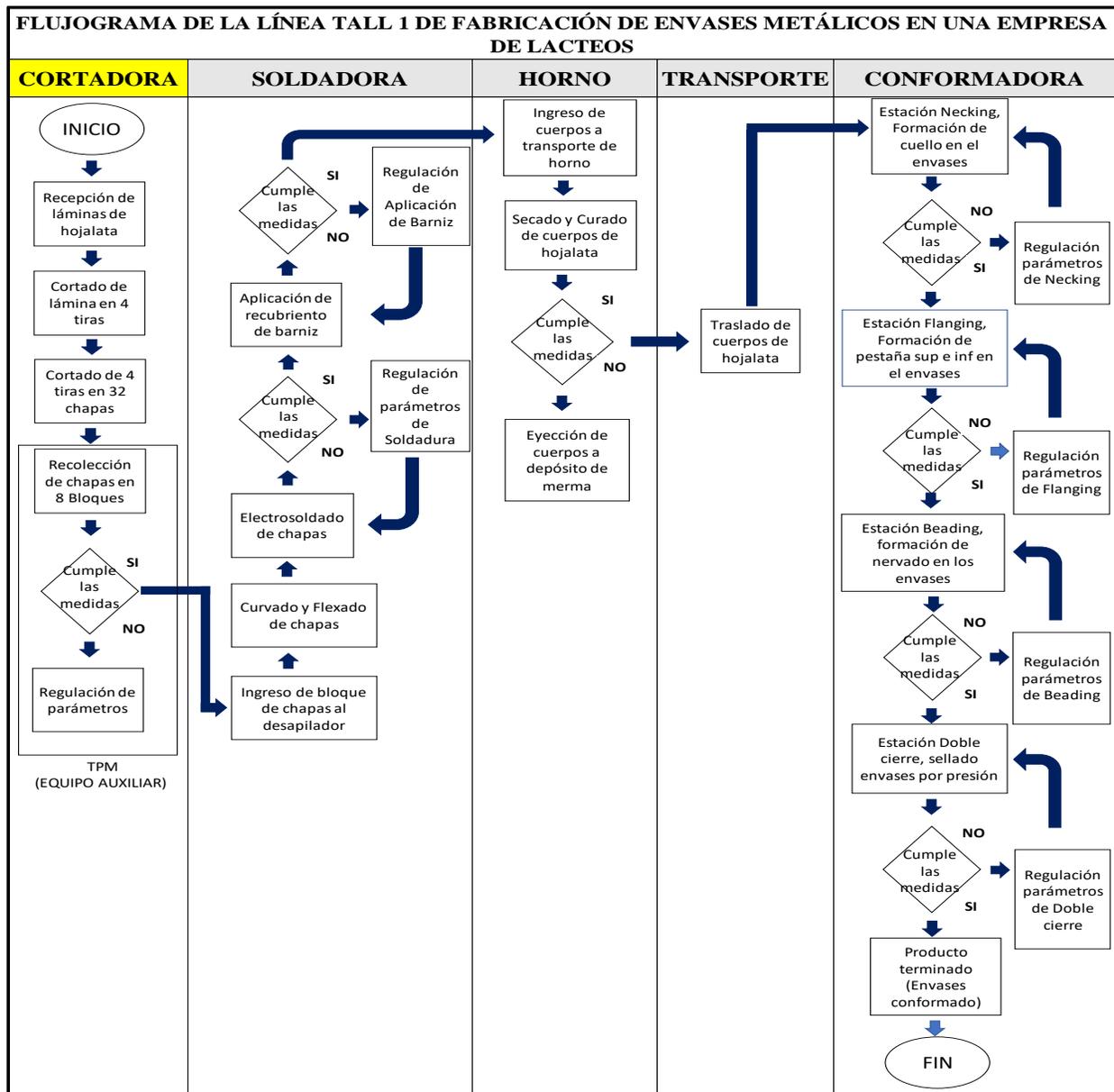


Figura 22: Flujoograma de la Línea Tall 1 de Fabricación de Envases Metálicos

Fuente: Elaboración propia

a. Cortadora

El proceso se inicia con el ingreso de paquetes de láminas de hojalatas para ingresar a la máquina cortadora. La primera actividad de la máquina cortadora es realizar 4 cortes en la primera mesa, dándole una forma de tiras, en la segunda máquina realiza otro corte, dando como resultado 32 chapas de hojalata, si llega a pasar todas las especificaciones sigue el proceso, en caso de que no los cumpla entra a rectificación y nuevamente comienza el proceso.



Figura 23: Máquina Cortadora

Fuente: La empresa de Lácteos

b. Soldadora

El proceso se inicia con la entrada a la máquina soldadora todas las chapas con las especificaciones requeridas, comienza a desapilar las chapas para que comience el proceso de curvado y flexado, con la finalidad de darle a las chapas una forma de cilindro, posteriormente, es electro soldado al pasar por unas roldanas inferiores y superiores, si cumple todas las especificaciones sigue el proceso. En caso contrario, entra a rectificación de soldado, si todo está correcto entra a recubrimiento de barniz en el cordón de soldadura, sirve para que proteja al producto, si no cumple especificaciones entra a regulación de barniz.



Figura 24: Máquina de Soldadura

Fuente: La empresa de Lácteos

c. Horno

Al pasar todas las especificaciones anteriores, puede ingresar al horno, en donde el equipo está a una temperatura de 400°C a 520°C, con este proceso se verifica qué envases metálicos no están bien adheridos al barniz, si no cumple las especificaciones ingresa a merma, en caso contrario sigue el proceso.

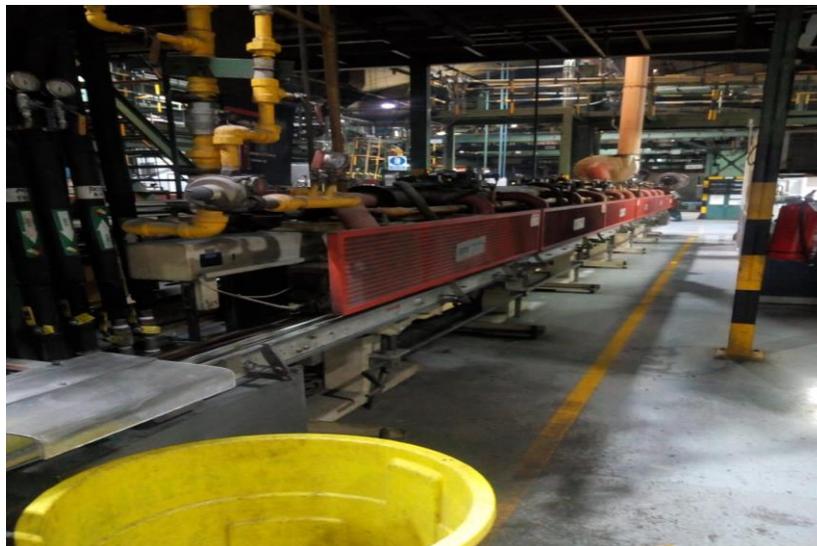


Figura 25: Máquina Horno

Fuente: La empresa de Lácteos

d. Transporte

Se transporta todos los envases que cumplen las especificaciones. Este proceso de transporte cumple dos funciones, enfriar los envases metálicos y transportar a la máquina conformadora.



Figura 26: Transporte de Envases Metálicos.

Fuente: La empresa de Lácteos

e. Conformadora

Los cuerpos formados ingresan a la máquina de conformado. La primera actividad de esta máquina es realizar el NECKING, sirve para que pueda ser ensamblado con el cabezal y es hacer una reducción de cuello en el envase de hojalata, en caso no cumpla esta especificación entra a la regulación de esa estación, si cumple entra a la estación FLANGING, sirve para tener un mejor ensamble y hermeticidad del envase metálico y es la formación de pestañas inferiores y superiores. En el caso de que no cumpla con esta especificación entra a la regulación de esa estación, si cumple ingresa a la estación BEADING. Sirve para darle mayor resistencia al envase metálico con la finalidad de que pueda soportar las altas presiones en el proceso de llenado y es la formación de nervado en el envase metálico, en caso no cumpla esta especificación entra a la regulación de esa estación, si cumple ingresa a la estación de DOBLE CIERRE, sirve para completar una

hermeticidad completa y es donde el envase es sellado a presión, en caso no cumpla esta especificación entra a la regulación de esa estación, si cumple queda terminado el proceso de la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos para productos lácteos.



Figura 27: Máquina Conformado

Fuente: La empresa de Lácteos

f. Procesos complementarios

La máquina alimentadora de fondos es utilizada para abastecer de cabezales a la conformadora, para poder ensamblar el envase a través de un compuesto sellador que garantiza la hermeticidad del envase metálico.



Figura 28: Máquina alimentadora de fondos

Al terminar el envase metálico es paletizado a una plastificadora para su almacenamiento.



Figura 29: Máquina Plastificadora y Almacén

Fuente: La empresa de Lácteos

2.12. Etapa 2: Separar actividades internas y externas.

Luego de conocer el proceso de fabricación de envases metálicos en la línea Tall 1, se realizó un diagrama de análisis de procesos de la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos, con la finalidad de medir todos los aspectos que sucede en el cambio de formato de Tall a 12 onzas y viceversa.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO		Personal		Material	Equipo		
FÁBRICA:	Fábrica de envases	ÁREA:		Cuerpos de envases metálicos			
PROYECTO:	Reducción de PP por cambio de formato Tall - 12 Onzas.						
OPERACIÓN:	Cambio de formato Tall - 12Onzas	ACTIVIDAD	SIMB.	ACTUAL	PROPUESTA	DIFERENCIA	
PRODUCTO:	Envases 12 Onzas.	OPERACIÓN	○	114			
LÍNEA/MÁQUINA:	Tall 1 / Cortadora	TRANSPORTE	➔	50			
OBSERVACIONES:	Ítem XII de envases metálicos (El cambio lo realiza dos operadores)	ESPERA	⌋	4			
		INSPECCIÓN	□	19			
		ALMACENAMIENTO	▽	0			
		DISTANCIA			960		
		TIEMPO (minutos)			180.87		
DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	Distancia (metros)	TIEMPO (seg)	SIMBOLO			Observaciones
Preparación	ESPERA	0	300	○	➔	⌋	Actividad Interna
Desajuste de pernos laterales de módulo de amacén de chapas	OPERACIÓN	0	90	●			Actividad Interna
Retiro de módulo de almacén de chapas TPM	OPERACIÓN	0	20	●			Actividad Interna
Desajuste de jebes pisadores superior	OPERACIÓN	0	120	●			Actividad Interna
Retiro de jebe superior e inferior bolsillo #1	OPERACIÓN	0	25	●			Actividad Interna
Retiro de jebe superior e inferior bolsillo #2	OPERACIÓN	0	20	●			Actividad Interna
Retiro de jebe superior e inferior bolsillo #3	OPERACIÓN	0	25	●			Actividad Interna
Retiro de jebe superior e inferior bolsillo #4	OPERACIÓN	0	25	●			Actividad Interna
Retiro de jebe superior e inferior bolsillo #5	OPERACIÓN	0	25	●			Actividad Interna
Retiro de jebe superior e inferior bolsillo #6	OPERACIÓN	0	25	●			Actividad Interna
Retiro de jebe superior e inferior bolsillo #7	OPERACIÓN	0	25	●			Actividad Interna
Retiro de jebe superior e inferior bolsillo #8	OPERACIÓN	0	20	●			Actividad Interna
Desajuste de jebes pisadores inferiores	OPERACIÓN	0	105	●			Actividad Interna
Desajustar anillos de jebe pisadores superior de cuchilla	OPERACIÓN	0	70	●			Actividad Interna
Desajustar anillos de jebe pisadores inferior de cuchilla	OPERACIÓN	0	65	●			Actividad Interna
Tomar medida de referencia con calibrador para regular	INSPECCIÓN	0	38	●		□	Actividad Interna
Desajustar cuchilla de bolsillo #1	OPERACIÓN	0	64	●			Actividad Interna
Regulación de altura de cuchilla superior de bolsillo #1	OPERACIÓN	0	60	●			Actividad Interna
Operador se va a traer laina para regular	TRANSPORTE	0	60	●		●	Actividad Interna
Regulación de luz de cuchilla inferior de bolsillo #1	OPERACIÓN	0	100	●			Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	30	●			Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	20	10	●		●	Actividad Interna
Medición de chapa	OPERACIÓN	0	15	●			Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	20	10	●		●	Actividad Interna

PROPUESTA DE MEJORA EN LA LÍNEA TALL 1 DE FABRICACIÓN DE ENVASES METÁLICOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA DE LÁCTEOS

Se corrige medida de bolsillo #1	OPERACIÓN	0	155						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	20	10						Actividad Interna
Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	20						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	20	10						Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #1	OPERACIÓN	0	110						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	16						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	20	10						Actividad Interna
Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	24						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	20	10						Actividad Interna
Regulación de altura de cuchilla superior de bolsillo #2	OPERACIÓN	0	140						Actividad Interna
Regulación de luz de cuchilla inferior de bolsillo #2	OPERACIÓN	0	40						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	20	10						Actividad Interna
Medición de chapa	OPERACIÓN	0	15						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	20	10						Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #2	OPERACIÓN	0	70						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	20	10						Actividad Interna
Medición de chapa	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	20	10						Actividad Interna
Regulación de altura de cuchilla superior de bolsillo #3	OPERACIÓN	0	95						Actividad Interna
Regulación de luz de cuchilla inferior de bolsillo #3	OPERACIÓN	0	35						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	15						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	20	10						Actividad Interna
Medición de chapa	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	20	10						Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #3	OPERACIÓN	0	90						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	6						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	20	10						Actividad Interna
Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	9						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	20	10						Actividad Interna
Regulación de altura de cuchilla superior de bolsillo #4	OPERACIÓN	0	85						Actividad Interna
Regulación de luz de cuchilla inferior de bolsillo #4	OPERACIÓN	0	55						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	8						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	20	10						Actividad Interna
Medición de chapa	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	20	10						Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #4	OPERACIÓN	0	110						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	20	10						Actividad Interna
Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	10						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	OPERACIÓN	20	10						Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #4	OPERACIÓN	0	74						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	14						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	OPERACIÓN	20	10						Actividad Interna
Medición de chapa	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	OPERACIÓN	20	12						Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #4	OPERACIÓN	0	111						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	20	10						Actividad Interna
Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	18						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	20	7						Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #4	OPERACIÓN	0	134						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	20	10						Actividad Interna

PROPUESTA DE MEJORA EN LA LÍNEA TALL 1 DE FABRICACIÓN DE ENVASES METÁLICOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA DE LÁCTEOS

Regulación de altura de cuchilla superior de bolsillo #8	OPERACIÓN	0	130	●						Actividad Interna
Regulación de luz de cuchilla inferior de bolsillo #8	OPERACIÓN	0	130	●						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	30	●						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	20	10	●	●					Actividad Interna
Medición de chapa	OPERACIÓN	0	10	●	●					Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	20	12	●	●					Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #8	OPERACIÓN	0	79	●	●					Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	12	●	●					Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	20	10	●	●					Actividad Interna
Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	17	●	●					Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	20	16	●	●					Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #8	OPERACIÓN	0	69	●	●					Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	20	5	●	●					Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	0	10	●	●					Actividad Interna
Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	10	●	●					Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	20	10	●	●					Actividad Interna
Pegar anillos de jebe de cuchillas	OPERACIÓN	0	230	●	●					Actividad Interna
Ajuste de jebe de anillos pisadores inferior	OPERACIÓN	0	410	●	●					Actividad Interna
Ajuste de jebe de anillos pisadores superior	OPERACIÓN	0	580	●	●					Actividad Interna
Regulación de guías de 2da. Mesa	OPERACIÓN	0	150	●	●					Actividad Interna
Recolección de herramientas	OPERACIÓN	0	20	●	●					Actividad Interna
Buscar íman de para limpieza	ESPERA	0	80	●	●					Actividad Interna
Limpieza de área de trabajo	OPERACIÓN	0	300	●	●					Actividad Interna
Colocar cartón para recolectar chapas de prueba	OPERACIÓN	0	15	●	●					Actividad Interna
Cerrar todas las guardas de seguridad	OPERACIÓN	0	35	●	●					Actividad Interna
Encendido de máquina para realizar pruebas	OPERACIÓN	0	80	●	●					Actividad Interna
Falla en prueba	INSPECCIÓN	0	240	●	●					Actividad Interna
Indentificación de chapas	INSPECCIÓN	0	10	●	●					Actividad Interna
Acomodar muestras	OPERACIÓN	0	20	●	●					Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	0	10	●	●					Actividad Interna
Medir 8 muestras	OPERACIÓN	0	150	●	●					Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	ESPERA	0	160	●	●					Actividad Interna
Colocación de guarda de cuchillas	OPERACIÓN	0	60	●	●					Actividad Interna
Colocar y regular botadores	OPERACIÓN	0	375	●	●					Actividad Interna
Colocar módulo TPM	OPERACIÓN	0	35	●	●					Actividad Interna
Centrar y ajustar pernos de módulo TPM	OPERACIÓN	0	500	●	●					Actividad Interna
Traer chapa para calibrar bolsillos de TPM	TRANSPORTE	0	25	●	●					Actividad Interna
Desajuste de pernos de almacén de chapas de TPM	OPERACIÓN	0	115	●	●					Actividad Interna
Regulación de bolsillo #1 de TPM	OPERACIÓN	0	55	●	●					Actividad Interna
Regulación de bolsillo #2 de TPM	OPERACIÓN	0	85	●	●					Actividad Interna
Regulación de bolsillo #3 de TPM	OPERACIÓN	0	50	●	●					Actividad Interna
Regulación de bolsillo #4 de tpm	OPERACIÓN	0	60	●	●					Actividad Interna
Regulación de bolsillo #5 de TPM	OPERACIÓN	0	60	●	●					Actividad Interna
Regulación de bolsillo #6 de TPM	OPERACIÓN	0	105	●	●					Actividad Interna
Regulación de bolsillo #7 de TPM	OPERACIÓN	0	45	●	●					Actividad Interna
Regulación de bolsillo #8 de TPM	OPERACIÓN	0	75	●	●					Actividad Interna
Buscar pernos	ESPERA	0	30	●	●					Actividad Interna
Regulación de flejes acomodadores de TPM	OPERACIÓN	0	30	●	●					Actividad Interna
Regulación de anillos de eje de TPM	OPERACIÓN	0	60	●	●					Actividad Interna
Ajuste de rodillitos de presión de TPM	OPERACIÓN	0	30	●	●					Actividad Interna
Cerrar guarda de almacén de chapas de TPM	OPERACIÓN	0	5	●	●					Actividad Interna
Realizar pruebas en producción	INSPECCIÓN	0	1070	●	●					Actividad Interna
Total (Cantidad)		960	10852	seg.						
Total (minutos)		180.87								

Figura 30: Diagrama de análisis de procesos sobre la línea Tall 1 en cambio de formato - antes

Fuente: Elaboración propia

Esta información que nos revela este diagrama es la siguiente:

Tabla 7

Resumen de datos obtenidos del diagrama de análisis del proceso del cambio de formato en la línea Tall 1 – antes.

Resumen	Segundos	Minutos	Recorrido (m)	Act. Interna	Act. Externa
Operación	8155	136	80	136	0
Transporte	576	10	880	10	0
Inspección	1551	26	0	26	0
Espera	570	10	0	10	0
Total	10852	181	960	181	0

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el cambio de formato de Tall a 12 onzas, intervienen dos personas, como se observa en la tabla las operaciones demoran alrededor de 136 minutos con 80 metros recorridos, el transporte es de 10 minutos con 880 metros recorridos, la inspección demora 26 minutos y por último la espera es de 10 minutos. Como todas estas actividades se realizan cuando la máquina esta parada, todas son internas, por lo que suma un total de 181 minutos en el cambio de formato. Por otra parte, en la situación presentada no hay actividades externas, es decir, no hay actividades realizadas cuando la máquina está en funcionamiento. Por lo tanto, al separar las actividades internas y externas, además de convertir las actividades internas a externas, se reducirá el cambio de formato, por lo que eliminar el transporte, inspección y espera reducirá el tiempo de cambio de formato, logrando disponibilidad de la máquina.

Registro del SMED en el mes de enero en el cambio de formato

Este registro se comenzó a realizar desde el mes de enero, que busca medir el tiempo de cambio de formato y saber la duración de las actividades internas (máquina parada) y actividades externas (máquina en funcionamiento), se obtuvo los siguientes resultados.

Registros de actividades internas en el mes de enero

El registro de cambio de formato en actividades internas inicio el 2 de enero de 2020 y finalizó el 30 de enero de 2020.

Tabla 8

Registro de actividades internas en el cambio de formato de la línea Tall 1 - antes

FICHA DE REGISTRO DE ACTIVIDADES INTERNAS					
Ficha N°: FOI-00520			Fecha de Inicio: 02/01/2020		
Registrado por: Roger León			Fecha de Fin: 30/01/2020		
Área: Fabricación de envases metálicos Tall 1					
Fecha	Total de actividad (min)	Actividades internas (min)	Indicador de actividades internas	$\frac{\text{Actividades internas (minutos)}}{\text{Total de actividad (minutos)}} \times 100$	Observación
02/01/2020	180	180	100%		-
05/01/2020	181	181	100%		-
07/01/2020	183	183	100%		-
08/01/2020	184	184	100%		-
09/01/2020	179	179	100%		-
10/01/2020	181	181	100%		-
11/01/2020	182	182	100%		-
12/01/2020	183	183	100%		-
Total	1453	1453	100%		-
Promedio	182	182	100%		-
Max.	184	184	100%		-
Min.	179	179	100%		-

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla, se observa que en el mes de enero el tiempo de cambio de formato en la línea Tall 1 es en promedio de 182 minutos, que al mes sería un tiempo de 1453 minutos, con un mínimo de 179 minutos y un máximo de 184 minutos, las actividades internas son de 100%, en razón que todo el cambio de formato se realiza con la maquina parada. Por ello, es importante realizar la

conversión de actividades internas a externas, para reducir el cambio de formato.

Por otra parte, se realizó un registro de actividades externas, en donde se busca medir todas las actividades que se realiza con la máquina en funcionamiento.

Registro de actividades externas en el mes de enero

El registro de cambio de formato en actividades internas inicio el 2 de enero de 2020 y finalizó el 30 de enero de 2020.

Tabla 9

Registro de actividades externas en el cambio de formato de la línea Tall 1 - antes

FICHA DE REGISTRO DE ACTIVIDADES EXTERNAS					
Ficha N°: FOE-00520			Fecha de Inicio: 02/01/2020		
Registrado por: Roger León			Fecha de Fin: 30/01/2020		
Área: Fabricación de envases metálicos Tall 1					
Fecha	Total de actividad (min)	Actividades externas (min)	Indicador de actividades externas	$\frac{\text{Actividades externas (minutos)}}{\text{Total de actividad (minutos)}} \times 100$	Observación
02/01/2020	180	0	0%		-
05/01/2020	181	0	0%		-
07/01/2020	183	0	0%		-
08/01/2020	184	0	0%		-
09/01/2020	179	0	0%		-
10/01/2020	181	0	0%		-
11/01/2020	182	0	0%		-
12/01/2020	183	0	0%		-
Total	1453	0	0%		-
Promedio	182	0	0%		-
Max.	184	0	0%		-
Min.	179	0	0%		-

Fuente: Elaboración propia

Según la metodología propuesta, que en este estudio es el SMED, las actividades externas

ayudan a reducir el cambio de formato, porque hay diversas actividades que se pueden realizar cuando la máquina está en funcionamiento, en este caso de la línea de fabricación Tall 1 de envases metálicos, no hay actividades externas, pero lo que significa que debe analizarse a mayores detalles todas las actividades hasta volverlas internas, con la finalidad de reducir el tiempo de cambio de formato.

Determinar eficiencia, eficacia y productividad en la línea Tall 1 en cambio de formato

En esta tesis de investigación, tiene como objetivo determinar la eficiencia, eficacia y productividad en la línea de fabricación de envases metálicos Tall 1, por lo que se realizó registros por cada apartado, y con los datos obtenidos en el mes de enero en los 8 cambios de formatos realizados de Tall a 12 onzas, por lo que se obtuvo los siguientes registros.

Tabla 10

Registro de eficiencia en el cambio de formato de la línea Tall 1 - antes

FICHA DE REGISTRO DE EFICIENCIA						
Ficha N°: FREFC-00520				Fecha de Inicio: 02/01/2020		
Registrado por: Roger León				Fecha de Fin: 30/01/2020		
Área: Fabricación de envases metálicos Tall 1						
Fecha	Cap. Real de Maq. en minutos	Cambio de formato en minutos	Jornada laboral en minutos	Indicador		
				$\frac{\text{Cap. Real de Maq. en minutos} - \text{Camb. Format.}}{\text{Jornada laboral en minutos}}$		
				Eficiencia	Observaciones	
02/01/2020	480	180	480	62.50%	-	
05/01/2020	480	181	480	62.29%	-	
07/01/2020	480	183	480	61.88%	-	
08/01/2020	480	184	480	61.67%	-	
09/01/2020	480	179	480	62.71%	-	
10/01/2020	480	181	480	62.29%	-	
11/01/2020	480	182	480	62.08%	-	

12/01/2020	480	183	480	61.88%	-
Total	3840	1453	3840	62.16%	-
Promedio	480	182	480	62.16%	-
Max.	480	184	480	62.71%	-
Min.	480	179	480	61.67%	-

Fuente: Elaboración propia

El indicador usado es para medir la eficiencia en el cambio de formato que tiene un resultado de 62.16% en promedio, en razón de que la capacidad real de producción de la máquina es 480 horas igual que la jornada laboral, por lo que se resta el cambio de formato, llegando a ese resultado, al mes la máquina debería funcionar 3840 minutos, cuando se realiza el cambio de formato se pierde 1453 minutos, por lo que la máquina solo funciona 2387 minutos en los ocho cambios de formatos en el mes de enero. El tiempo máximo que demoró en el cambio de formato es de 184 minutos y en el mínimo de 179 minutos, por lo que en promedio se demora 182 minutos el cambio de formato.

Tabla 11

Registro de eficacia en el cambio de formato de la línea Tall 1 - antes

FICHA DE REGISTRO DE EFICACIA					
Ficha N°: FRECA-00520			Fecha de Inicio: 02/01/2020		
Registrado por: Roger León			Fecha de Fin: 30/01/2020		
Área: Fabricación de envases metálicos Tall 1					
Fecha	Envases metálicos producidos	Envases metálicos planificados	Indicador de Eficacia	$\frac{\text{envases metálicos producidos}}{\text{envases metálicos planificados}} \times 100$	Observación
02/01/2020	205845	336000	61.26%		-
05/01/2020	204844	336000	60.97%		-
07/01/2020	204959	336000	61.00%		-
08/01/2020	205120	336000	61.05%		-
09/01/2020	206109	336000	61.34%		-

10/01/2020	205942	336000	61.29%	-
11/01/2020	206120	336000	61.35%	-
12/01/2020	205561	336000	61.18%	-
Total	1644500	2688000	61.18%	-
Promedio	205563	336000	61.18%	-
Max.	206120	336000	61.35%	-
Min.	204844	336000	60.97%	-

Fuente: Elaboración propia

El indicador usado es para medir la eficacia en el cambio de formato es con los envases metálicos producidos y los envases metálico planificado, en los 8 cambios de formato realizados se produjo un total de 1 644 500 unidades y la capacidad de la máquina es de 2 688 000 unidades, es decir, el tiempo que se pierde en el cambio de formato se está dejando de producir aproximadamente 1 043 500 unidades, por lo que la eficacia del mes de enero es de 61.18% en promedio, máximo de 61.35% y mínimo de 60.97% en el cambio de formato.

Tabla 12

Registro de productividad en el cambio de formato de la línea Tall 1 - antes

FICHA DE REGISTRO DE PRODUCTIVIDAD				
Ficha N°: FRPRD-00520			Fecha de Inicio: 02/01/2020	
Registrado por: Roger León			Fecha de Fin: 30/01/2020	
Área: Fabricación de envases - TALL N° 01				
Fecha	Eficiencia	Eficacia	Productividad	Indicador: Eficiencia x Eficacia
				Observación
02/01/2020	62.50%	61.26%	38.29%	-
05/01/2020	62.29%	60.97%	37.98%	-
07/01/2020	61.88%	61.00%	37.74%	-
08/01/2020	61.67%	61.05%	37.65%	-
09/01/2020	62.71%	61.34%	38.47%	-
10/01/2020	62.29%	61.29%	38.18%	-

11/01/2020	62.08%	61.35%	38.09%	-
12/01/2020	61.88%	61.18%	37.85%	-
Promedio	62.16%	61.18%	38.03%	-
Max.	62.71%	61.35%	38.47%	-
Min.	61.67%	60.97%	37.65%	-

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, la productividad en el cambio de formato de la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos en el mes de enero en promedio es de 38.03%, la razón es la duración del cambio de formato, al reducir el tiempo de cambio de formato la máquina de la línea Tall 1, se aumenta la eficiencia y eficacia, como consecuencia aumentaría la productividad, porque la eficiencia es utilizar adecuadamente el tiempo, y como se invierte el tiempo en cambio de formato y no en producir, es un periodo que no genera valor, por lo que minimizar aumentará la producción de envases metálicos, es decir, aumentará los resultados deseados que es aumentar la producción y cumplir con la demanda del mercado.

2.13. Etapa 3: Convertir las actividades internas en externas en la línea Tall 1

En el periodo anterior a la aplicación de la propuesta, se tenía todas las herramientas desorganizadas, por lo que el tiempo de preparación y buscar la herramienta para realizar una operación tomaba mucho tiempo, por lo que esa actividad se pasó a externas, es decir, se realiza cuando la máquina esté en funcionamiento y ya no parada.



Figura 31: Desorganización de herramientas y equipos

Fuente: Elaboración propia

Para poder pasar todas esas actividades internas a externas, fue necesario organizar todas las herramientas en cajón llamado cambio de formato, en donde cada que se realice el cambio de formato, solo se debe ir a ese cajón a recoger todas sus herramientas o equipos, con la finalidad de evitar tiempo de búsqueda por desorganización.





Figura 32: Organización de herramientas, equipos y piezas para el cambio de formato

Fuente: Elaboración propia

Con esta mejora, se realiza de una manera adecuada la búsqueda de pernos, equipos, herramientas o piezas que se requiera para el cambio, evitando pérdida de tiempo en el transporte innecesario y toda actividad que no genera valor.

La actividad de guardado de viruta de la máquina cortado en el antes el operador tenía que caminar para guardar la viruta, y para usarlo para el cambio de formato tenía que ir al lugar donde se encuentra para recogerlo, por lo que el tiempo que se usaba era innecesario, tal como se muestra en la siguiente foto.



Figura 33: Larga distancia para guardar y recoger viruta de la máquina cortadora

Fuente: Elaboración propia

Esa actividad que comenzó siendo interna, se pasa a externa habilitando al costado de la máquina un lugar seguro y apropiado, para que el operador a la hora de realizar la viruta para la máquina cortadora lo tenga cerca del cambio de formato, luego de culminar el cambio de formato en la máquina, pueda guardar la viruta en menor tiempo.



Figura 34: Al costado de la máquina para guardar y recoger viruta de la máquina cortadora

Con esta mejora, se ahorra tiempo en la actividad externa, ya que se encuentra cerca de la máquina para realizar el cambio de formato de Tall a 12 onzas.

En el equipo auxiliar de la cortadora, antes se hacía la regulación de los botadores luego del equipo principal, por lo que aumentaba el tiempo de cambio de formato y era una actividad interna.



Figura 35: Equipo auxiliar regulación de botadores

Fuente: Elaboración propia

Para pasarlo a actividad externa, este equipo auxiliar se realiza la regulación mientras la máquina está en funcionamiento y cuando logra los parámetros necesarios solo se acopla a través de tornillos y el cambio de formato está realizado.

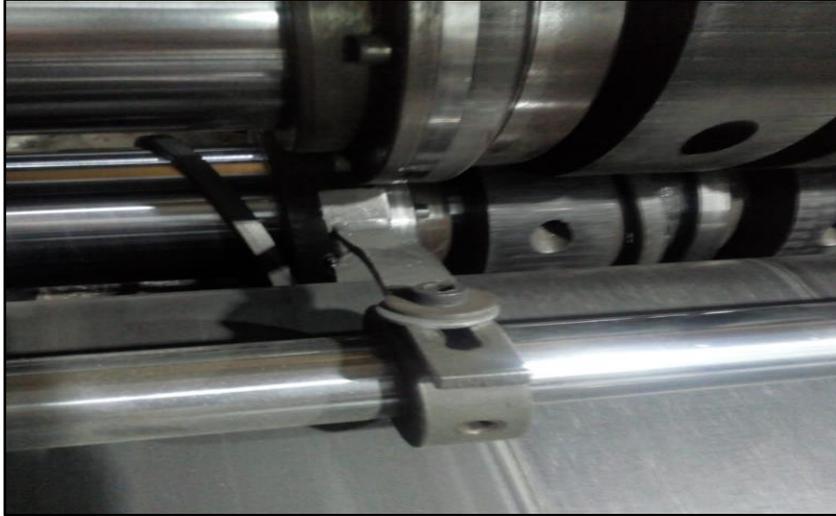


Figura 36: Acoplamiento con el nuevo cambio de formato a través de tornillos

Fuente: Elaboración propia

Al estar atornillado el equipo auxiliar al principal, el cambio de formato esta realizado en menor tiempo.

La identificación y medición de chapas antes se esperaba que la máquina este parado, para poder realizar esa actividad.



Figura 37: Identificación y medición de chapas en la máquina parada

Fuente: Elaboración propia

Con la propuesta se puede realizar mientras la máquina está en funcionamiento para hacer la identificación y luego la medición de las chapas



Figura 38: Identificación y medición de chapas en la máquina en funcionamiento

Fuente: Elaboración propia

Al realizar esta actividad en funcionamiento, se ahorra tiempo en el cambio de formato.

La actividad de acomodar muestra y regulación de flejes, se realizaba en máquina parada, con la mejora se realiza en la máquina en funcionamiento.



Figura 39: Regular flejes y acomodar muestra en funcionamiento

Fuente: Elaboración propia

Luego de terminar las regulaciones se cierra la guarda.

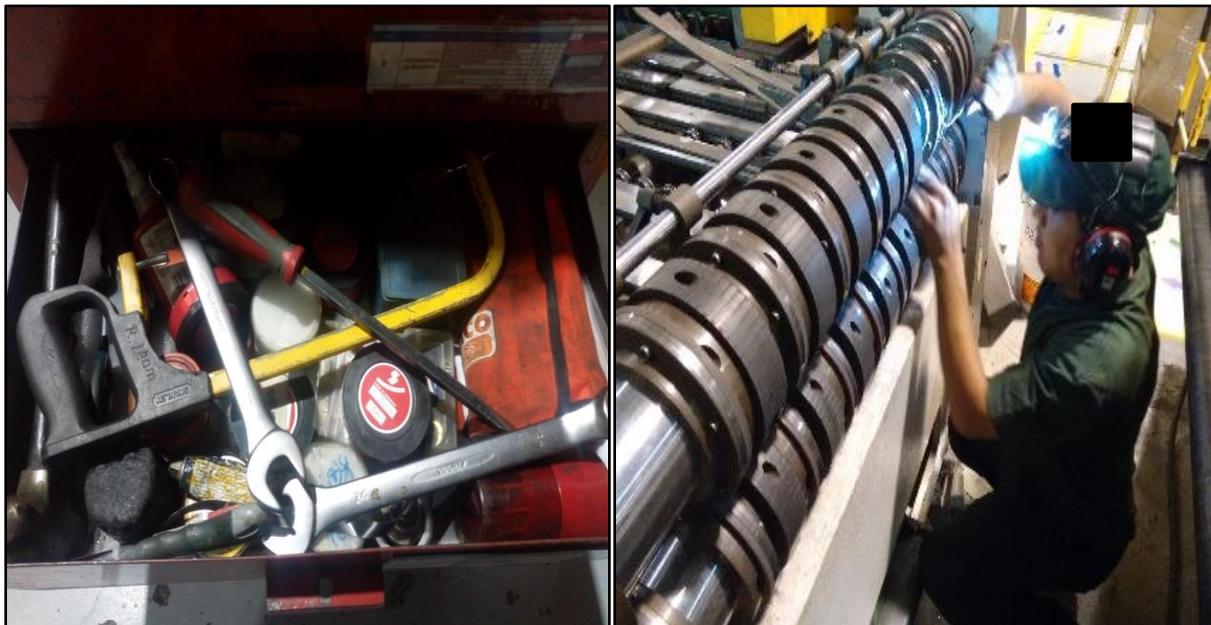


Figura 40: Cierre de guarda al culminar los cambios de formato

Fuente: Elaboración propia

2.14. Etapa 4: Refinar las actividades tanto internas como externas.

Regulación de cuchillas para cambio de formato de tall a 12 onzas y viceversa en la mesa el mecánico u operador tenía que buscar llaves para realizar esta actividad, es donde se perdía mucho tiempo en el desorden del coche de herramientas.



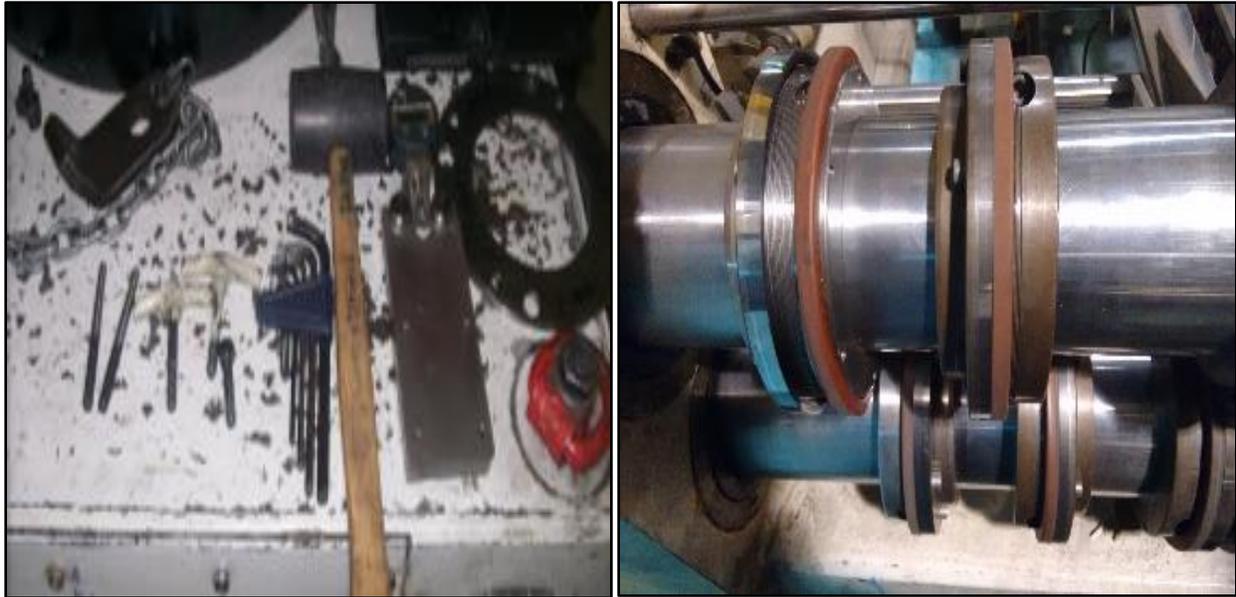


Figura 41: Regulación de cuchillas

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la mejora propuesta en regulación de cuchillas para cambio de formato de tall a 12 onzas o viceversa en la mesa el mecánico u operador tiene sus herramientas ordenadas para realizar dicha actividad.





Figura 42: Regulación de cuchillas

Fuente: Elaboración propia

Al tener todas las herramientas cerca del cambio de formato, se realiza de una manera más eficiente, en razón, que el operador ya no demora en buscar, solamente se acerca a la caja de herramientas y esta acomodada según la operación lo requiera.

Otro de los problemas encontrados en la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos era de la medición de chapas después de regular las cuchillas del cambio de formato, el mecánico u operador tiene que ir a la oficina donde se encuentra el instrumento de medición donde también se demora en ir y venir al comparar sus medidas como indica los parámetros tanto el formato tall o 12 onzas, la distancia en donde se encontraba el instrumento de medición es de 20 metros, por lo que es un transporte innecesario que no agrega valor.



Figura 43: Oficina de medición de cambio de formato con distancia de 20 metros.

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, en la propuesta se pasó de 20 a 0 metros, es decir, al costado del operador, para que no tenga que moverse de la máquina, para realizar todas sus mediciones necesarias y que cumpla los parámetros requeridos, el cambio de formato lo realiza dos personas.



Figura 44: medición de los parámetros y regulación de cuchillas en paralelo

Fuente: Elaboración propia

2.15. Etapa 5: Estandarizar el cambio de formato en la línea Tall 1

En esta etapa se busca documentar todas las actividades internas y externas modificadas,

porque se busca que el tiempo de cambio de formato que se redujo se mantenga en el transcurso de los meses y eso se logra a través de supervisión y medición constante a través de registros (Ver Anexo 5 y 6, para la conformidad del cambio de formato). Al reducir el tiempo de cambio de formato y al tener la conformidad del supervisor de envases metálicos, se acepta que las propuestas de mejora ayudan a reducir el tiempo de Tall a 12 onzas. Luego se realiza un diagrama de análisis de procesos propuesto sobre la fabricación de envases metálicos de la línea Tall 1, para documentar el nuevo procedimiento.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO		Personal		Material		Equipo			
FÁBRICA:	Fábrica de envases	ÁREA:		Cuerpos de envases metálicos					
PROYECTO:	Reducción de PP por cambio de formato Tall - 12 Onzas.								
OPERACIÓN:	Cambio de formato Tall - 12Onzas	ACTIVIDAD	SIMB.	ACTUAL	PROPUESTA	DIFERENCIA			
PRODUCTO:	Envases 12 Onzas.	OPERACIÓN	○	114	114	0			
LÍNEA/MÁQUINA:	Tall 1 / Cortadora	TRANSPORTE	➔	50	50	0			
OBSERVACIONES:	Ítem XII de envases metálicos (El cambio lo realiza dos operadores)	ESPERA	◐	4	4	0			
		INSPECCIÓN	◑	19	19	0			
		ALMACENAMIENTO	▽	0	0	0			
		DISTANCIA			960	50	910		
		TIEMPO (minutos)			180.87	64	116.87		
DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	Distancia (metros)	TIEMPO (seg)	SIMBOLO			Actividades internas/externas		
				○	➔	◐	◑	▽	
Preparación	ESPERA	0	10						Actividad Externa
Desajuste de pernos laterales de módulo de amacén de chapas	OPERACIÓN	0	30	●					Actividad Interna
Retiro de módulo de almacén de chapas TPM	OPERACIÓN	0	20	●					Actividad Interna
Desajuste de jebes pisadores superior	OPERACIÓN	0	30	●					Actividad Interna
Retiro de jebe superior e inferior bolsillo #1	OPERACIÓN	0	20	●					Actividad Interna
Retiro de jebe superior e inferior bolsillo #2	OPERACIÓN	0	20	●					Actividad Interna
Retiro de jebe superior e inferior bolsillo #3	OPERACIÓN	0	20	●					Actividad Interna
Retiro de jebe superior e inferior bolsillo #4	OPERACIÓN	0	20	●					Actividad Interna
Retiro de jebe superior e inferior bolsillo #5	OPERACIÓN	0	20	●					Actividad Interna
Retiro de jebe superior e inferior bolsillo #6	OPERACIÓN	0	20	●					Actividad Interna
Retiro de jebe superior e inferior bolsillo #7	OPERACIÓN	0	20	●					Actividad Interna
Retiro de jebe superior e inferior bolsillo #8	OPERACIÓN	0	20	●					Actividad Interna
Desajuste de jebes pisadores inferiores	OPERACIÓN	0	30	●					Actividad Interna
Desajustar anillos de jebe pisadores superior de cuchilla	OPERACIÓN	0	30	●					Actividad Interna
Desajustar anillos de jebe pisadores inferior de cuchilla	OPERACIÓN	0	30	●					Actividad Interna
Tomar medida de referencia con calibrador para regular	INSPECCIÓN	0	35				●		Actividad Interna
Desajustar cuchilla de bolsillo #1	OPERACIÓN	0	30	●					Actividad Interna
Regulación de altura de cuchilla superior de bolsillo #1	OPERACIÓN	0	30	●					Actividad Interna
Operador se va a traer lana para regular	TRANSPORTE	0	30	●					Actividad Interna
Regulación de luz de cuchilla inferior de bolsillo #1	OPERACIÓN	0	30	●					Actividad Interna

PROPUESTA DE MEJORA EN LA LÍNEA TALL 1 DE FABRICACIÓN DE ENVASES METÁLICOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA DE LÁCTEOS

Se saca muestra	OPERACIÓN	0	20						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Medición de chapa	OPERACIÓN	0	15						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #1	OPERACIÓN	0	30						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	15						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #1	OPERACIÓN	0	30						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	20						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	15						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Regulación de altura de cuchilla superior de bolsillo #2	OPERACIÓN	0	30						Actividad Interna
Regulación de luz de cuchilla inferior de bolsillo #2	OPERACIÓN	0	30						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Medición de chapa	OPERACIÓN	0	15						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #2	OPERACIÓN	0	30						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	20						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Medición de chapa	OPERACIÓN	0	15						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Regulación de altura de cuchilla superior de bolsillo #3	OPERACIÓN	0	5						Actividad Interna
Regulación de luz de cuchilla inferior de bolsillo #3	OPERACIÓN	0	30						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Medición de chapa	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #3	OPERACIÓN	0	30						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	6						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	10						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Regulación de altura de cuchilla superior de bolsillo #4	OPERACIÓN	0	30						Actividad Interna
Regulación de luz de cuchilla inferior de bolsillo #4	OPERACIÓN	0	30						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	15						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Medición de chapa	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #4	OPERACIÓN	0	30						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna

PROPUESTA DE MEJORA EN LA LÍNEA TALL 1 DE FABRICACIÓN DE ENVASES METÁLICOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA DE LÁCTEOS

Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	10							Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	OPERACIÓN	1	5							Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #4	OPERACIÓN	0	30							Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	15							Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	OPERACIÓN	1	5							Actividad Interna
Medición de chapa	OPERACIÓN	0	10							Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	OPERACIÓN	1	5							Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #4	OPERACIÓN	0	30							Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10							Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5							Actividad Interna
Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	15							Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5							Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #4	OPERACIÓN	0	30							Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10							Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5							Actividad Interna
Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	10							Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5							Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #4	OPERACIÓN	0	30							Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10							Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5							Actividad Interna
Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	10							Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5							Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #4	OPERACIÓN	0	30							Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10							Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5							Actividad Interna
Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	10							Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5							Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #4	OPERACIÓN	0	30							Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	5							Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5							Actividad Interna
Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	10							Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5							Actividad Interna
Regulación de altura de cuchilla superior de bolsillo #5	OPERACIÓN	0	32							Actividad Interna
Regulación de luz de cuchilla inferior de bolsillo #5	OPERACIÓN	0	32							Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10							Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5							Actividad Interna
Medición de chapa	OPERACIÓN	0	10							Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5							Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #5	OPERACIÓN	0	30							Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10							Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5							Actividad Interna
Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	10							Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5							Actividad Interna
Regulación de altura de cuchilla superior de bolsillo #6	OPERACIÓN	0	30							Actividad Interna
Regulación de luz de cuchilla inferior de bolsillo #6	OPERACIÓN	0	30							Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10							Actividad Interna

PROPUESTA DE MEJORA EN LA LÍNEA TALL 1 DE FABRICACIÓN DE ENVASES METÁLICOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA DE LÁCTEOS

Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Medición de chapa	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #6	OPERACIÓN	0	30						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	10						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #6	OPERACIÓN	0	30						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	10						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Regulación de altura de cuchilla superior de bolsillo #7	OPERACIÓN	0	30						Actividad Interna
Regulación de luz de cuchilla inferior de bolsillo #7	OPERACIÓN	0	30						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Medición de chapa	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #7	OPERACIÓN	0	30						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	10						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Regulación de altura de cuchilla superior de bolsillo #8	OPERACIÓN	0	30						Actividad Interna
Regulación de luz de cuchilla inferior de bolsillo #8	OPERACIÓN	0	30						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Medición de chapa	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #8	OPERACIÓN	0	30						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	0	10						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	10						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Se corrige medida de bolsillo #8	OPERACIÓN	0	30						Actividad Interna
Se saca muestra	OPERACIÓN	1	5						Actividad Interna
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	0	5						Actividad Interna
Medición de chapa	INSPECCIÓN	0	10						Actividad Interna
Operador regresa a cortadora	TRANSPORTE	1	5						Actividad Interna
Pegar anillos de jebe de cuchillas	OPERACIÓN	0	120						Actividad Interna
Ajuste de jebe de anillos pisadores inferior	OPERACIÓN	0	150						Actividad Interna
Ajuste de jebe de anillos pisadores superior	OPERACIÓN	0	200						Actividad Interna
Regulación de guías de 2da. Mesa	OPERACIÓN	0	50						Actividad Interna
Recolección de herramientas	OPERACIÓN	0	20						Actividad Interna
Buscar íman de para limpieza	ESPERA	0	30						Actividad Interna

Limpieza de área de trabajo	OPERACIÓN	0	180						Actividad Interna
Colocar cartón para recolectar chapas de prueba	OPERACIÓN	0	15						Actividad Interna
Cerrar todas las guardas de seguridad	OPERACIÓN	0	30						Actividad Interna
Encendido de máquina para realizar pruebas	OPERACIÓN	0	30						Actividad Interna
Falla en prueba	INSPECCIÓN	0	10						Actividad Externa
Indentificación de chapas	INSPECCIÓN	0	10						Actividad Externa
Acomodar muestras	OPERACIÓN	0	20						Actividad Externa
Traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE	TRANSPORTE	0	20						Actividad Externa
Medir 8 muestras	OPERACIÓN	0	20						Actividad Externa
Operador regresa a cortadora	ESPERA	0	10						Actividad Externa
Colocación de guarda de cuchillas	OPERACIÓN	0	20						Actividad Externa
Colocar y regular botadores	OPERACIÓN	0	20						Actividad Externa
Colocar módulo TPM	OPERACIÓN	0	20						Actividad Interna
Centrar y ajustar pernos de módulo TPM	OPERACIÓN	0	90						Actividad Interna
Traer chapa para calibrar bolsillos de TPM	TRANSPORTE	0	15						Actividad Interna
Desajuste de pernos de almacén de chapas de TPM	OPERACIÓN	0	50						Actividad Interna
Regulación de bolsillo #1 de TPM	OPERACIÓN	0	50						Actividad Interna
Regulación de bolsillo #2 de TPM	OPERACIÓN	0	50						Actividad Interna
Regulación de bolsillo #3 de TPM	OPERACIÓN	0	50						Actividad Interna
Regulación de bolsillo #4 de tpm	OPERACIÓN	0	50						Actividad Interna
Regulación de bolsillo #5 de TPM	OPERACIÓN	0	50						Actividad Interna
Regulación de bolsillo #6 de TPM	OPERACIÓN	0	50						Actividad Interna
Regulación de bolsillo #7 de TPM	OPERACIÓN	0	50						Actividad Interna
Regulación de bolsillo #8 de TPM	OPERACIÓN	0	50						Actividad Interna
Buscar pernos	ESPERA	0	10						Actividad Externa
Regulación de flejes acomodadores de TPM	OPERACIÓN	0	20						Actividad Externa
Regulación de anillos de eje de TPM	OPERACIÓN	0	20						Actividad Externa
Ajuste de rodillitos de presión de TPM	OPERACIÓN	0	20						Actividad Externa
Cerrar guarda de almacén de chapas de TPM	OPERACIÓN	0	20						Actividad Externa
Realizar pruebas en producción	INSPECCIÓN	0	10						Actividad Externa
	Total (Cantidad)	50	3840	seg.					
	Total (minutos)		64.00						

Figura 45: Diagrama de análisis de procesos sobre la línea Tall 1 en cambio de formato - después

Fuente: Elaboración propia

Con el diagrama de análisis de procesos propuesto para la línea Tall 1 en el cambio de

formato para la fabricación de envases metálicos, se redujo todas las actividades que no agregan valor, es el caso de las actividades de transporte, inspección y espera, por otra parte, las actividades de operación que se puede modificar y optimizar se dividió en dos segmentos, en actividades internas y externas para reducir el tiempo de cambio de formato.

Tabla

13

Resumen de datos obtenidos del diagrama de análisis del proceso del cambio de formato en la línea

Tall 1 – propuesto

Resumen	Segundos	Minutos	Recorrido (m)	Act. Interna	Act. Externa
Operación	3250	54	4	51.5	2.67
Transporte	300	5	46	4.67	0.33
Inspección	230	4	0	3.33	0.50
Espera	60	1	0	0.5	0.5
Total	3840	64	50	60	4

Fuente: Elaboración propia

En este resumen, se observa que las operaciones se lograron reducir hasta en 54 minutos, y ese tiempo está dividido en actividades internas con 51.5 minutos y actividades externas con 2.67 minutos, con un recorrido de 4 metros, en el transporte se demora 5 minutos, en el cual 4.67 minutos se pasa en actividades internas y 0.33 minutos en actividades externas, las inspecciones innecesarias se eliminó y solo quedó las primordiales, por lo que ahora su duración es de 4 minutos, 3.33 minutos en actividades internas y 0.5 en actividades externas; por último, la espera paso a 1 minuto; la mitad, en actividades internas y la otra, en actividades externas.

Registros de actividades internas en el mes de junio

El registro de cambio de formato en actividades internas inicio el 2 de junio de 2020 y finalizó el 30 de junio de 2020.

Tabla 14

Registro de actividades internas en el cambio de formato de la línea Tall 1 - Propuesto

FICHA DE REGISTRO DE ACTIVIDADES INTERNAS

Ficha N°: FOI-00530

Fecha de Inicio: 02/06/2020

Registrado por: Roger León

Fecha de Fin: 30/06/2020

Área: Fabricación de envases metálicos Tall 1

Fecha	Total de actividad (min)	Actividades internas (min)	Indicador de actividades internas	$\frac{\text{Actividades internas (minutos)}}{\text{Total de actividad (minutos)}} \times 100$	Observación
02/06/2020	64	60	94%		-
05/06/2020	63	61	97%		-
07/06/2020	65	59	91%		-
08/06/2020	63	58	92%		-
09/06/2020	66	62	94%		-
10/06/2020	65	59	91%		-
11/06/2020	64	60	94%		-
12/06/2020	66	61	92%		-
Total	516	480	93%		-
Promedio	65	60	93%		-
Max.	66	62	97%		-
Min.	63	58	91%		-

Fuente: Elaboración propia

Al eliminar todas las actividades que no agregan valor al cambio de formato y optimizar las actividades, se obtiene un promedio en el cambio de formato en 65 minutos y en la actividad interna un promedio de 60 minutos, es decir, un 93% en promedio son actividades internas, que es necesario tener la máquina parada para realizar todos los cambios necesarios para pasar de Tall a 12 onzas y viceversa, el tiempo máximo que demora en la actividad interna es de 62 minutos y la mínima de 58 minutos.

Registros de actividades externas en el mes de junio

El registro de cambio de formato en actividades internas inicio el 2 de junio de 2020 y finalizó el 30 de junio de 2020.

Tabla 15

Registro de actividades externas en el cambio de formato de la línea Tall 1 - Propuesto

FICHA DE REGISTRO DE ACTIVIDADES EXTERNAS					
Ficha N°: FOE-00530			Fecha de Inicio: 02/06/2020		
Registrado por: Roger León			Fecha de Fin: 30/06/2020		
Área: Fabricación de envases metálicos Tall 1					
Fecha	Total de actividad (min)	Actividades externas (min)	Indicador de actividades externas	$\frac{\text{Actividades externas (minutos)}}{\text{Total de actividad (minutos)}} \times 100$	Observación
02/01/2020	64	4	6%		-
05/01/2020	63	6	10%		-
07/01/2020	65	7	11%		-
08/01/2020	63	8	13%		-
09/01/2020	66	6	9%		-
10/01/2020	65	6	9%		-
11/01/2020	64	5	8%		-
12/01/2020	66	7	11%		-
Total	516	49	9%		-
Promedio	65	6	9%		-
Max.	66	8	13%		-
Min.	63	4	6%		-

Fuente: Elaboración propia

Al eliminar todas las actividades que no agregan valor al cambio de formato y optimizar las actividades, se obtiene un promedio en el cambio de formato en 65 minutos y en la actividad externa un promedio de 6 minutos, es decir, un 9% en promedio son actividades externas, que es necesario tener la máquina en funcionamiento para realizar todos los cambios necesarios para pasar de Tall a 12 onzas y viceversa, el tiempo máximo que demora en la actividad externa es de 8 minutos y la mínima de 4 minutos.

Comparación de la situación Antes y la Propuesta.

Se busca medir el impacto de la propuesta de la metodología SMED, por los problemas planteados, por lo que es necesario comparar el antes y la situación propuesta para medir en que apartados se ha mejorado y si logra el cometido de la investigación.

Recorrido en metros

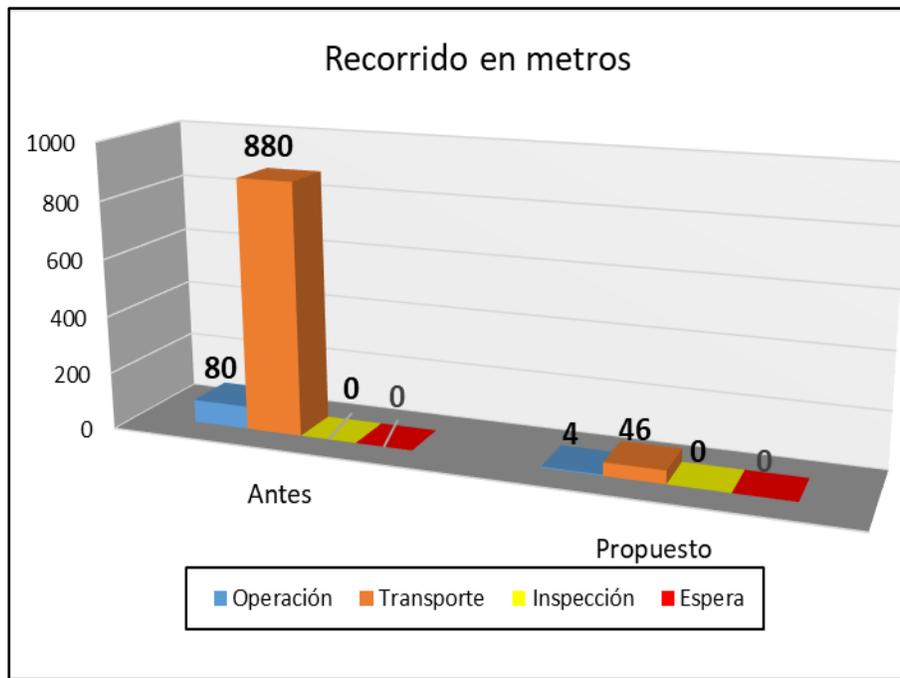


Figura 46: Comparación de distancia en el cambio de formato

Fuente: Elaboración propia

En esta figura, se observa que antes de la implementación de la propuesta se hacía un recorrido de 960 metros y en la situación propuesta de 50 metros y que la mayor distancia era de transporte con 880 metros antes de la aplicación; en la propuesta de mejora, se realiza teniendo en cuenta que los instrumentos de medición para el cambio de formato estén cerca al operador, evitando así la mayor cantidad de distancia, por lo que se logra reducir a 46 metros. En operaciones hay actividades que requieren ir a hacer ajustes y verificar los parámetros, por lo que es necesario que el equipo esté a su costado, por lo tanto, se redujo de 80 a 46 metros la distancia que recorría

Actividades Internas

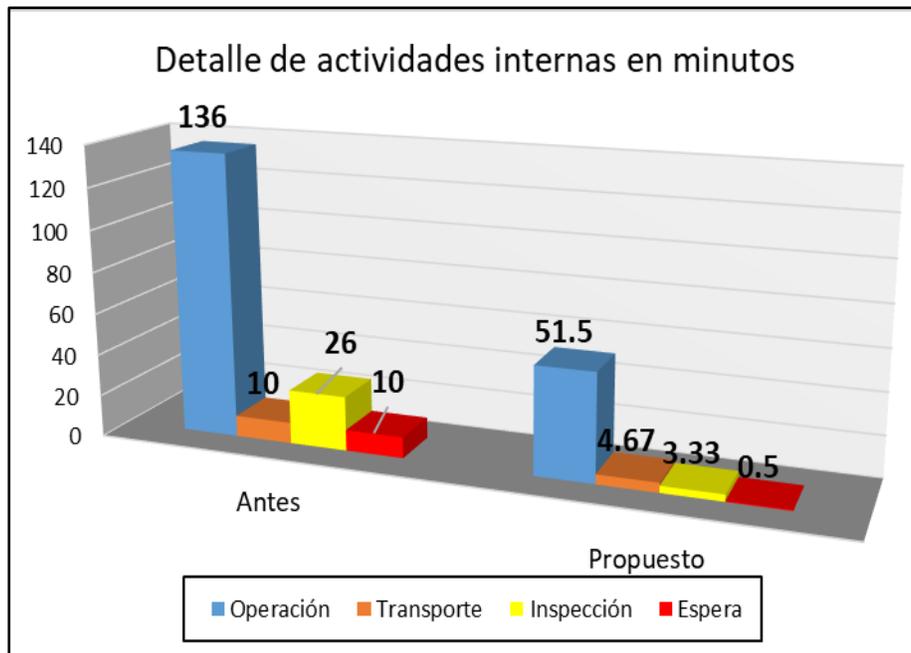


Figura 47: Detalle de actividades internas antes y propuesto

Fuente: Elaboración propia

Se observa que la actividad demoraba 182 minutos y con la situación propuesta pasa a 60 minutos, en razón de que las actividades que requerían implicaba que la máquina esté parada, por lo cual se modificaron, se eliminó y se optimizó, con la finalidad de reducir el tiempo de cambio de formato y por la metodología propuesta se logró reducir en 122 minutos, en el antes las operaciones demoraban 136 minutos por lo que es importante tener organizados las herramientas y equipos cerca de la operación, porque se evita demoras en la actividad, porque los operadores de cambio de formato están más cómodos con la zona de trabajo y paso a 51.5 minutos las operaciones, en el transporte al evitar que el operador salga de su zona de trabajo se redujo de 10 a 4.67 minutos, se eliminó las inspecciones innecesarias y se quedaron las principales pasando de 26 a 3.33 minutos y por último, la espera pasó de 10 a 0.5 minutos, todas estas actividades se

realizan cuando la máquina está parada.

Actividades Externas

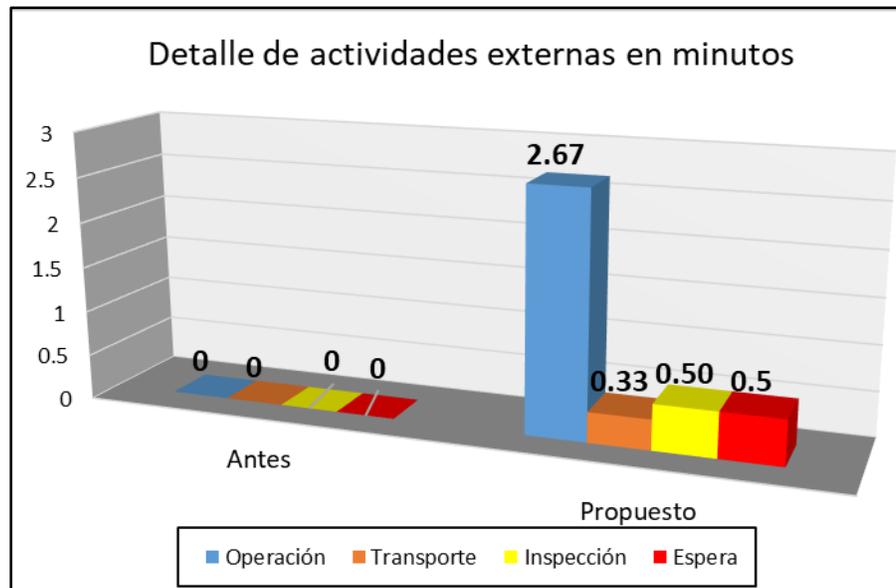


Figura 48: Detalle de actividades internas antes y propuesto

Fuente: Elaboración propia

En esta figura, se observa que en el antes no hay ninguna actividad externa, es decir, no hay ninguna actividad mientras la máquina esté en funcionamiento, pero en la situación propuesta la actividad de operación se pasó de 0 a 2.67 minutos, se realizaron actividades como acomodar muestras, medir 8 muestras, colocación de guardar cuchillas, colocar y regular botadores, regulación de flejes y acomodadores de TPM, regulación, ajuste de TPM y guardar las chapas de TPM al almacén, en el transporte se pasó de 0 a 0.33 minutos el traslado de muestra al instrumento de medición CMC KUHNKE y en inspección se pasó de 0 a 0.5 minutos la falla en prueba, identificación de chapas y realizar pruebas en producción; por último, la espera pasó de 0 a 0.5 minutos, en hacer la preparación, operador regresa a cortadora y buscar los pernos. Todas las actividades internas son las que se realiza cuando la máquina está en funcionamiento.

Determinar eficiencia, eficacia y productividad en la línea Tall 1 en cambio de formato

En esta tesis de investigación, se tiene como objetivo determinar la eficiencia, eficacia y productividad en la línea de fabricación de envases metálicos Tall 1, por lo que se realizó registros por cada apartado, y con los datos obtenidos en el mes de junio en los 8 cambios de formatos realizados de Tall a 12 onzas, por lo que se obtuvo los siguientes registros.

Tabla 16

Registro de eficiencia en el cambio de formato de la línea Tall 1 - antes

FICHA DE REGISTRO DE EFICIENCIA					
Ficha N°: FREFC-00530			Fecha de Inicio: 02/06/2020		
Registrado por: Roger León			Fecha de Fin: 30/06/2020		
Área: Fabricación de envases metálicos Tall 1					
Fecha	Cap. Real de Maq. en minutos	Cambio de formato en minutos	Jornada laboral en minutos	Indicador	
				$\frac{\text{Cap. Real de Maq.} - \text{Camb. Format.}}{\text{Jornada laboral en minutos}}$	
				Eficiencia	Observaciones
02/01/2020	480	64	480	86.67%	-
05/01/2020	480	63	480	86.88%	-
07/01/2020	480	65	480	86.46%	-
08/01/2020	480	63	480	86.88%	-
09/01/2020	480	66	480	86.25%	-
10/01/2020	480	65	480	86.46%	-
11/01/2020	480	64	480	86.67%	-
12/01/2020	480	66	480	86.25%	-
Total	3840	516	3840	86.56%	-
Promedio	480	65	480	86.56%	-
Max.	480	66	480	86.88%	-
Min.	480	63	480	86.25%	-

Fuente: Elaboración propia

El indicador usado es para medir la eficiencia en el cambio de formato que tiene un resultado de 86.56% en promedio, en razón que la máquina su capacidad real de producción son las 480

horas igual que la jornada laboral, por lo que se resta el cambio de formato, llegando a ese resultado, al mes la máquina debería funcionar 3 840 minutos, cuando se realiza el cambio de formato se pierde 516 minutos, por lo que la máquina solo funciona 3 324 minutos en los ocho cambios de formatos en el mes de junio, el tiempo máximo que demoró en el cambio de formato es de 66 minutos y en el mínimo de 63 minutos, por lo que en promedio se demora 65 minutos el cambio de formato.

Tabla 17

Registro de eficacia en el cambio de formato de la línea Tall 1 - Propuesto

FICHA DE REGISTRO DE EFICACIA					
Ficha N°: FREFCA-00530			Fecha de Inicio: 02/06/2020		
Registrado por: Roger León			Fecha de Fin: 30/06/2020		
Área: Fabricación de envases metálicos Tall 1					
Fecha	Envases metálicos producidos	Envases metálicos planificados	Indicador de Eficacia	$\frac{\text{envases metálicos producidos}}{\text{envases metálicos planificados}} \times 100$	Observación
02/01/2020	287994	336000	85.71%		-
05/01/2020	288452	336000	85.85%		-
07/01/2020	289410	336000	86.13%		-
08/01/2020	288456	336000	85.85%		-
09/01/2020	287999	336000	85.71%		-
10/01/2020	288412	336000	85.84%		-
11/01/2020	289610	336000	86.19%		-
12/01/2020	288940	336000	85.99%		-
Total	2309273	2688000	85.91%		-
Promedio	288659	336000	85.91%		-
Max.	289610	336000	86.19%		-
Min.	287994	336000	85.71%		-

Fuente: Elaboración propia

El indicador usado es para medir la eficacia en el cambio de formato es con los envases

metálicos producidos y los envases metálicos planificados, en los 8 cambios de formato realizados se produjo un total de 2 309 273 unidades y la capacidad de la máquina es de 2 688 000 unidades, es decir, el tiempo que se pierde en el cambio de formato se está dejando de producir aproximadamente 378 727 unidades, por lo que la eficacia del mes de junio es de 85.91% en promedio, máximo de 86.19% y mínimo de 85.71% en el cambio de formato.

Tabla 18

Registro de productividad en el cambio de formato de la línea Tall 1 - Propuesto

FICHA DE REGISTRO DE PRODUCTIVIDAD				
Ficha N°: FRPRD-00520			Fecha de Inicio: 02/06/2020	
Registrado por: Roger León			Fecha de Fin: 30/06/2020	
Área: Fabricación de envases - TALL N° 01				
Fecha	Eficiencia	Eficacia	Productividad	Indicador: Eficiencia x Eficacia
				Observación
02/01/2020	86.67%	85.71%	74.28%	-
05/01/2020	86.88%	85.85%	74.58%	-
07/01/2020	86.46%	86.13%	74.47%	-
08/01/2020	86.88%	85.85%	74.58%	-
09/01/2020	86.25%	85.71%	73.93%	-
10/01/2020	86.46%	85.84%	74.21%	-
11/01/2020	86.67%	86.19%	74.70%	-
12/01/2020	86.25%	85.99%	74.17%	-
Promedio	86.56%	85.91%	74.37%	-
Max.	86.88%	86.19%	74.70%	-
Min.	86.25%	85.71%	73.93%	-

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, la productividad en el cambio de formato de la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos en el mes de junio en promedio es de 74.37%, la razón es la duración del cambio de formato, al reducir el tiempo de cambio de formato la máquina de la línea Tall 1, se aumenta la

eficiencia y eficacia, como consecuencia aumentaría la productividad, porque la eficiencia es utilizar adecuadamente el tiempo, y como se invierte el tiempo en cambio de formato y no en producir, es un tiempo que no genera valor, al lograr minimizar aumentó la producción de envases metálicos, es decir, aumentó los resultados deseados, esto es, se incrementó la producción con la propuesta de mejora de la metodología SMED, con la finalidad de cumplir con la demanda del mercado.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Análisis económico de la propuesta de mejora

El análisis económico de la propuesta se inicia con los costos que se usaron para implementar la propuesta de la mejora en la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos.

Tabla 19

Costo de implementación de la propuesta en la línea Tall 1

Descripción	Cant.	Precio	Total
Instrumento de medición de chapas metálicas	1	5000	5000
Juegos de llaves Allen hexagonales tipo "T" 2.5,3,4,5,6,8,10	1	110	110
Juegos de llaves Allen milimétricas	1	60	60
Lámpara magnética	1	120	120
Llave de 2 pines de ajuste de cuchillas y gomas	1	75	75
Juego de láminas calibradas	1	80	80
Martillo de goma	1	70	70
Juego de llaves mixtas milimétricas de 26 piezas	1	200	200
Capacitación de SMED	1	1000	1000
Supervisor de línea TALL 1	1	2000	2000
Técnico de línea Tall 1	1	1500	1500
Operador de máquina Línea Tall 1	2	1000	2000
Total			12215

Fuente: Elaboración propia

Al implementar la propuesta, se tuvo un costo total de S/ 12 215 soles, por lo que este dato es importante para realizar el análisis económico de la investigación.

La empresa de lácteos tiene una participación de mercado de 78% en lácteos y fabrica al mes 180 millones de envases metálicos para lácteos, según los datos de ventas se pronostica que para el 2021 se obtendrá una participación en el mercado de 83% en lácteos y se requiere fabricar aproximadamente 191 millones de envases metálicos por mes, por lo que la empresa de lácteos tiene la necesidad de aumentar la productividad en sus procesos de fabricación de envases metálicos y poder satisfacer la demanda.

El costo unitario de producto terminado, según los datos del área de fabricación de envases

metálicos es de S/. 0.148 soles y el precio de venta unitario de cada envase metálico es de S/. 0.75 soles.

En el cálculo de costos de la fabricación de envases metálicos, solo se tomará los días que se realizaron el cambio de formato en la línea Tall 1, que por mes son 8 cambios, en enero se fabricó 1 644 500 unidades de envases metálicos con un tiempo promedio de cambio de formato de 182 minutos, luego de aplicar la propuesta y reducir a 65 minutos el tiempo de cambio de formato se produce 2 309 273 unidades, el aumento de fabricación de envases metálicos está justificado porque la demanda de la empresa de lácteos pasará de 78% a 83%, es decir, de 180 millones de envases metálicos a 191 millones de envases metálicos para el año 2021.

Tabla 20

Costos de fabricación de envases metálicos en la línea Tall 1

Mes	Enero	Junio
Producción de envases metálicos	1644500	2309273
Costo unitario de producto terminado	0.148	0.148
Costo total de producción	243386	341772
Precio de venta de producto terminado	0.75	0.75
Precio total de venta de producto terminado	1233375	1731955
Precio total de venta - Costo total de producción	989989	1390182

Fuente: Elaboración propia

El costo unitario está compuesto por los costos directos (costos fijos y variables) y costos indirectos (depreciación, mano de obra indirecta y otros), según el área de fabricación de envases metálicos es de S/. 0.148 soles el costo y el precio unitarios de venta es de S/. 0.75 soles, el mes de enero se fabricación 1 644 500 unidades de envases metálicos y en el mes de junio se fabricó 2 309 273 unidades, es decir, se fabricó 664 773 unidades más con la aplicación de la propuesta, por lo que en el mes de enero se tuvo un costo de S/. 243 386 soles y en el mes de junio se obtiene un costo de S/. 341 772 soles, con un precio de venta en enero de S/. 1 233 375 soles y en junio de S/. 1 731 955 soles, por lo que en el mes de enero se tenía un beneficio de S/. 989 989 soles y en el

mes de junio de S/. 1390 182 soles, que da un beneficio de S/. 98 386 soles, por lo que se tendrá un flujo de constante de entrada de S/. 400 193 soles por reducir el cambio de formato y fabricar más unidades de envases metálicos.

Calculo de beneficio costo en la línea de fabricación de envases metálicos Tall 1

Con la información obtenida, se puede realizar el cálculo de beneficio costo como se muestra en la tabla.

Tabla 21

Calculo de beneficio costo en la línea de fabricación de envases metálicos Tall 1

Cálculo de beneficio costo	
Beneficio(Diferencia de enero y junio)	400193
Costo de la propuesta	12215
Beneficio/costo	33

Fuente: Elaboración propia

El beneficio por aplicar la propuesta es de S/. 400 193 soles y el costo por aplicar la propuesta es de S/. 12 215 soles, por lo tanto, el cálculo de beneficio costo es 33, es decir, que por cada 1 sol invertido se recupera S/. 32 soles. Como la propuesta de mejora, se mantiene en el tiempo quiere decir que el flujo de caja se maneja de la siguiente manera.

Tabla 22

Flujo de caja de la línea de producción Tall 1 de envases metálicos

Meses	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	...	Mayo
Costo	1	2	3	4	...	12
	-12215	400193	400193	400193	400193	400193

Fuente: Elaboración propia

Por lo que se concluye que es beneficioso la propuesta aplicada en la línea Tall 1, debido a que al aumentar la disponibilidad de la máquina se fabrica mayor cantidad de productos en el tiempo que antes se usaba para hacer cambio de formato, se redujo de 182 minutos a 65 minutos.

Lo que se busca en esta investigación es saber cuál es el impacto de la propuesta de mejora

en la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos en la productividad, eficiencia y eficacia de la empresa láctea.

Indicador de eficiencia en la línea de fabricación de envases metálicos Tall 1

Se comparó los registros de eficiencia de la línea de fabricación de envases metálicos Tall 1 del mes de enero y junio, es decir, antes y después de la propuesta de mejora, este registro está comprendido por los 8 cambios de formato que se realizan al mes de Tall a 12 onzas. Este registro busca medir la eficiencia en el cambio de formato.

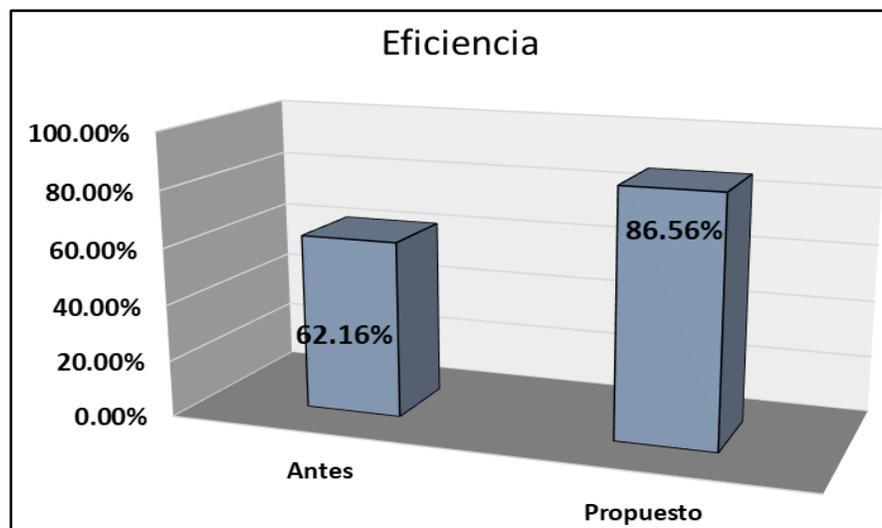


Figura 49: Comparación de eficiencia en la línea de fabricación de envases Tall 1

Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se obtienen antes de la propuesta de mejora son de 62.16% en la eficiencia de la línea de fabricación de envases metálicos Tall 1 y luego de implementar la propuesta es de 86.56%, en razón, que al disminuir el tiempo de cambio de formato es más eficiente la línea, ya que tiene la capacidad de usar mejor el recurso de tiempo y la máquina pueda producir. Se redujo el tiempo de cambio de formato de 182 a 65 minutos en promedio, por lo que la aplicación de la propuesta ayudó a ser más eficiente la línea de fabricación de envase metálicos, porque los operadores evitan innecesariamente el transporte, espera, inspección y las operaciones con mal

procedimiento que ocupaban un tiempo, que no era beneficioso para la empresa. Con el diagrama de análisis de procesos, se verificó que ayudando a identificar las actividades internas y externas, luego verificando que las actividades internas pertenezcan ahí, o en su defecto a las actividades externas, es decir, que se pueda lograr con la máquina en funcionamiento, por lo que la etapa de convertir internas a externas, es una etapa que reduce el tiempo de cambio de formato y en la última etapa de optimizar todas las actividades, se busca modificar y optimizar de la mejor manera, para que el cambio de formato se reduzca aún más, por lo que fue posible reducir 117 minutos el cambio de formato.

Indicador de eficacia en la línea de fabricación de envases metálicos Tall 1

Se comparó los registros de eficacia de la línea de fabricación de envases metálicos Tall 1 del mes de enero y junio, es decir, antes y después de la propuesta de mejora. Este registro está comprendido por los 8 cambios de formato que se realizan al mes de Tall a 12 onzas. Este registro busca medir la eficacia en el cambio de formato.

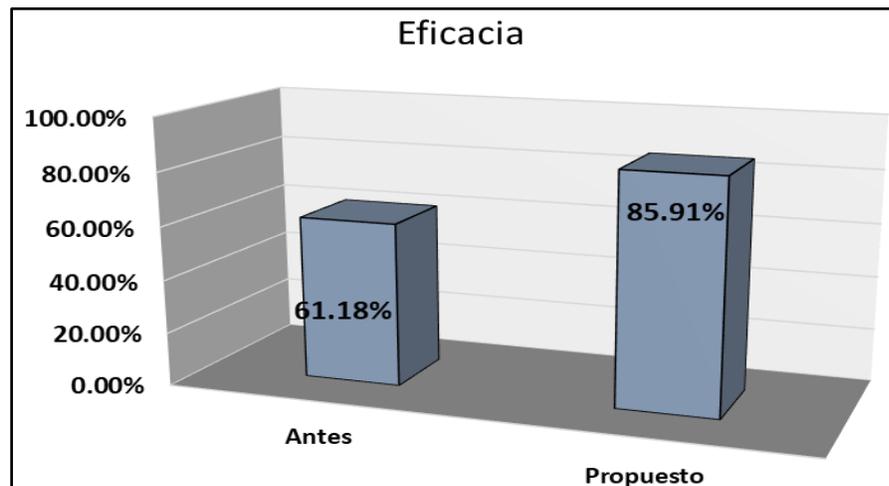


Figura 50: Comparación de eficacia en la línea de fabricación de envases Tall 1

Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se obtienen antes de la propuesta de mejora es de 61.18% en la eficacia de la línea de fabricación de envases metálicos Tall 1 y luego de implementar la propuesta es de

85.91%, en razón de que al disminuir el tiempo de cambio de formato es más eficaz la línea, ya que tiene la capacidad de usar tiempo para que la máquina pueda producir, es decir, al reducir el tiempo de cambio de formato de 182 a 65 minutos en promedio, por lo que en el mes de enero se produjo 1 644 500 unidades, que en promedio por día sería 205 563 unidades, luego de la aplicación de la propuesta en el mes de junio se produjo 2 309 273 unidades, que en promedio por día sería 288 659 unidades. En conclusión, se produce más por día en promedio, exactamente 83 096 unidades y al mes sería 664 773 unidades más, por lo que la aplicación de la propuesta es beneficioso y rentable para la empresa de lácteos.

Indicador de Productividad en la línea de fabricación de envases metálicos Tall 1

Se comparó los registros de productividad de la línea de fabricación de envases metálicos Tall 1 del mes de enero y junio, es decir, antes y después de la propuesta de mejora. Este registro está comprendido por los 8 cambios de formato que se realizan al mes de Tall a 12 onzas, este registro busca medir la productividad en el cambio de formato.

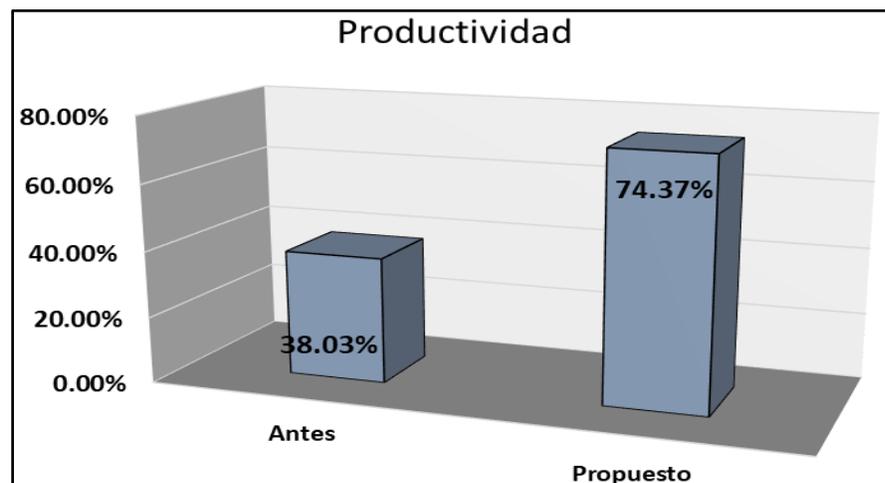


Figura 51: Comparación de eficacia en la línea de fabricación de envases Tall 1

Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se obtienen antes de la propuesta de mejora es de 38.03% en la productividad de la línea de fabricación de envases metálicos Tall 1 y luego de implementar la

propuesta es de 74.37%, en razón de que al disminuir el tiempo de cambio de formato es más productiva la línea, ya que, tiene la capacidad de usar tiempo para que la máquina pueda producir, es decir, la eficiencia paso de 62.16% a 86.56% al reducir el tiempo de cambio de formato de 182 a 65 minutos en promedio, en razón, que la línea de fabricación de envases metálicos Tall 1 su eficacia paso de 61.18% a 85.91%, por lo que en el mes de enero se produjo 1 644 500 unidades, que en promedio por día sería 205 563 unidades, luego de la aplicación de la propuesta en el mes de junio se produjo 2 309 273 unidades, que en promedio por día sería 288 659 unidades, en conclusión, se produce más por día en promedio, exactamente 83 096 unidades y al mes sería 664 773 unidades más.

Impacto de la propuesta de mejora para el incremento de la productividad

Durante el desarrollo de la investigación, se fueron precisando los principales problemas y sus factores o causantes, a fin de que se puedan superar o mejorar para beneficio de la empresa de lácteos. Es así como se debe indicar que el problema documentado en el estudio fue la productividad en el área de fabricación de envases metálicos de una empresa de lácteos, por cuanto sus indicadores de medición que son la eficacia y la eficiencia revelan resultados discordantes con la producción requerida, así también se ha encontrado que existen un conjunto de actividades que no generan valor, retrasan el tiempo de fabricación y, de ese modo, no se logra cumplir con la demanda, además porque las paradas programadas suman en total 1681 minutos al mes, y en mayor porcentaje esta la preparación de línea con 29% y cambio de formato con 25%, por lo que se tiene deficiencias. Por ello, se replanteó los procesos a partir una propuesta basada en SMED para optimizar todos los procesos de fabricación de envases metálicos y poder fabricar más unidades para satisfacer la demanda, puesto que como se señaló anteriormente las causas principales de la baja productividad son las actividades que no aportan valor, la alta rotación de personal, no hay una adecuada gestión del conocimiento del personal experimentado al personal nuevo o aprendiz;

el tiempo de preparación de la línea y cambio de formato en donde los porcentajes son altos y que de nuevo reflejan la falta de eficacia y eficiencia. Después de la aplicación de la metodología SMED, se ha podido apreciar que la propuesta de mejora en la línea Tall 1 que corresponde a la fabricación de envases metálicos para incrementar la productividad han impactado positivamente, ya que ha incrementado la productividad en la empresa de lácteos. En cuanto a la eficiencia, antes de la aplicación de la propuesta, se tenía el indicador de 62.16%, luego de la aplicación del SMED se obtuvo 86.56%. En cuanto a la eficacia, antes de la aplicación de la propuesta, se tenía el indicador de 61.18%, luego de la aplicación del SMED se obtuvo 85.91%. En cuanto a la productividad, antes de la aplicación de la propuesta de mejora se tenía 38.03%, luego de la aplicación del SMED, se obtuvo 74.37%. En conclusión, por los resultados mostrados en datos porcentuales, se refleja que el impacto de la propuesta de mejora ha sido positivo en la productividad del área planteada para el estudio, reflejadas en sus dimensiones de eficiencia y eficacia.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En relación con la hipótesis general “La propuesta de mejora en la línea Tall 1 de fabricación de envases incrementa la productividad en una empresa de lácteos”, la limitación que presentó la propuesta de mejora para aumentar la productividad, es que se tiene que comprar máquinas completas que ya tengan la configuración TALL y 12 onzas, para que se realice el montaje en la línea de fabricación de envases metálicos en cuestión de minutos que es lo que aspira la empresa de lácteos para realizar el cambio de formato. La productividad mejoró en base a que se aplicó la metodología SMED, en donde al aplicar las 5 etapas reduce exitosamente el cambio de formato, como se observa que la figura 54, se compara la productividad promedio antes y después de la propuesta; por lo tanto, antes de la propuesta se tenía que la productividad era de 38.03% y en la situación propuesta es de 74.37%, lo que implica que se redujo el cambio de formato de 182 a 65 minutos, por lo que la línea de producción gana disponibilidad de fabricación, pasando de 1 644 500 a 2 309 273 unidades en promedio por mes en los 8 días de cambio de formato que se realiza, lo que concuerda con Marrujo (2017), quien menciona que la metodología propuesta de SMED impactó en la productividad pasando de 77% a 86%, en razón que su eficiencia aumento de 87% a 93% y su eficacia aumentó de 88% a 93%, lo que también afirma Gregorio, Muñoz, Salcedo y Sossa (2011) en su revista, menciona que la mejora continua de procesos y el trabajo en equipo ayuda que la aplicación SMED disminuya el tiempo de cambio de referencias, por lo que hace posible el aumento de la productividad al disminuir el tiempo de proceso de cambio de formato.

En relación con la hipótesis específica “La propuesta de mejora en la línea Tall 1 de fabricación de envases incrementa la eficiencia en una empresa de lácteos”, la limitación que

presentó la propuesta de mejora para aumentar eficiencia es que se quería colocar 3 personas en el cambio de formato, pero se estorbaban al realizar la operación, se tenía que volver a hacer una reingeniería de métodos para que las 3 personas tengan una mejor coordinación. La eficiencia mejoró al identificar todas las actividades que no agregan valor, que podrían ser actividades internas o externas y dentro de ellas podía haber actividades como espera, transporte e inspección, que son actividades que alargan el proceso, por lo que al eliminar, modificar y optimizarlas se redujo de 182 a 65 minutos el cambio de formato. Los resultados se muestran en la figura 52, se compara la eficiencia promedio antes y después de la propuesta, por lo tanto, antes de la propuesta se tenía que la eficiencia era de 62.16% y en la situación propuesta es de 86.56%, lo que implica que al reducir el tiempo de cambio de formato, la línea de producción tenga mayor tiempo de producción, es decir, flexibilidad de producción, lo que concuerda con Yumi & Mejía (2010), en donde mejora su eficiencia a través de capacitar a los trabajadores con la metodología propuesta, para que puedan realizarlo de una manera correcta, con ayuda de diagrama de procesos, flujo de procesos y diagrama de distribución, con el objetivo de ver en todos los aspectos los procesos que generan larga duración de cambio de formato, por lo que aplicando de la manera adecuada lograron reducir en sus dos líneas de producción, el cambio de formato de 30.83 a 7.75 minutos en la primera línea y en la segunda línea, se redujo 48.53 a 8.85 minutos, además en la primera línea se redujo 66.45 a 6 metros y en la segunda línea se redujo 171.4 a 4.1 metros, lo que es afirmado por Lozano (2019), en donde menciona que el SMED debe realizarse con operadores capacitados, pero aun así no es suficiente, porque se debe documentar todo lo que se realiza en el cambio de formato para que se mantengan los ajustes y lo que está comprendido en actividades internas y externas.

En relación con la hipótesis específica “La propuesta de mejora en la línea Tall 1 de fabricación de envases incrementa la eficacia en una empresa de lácteos”, la limitación que presentó la propuesta de mejora para aumentar eficacia, es que se quería aumentar la velocidad de

producción, se tendría que modificar toda la línea de producción, es decir, se tendría que hacer una reingeniería y ver que las máquinas tienen la capacidad suficiente de fabricar más de 700 unidades por minuto, no se realizó el análisis por falta de tiempo, pero la empresa de lácteos en un futuro espera subir la velocidad de producción. La eficacia mejoró, en razón a la disminución del tiempo de cambio de formato, porque pasó de 182 minutos a 65 minutos en promedio, por lo tanto, la línea de producción tiene 117 minutos más de fabricación, lo que da como producción adicional de 83 096 unidades en promedio. Los resultados se observan que en la figura 53, se compara la eficacia promedio antes y después de la propuesta; por lo tanto, antes de la propuesta se tenía que la eficacia era de 61.18% y en la situación propuesta es de 85.91%, lo que implica que ahora se produce más por la propuesta de mejora, lo que concuerda con Hidalgo & Vera (2018), menciona que la aplicación de la metodología ayuda a reducir el cambio de formato pasando de 5 horas y 19 minutos a 1 hora con 26 minutos, aumentando la eficacia, al colocar dos personas en la actividad, logrando mayor optimización de tiempo y movimientos, lo que logra que se tenga un beneficio de 3 horas y 53 minutos para producir más, lo que da a la línea de fabricación más flexibilidad, al producir más y en lotes pequeños, además, que aumentó la calidad porque se evita desperdicios y reprocesos que afectan a la empresa, lo que es afirmado por Pacheco (2019), menciona que si el tiempo de cambio de formato es reducido, los costos de inventario se reducen al igual que el tamaño de lote, por lo que es rentable desde el punto de fabricación y menor costo en el inventario.

Por otro lado, frente a la problemática de disponibilidad de maquinaria, una de las soluciones podría haber sido la compra de maquinaria para el área de fabricación de envases metálicos; sin embargo, fue una limitación porque no se tenía el presupuesto para la compra de esta, por ello al plantear la propuesta, se buscó aprovechar los recursos disponibles y se introdujo una metodología como lo es el SMED, que permita incrementar la productividad en cuanto a la eficiencia y eficacia. Es una de las principales limitaciones que obligó a realizar un ajuste en la propuesta de mejora,

además debe indicarse que se evidenciaron otras limitaciones, las cuales ya se encuentran abordadas en el apartado limitaciones, sin embargo conviene mencionar, ya que el investigador al hacer el planteamiento de la propuesta pretende realizar mejoras que implicarían una reingeniería de métodos así como una mejora sustancial en el área de producción, pero en muchos casos el presupuesto o el factor económico de la empresa, no permite realizar dichos cambios promovidos, por lo que siendo eficientes y eficaces se aprovecha la disponibilidad de los recursos que se tiene y se desarrolla el estudio en función a una mejora basada en una metodología como lo es el SMED.

4.2 Conclusiones

- Se diagnosticó la situación de la empresa de lácteos en el área de fabricación de envases metálicos en la línea Tall 1 con la finalidad de conocer las causas principales y estas fueron las causas raíz que intervienen de manera directa con la productividad de la línea de fabricación: las actividades que no generan valor, el tiempo de preparación de la línea, el tiempo de cambio de línea, la falta de preparación del personal por la alta rotación, la falta de gestión del conocimiento del personal experimentado al personal nuevo o aprendiz y la falta de disponibilidad de la maquinaria del área mencionada. Dichos factores o causantes han incidido en la generación de problemas a nivel de eficiencia y eficacia, dimensiones constituyentes de la productividad.
- La eficiencia antes era de 62.16% y la propuesta es de 86.56%, la eficacia antes era de 61.18% y la propuesta es de 85.91% y, por último, la productividad antes era de 38.03% y la propuesta es de 74.37% en la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos.
- Se desarrolló la propuesta de mejora por las causas raíz de la investigación para incrementar la productividad en línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos en una empresa de lácteos, se redujo el tiempo de cambio de formato de 182 a 86 minutos en promedio y se logra fabricar por día 205 563 a 288 659 unidades por día.
- Se realizó una evaluación económica de la propuesta de mejora de la línea Tall 1 de fabricación de envases metálicos y se obtuvo los siguientes resultados en los cálculos, antes de la propuesta se fabricaba 1 644 500 unidades de envases metálicos y después de la mejora se fabrica 2 309 273 unidades de envases metálicos, por lo que el beneficio económico al producir más es de S/. 400 193 soles con un B/C de 33.

- Por último, se debe indicar que el estudio se constituye en un aporte sustancial al campo de la ingeniería industrial, ya que teóricamente se ha podido observar a lo largo del desarrollo del marco teórico que la metodología SMED sí tiene resultados comprobados como lo señalan los autores mencionados, así como los estudios previos o antecedentes que se han documentado. Por otro lado, desde el lado práctico, el estudio emprendido sobre la aplicación de la metodología SMED en la mejora de la productividad se constituye en un referente previo o antecedente para que otros investigadores puedan citarlo. Por su parte, desde el lado metodológico, se debe tener en cuenta los instrumentos utilizados, ya que servirán de modelo y aplicación en estudios que impliquen la medición de tiempos y procesos para optimizarlos a través de la metodología SMED.

REFERENCIAS

Statista Research Department (2020). Evolución del volumen de leche de vaca producida en el mundo desde 2013 hasta 2018. Recuperado de:

<https://es.statista.com/estadisticas/557179/volumen-de-leche-de-vaca-producida-en-el-mundo/>

Statista Research Department (2020). Ranking de las regiones que más leche líquida consumen en el mundo en 2019. Recuperado de:

<https://es.statista.com/estadisticas/499197/consumo-per-capita-de-los-principales-paises-consumidores-de-leche-del-mundo/>

Los Andes (2020). Cuáles son las 10 compañías productoras de leche más grandes del mundo. Recuperado de: <https://www.losandes.com.ar/cuales-son-las-10-companias-productoras-de-leche-mas-grandes-del-mundo/>

Federación Panamericana de Lechería (2018). LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. Recuperado de: <https://fepale.org/newsletter-observatorio-no-1-la-produccion-de-leche-en-america-latina-y-el-caribe-como-estamos-en-relacion-con-el-resto-del-mundo/>

Cámara Paraguaya de Industriales Lácteos (2017). Perspectivas del sector lácteo a nivel regional y mundial. Recuperado de: <https://capainlac.com.py/wp-content/uploads/2017/06/01Ariel.pdf>

Portal del Campo (2020). FEPALE presenta panorama lechero en América Latina. Recuperado de: https://portaldelcampo.cl/Noticias/78082_Fepale-presenta-panorama-lechero-en-Am%C3%A9rica-Latina.html

Kantar (2019). Lanzamiento del reporte Brand Footprint 2019. Recuperado de:

<https://www.kantarworldpanel.com/pe/Noticias/Brand-Footprint-2019>

CLASS & ASOCIADOS S.A. Clasificadora de Riesgos (2019). Fundamentos de clasificación de riesgo Leche Gloria S.A. Recuperado de:

<http://www.classrating.com/informes/gloria1.pdf>

Hidalgo, L., Vera, D. (2018). Mejoramiento de los procesos de configuración para imprentas flexo-gráficas, basado en la metodología SMED en contribución a la productividad de las empresas cartoneras. (Tesis para optar el grado de Ingeniero Industrial). Universidad Estatal de Milagro, Ecuador.

Yumi, D. & Mejía, C. (2010). Aplicación del sistema SMED (sistema rápido y reducción de los tiempos de preparación en troqueles y matrices) en la empresa AUPLACTEC. (Tesis para optar el grado de Ingeniero Industrial), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

Minor, O. (2014). Aplicación de la metodología SMED en una línea de empaque de fármacos. (Tesis para optar el grado de Ingeniero Industrial), Universidad Nacional Autónoma de México, México.,

Marrujo, C. (2017). Aplicación del SMED para mejorar la productividad de la máquina inyectora, PLÁSTICOS A S.A- LOS OLIVOS 2017. (Tesis para optar el grado de Ingeniero Industrial), Universidad Cesar Vallejo, Perú.

Ferreyra, J. & Natividad, L. (2019). Propuesta de mejora de la productividad del área de flexibles de una empresa manufactura de productos plásticos descartables mediante la metodología LEAN MANUFACTURING. (Tesis para optar el grado de Ingeniero Industrial), Universidad Ricardo Palma, Perú.

Toledo, L. (2019). Propuesta de mejora de productividad en el área de electrólisis de una empresa metalúrgica usando herramientas lean. (Tesis para optar el grado de Ingeniero Industrial), Universidad Peruana Ciencias Aplicadas, Perú.

Fernández, B. (2016). Reducir tiempo de entrega mejorando el tiempo de cambio de molde en empresa de plásticos de Lima, Perú. (Tesis para optar el grado de Ingeniero Industrial y comercial), Universidad San Ignacio de Loyola, Perú.

Castro, J. (2016). Propuesta de implementación de la metodología Lean Manufacturing para la mejora del proceso de productivo en la línea de envasado PET de la empresa AJEPER S.A. (Tesis para optar el grado de Ingeniero Industrial), Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

Gregorio, J., Muñoz, J., Salcedo, A. & Sossa, S. (2011). Aplicación Lean Manufacturing en la industria colombiana. Revista de literatura en tesis y proyectos de grado. Recuperado de: http://laccei.org/LACCEI2011-Medellin/published/PE298_Arrieta.pdf

Lozano, J. (2019). Metodología de mejora de producción y cadena de suministro en industria alimentaria basada en SMED. (Tesis para optar el título de doctor), Universidad de la Rioja, España.

Pacheco, R. (2019), Propuesta de mejora en el área de tren de laminación de acero mediante la reducción del tiempo de cambio de formato a través del uso de herramientas de optimización matemática y herramientas de manufactura esbelta. (Tesis para optar grado de magister en ingeniería industrial), Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.

Espinal, J. (2019). Lean Manufacturing y los procesos de producción de la empresa cerámica San Lorenzo S.A.C. Lúrin-2018. (Tesis para obtener el título de licenciado en administración de empresas), Universidad Autónoma del Perú, Perú.

Ramos, S. & Buenaño, J. (2016). Diseño de un plan de acción de mejora basado en herramientas SMED y 5S para disminuir los tiempos de cambio de referencia en el área de tornos en una empresa de mecanizados. (Tesis para optar el grado de ingeniero industrial), Universidad de San Buenaventura, Colombia.

Flores, W. (2017). Análisis y propuesta de mejora de procesos aplicando mejora continua, técnica SMED, y 5S, en una empresa de confecciones. (Tesis para optar el título de ingeniero industrial), Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.

SIICEX (2015), Manufacturas diversas. Recuperado de: <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/sectoresproductivos/Directorio%20Manufacturas%20Diversas%202015.pdf>

Gaibort, G. (2017). Mejora de la productividad con herramientas de manufactura esbelta para el área de confección de bivrís en la empresa M&B TEXTILES. (Tesis para obtener el grado de ingeniero industrial en proceso de automatización), Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

Chávez, T. (2013). Eficiencia y productividad de los subsectores líderes de la industria manufacturera en México: un enfoque DEA. (Tesis para optar el grado de licenciado en Economía), Universidad Autónoma del Estado de México, México.

Mejía, J. (2016). Propuesta de mejora del proceso de producción en una empresa que produce y comercializa micro formas con valor legal. (tesis para optar el grado de ingeniero industrial), Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú.

García, A. (2020). Propuesta de mejoramiento de la productividad en el departamento de producción de la empresa REMODULARSA S.A. Mediante la aplicación de la teoría de restricciones (TOC). (Tesis para optar el grado de magister en ingeniería industrial y productividad), Escuela Politécnica Nacional, Ecuador

Santana, D. (2019). Aplicación del SMED para mejorar la productividad en la línea de fabricación de envases tall 1 de la empresa Gloria S.A., Huachipa, 2019. (Tesis para optar grado de ingeniero industrial), Universidad Cesar Vallejo, Perú.

Gutiérrez, H. (2010). Calidad Total y Productividad. México: McGraw-Hill, México.

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2014), Metodología de la investigación (6 edición). México: McGraw-Hill, México.

Levin R. & Rubín D. (1996) Estadística para Administradores. México.

Valderrama, S. (2002). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Perú: San Marcos.

Gorriti, N. (2018). Entrevista con Didier Sourisseau, presidente de Crown Europa.

Recuperado de: <https://www.interempresas.net/Envase/Articulos/207740-Entrevista-con-Didier-Sourisseau-presidente-de-Crown-Europa.html>

Palella, M. & Martins, F. (2006), Metodología de la investigación cuantitativa. Venezuela: FEDUPEL

Packaging (2016). Panorama de los envases metálicos. Recuperado de:
<http://www.packaging.enfasis.com/articulos/75177-panorama-los-envases-metalicos,el>

Interempresas (2018). El mercado de envases para alimentación en Perú. Recuperado de:
<https://www.interempresas.net/Alimentaria/Articulos/227039-El-mercado-de-envases-para-alimentacion-en-Peru.html>

METALPREN (2016). Innovando soluciones para la industria conservera. Recuperado de:
<https://www.metalpren.com/#infraestructura>

López-Roldan, P. y Fachelli. (2015). Metodología de la investigación social cuantitativa.

Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperado de [http://ddd.uab.cat/record/](http://ddd.uab.cat/record/129382)

129382

Anexo 1: Encuesta de matriz de priorización

ENCUESTA DE MATRIZ DE PRIORIZACIÓN - UNA EMPRESA DE LACTEOS

Área de aplicación: Fabricación de envases metálicos

Problema: Alta duración de tiempo de cambio de formato en la línea Tall 1 en una empresa de lácteos

Califique en que nivel perjudica el tiempo de cambio de formato de la línea Tall 1 en las siguientes causas:

Causa	Preguntas con respecto a las principales causas	Calificación
	Tiempo excesivo de cambio de formato	
	Máquina no accesible para el cambio	
	Actividades no estandarizados	
	Técnico con ineficiente capacitación	
	Herramientas no organizadas	
	Actividades que no agregan valor	
	No hay indicadores de actividades	
	Falta de decisión de los indicadores	
	Falta compromiso	
	Residuos industriales del proceso	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Registro de actividades externas

FICHA DE REGISTRO DE ACTIVIDADES EXTERNAS					
Fecha N°:		Fecha de Inicio:			
Registrado por:		Fecha de Fin:			
Área:					
Fecha	Total de actividad (min)	Actividades externas (min)	Indicador de actividades externas	$\frac{\text{Actividades externas (minutos)}}{\text{Total de actividad (minutos)}} \times 100$	Observación
					-
					-
					-
					-
					-
					-
					-
					-
Total					-
Promedio					-
Max.					-
Min.					-

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Registro de eficiencia

FICHA DE REGISTRO DE EFICIENCIA						
Ficha N°:			Fecha de Inicio:			
Registrado por:			Fecha de Fin:			
Área:						
				Indicador		
Fecha	Cap. Real de Maq. en minutos	Cambio de formato en minutos	Jornada laboral en minutos	$\frac{\text{Cap. Real de Maq. en minutos} - \text{cambio de formato en minutos}}{\text{Jornada Laboral en minutos}} \times 100$		
				Eficiencia	Observaciones	
					-	
					-	
					-	
					-	
					-	
					-	
					-	
					-	
Total					-	
Promedio					-	
Max.					-	
Min.					-	

Fuente: Elaboración propia

FICHA DE REGISTRO DE EFICACIA					
Fecha N°:		Fecha de Inicio:			
Registrado por:		Fecha de Fin:			
Área:					
Fecha	Envases metálicos producidos	Envases metálicos planificados	Indicador de Eficacia	$\frac{\text{envases metálicos producidos}}{\text{envases metálicos planificados}} \times 100$	Observación
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
Total				-	
Promedio				-	
Max.				-	
Min.				-	

Fuente: Elaboración propia

FICHA DE REGISTRO DE PRODUCTIVIDAD

Ficha N°:

Fecha de Inicio:

Registrado por: Roger León

Fecha de Fin:

Área:

Fecha	Eficiencia	Eficacia	Productividad	Indicador: Eficiencia x Eficacia
-------	------------	----------	---------------	----------------------------------

Observación

-

-

-

-

-

-

-

-

Promedio

-

Max.

-

Min.

-

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Conformidad del SETUP por supervisor de envases metálicos con las propuestas de mejora de 12 onzas.

LÍNEA TALL

Módulo (PILA) 2 3

SETUP DE LA CORTADORA
DE CUERPOS PLANOS
ENVASE Ø 214 / 300

Mecánico ajustador: R. León
Supervisor Máquinas: F. Padruco
Supervisor Producción: F. Paz

Fecha: 20 06 15
AÑO MES DÍA

1ª MESA: DESARROLLO DE LA CHAPA

	TIRA 1	TIRA 2	TIRA 3	TIRA 4	TIRA 5
	mm	mm	mm	mm	mm
Bolsillo 1	279.91	279.92	279.92	279.91	
Bolsillo 2	279.91	279.92	279.92	279.91	
Bolsillo 3	279.91	279.92	279.92	279.91	
Bolsillo 4	279.91	279.92	279.92	279.91	
Bolsillo 5	279.91	279.92	279.92	279.91	
Bolsillo 6	279.91	279.92	279.92	279.91	
Bolsillo 7	279.91	279.92	279.92	279.91	
Bolsillo 8	279.91	279.92	279.92	279.91	
Bolsillo 9					
Bolsillo 10					
Promedio	279.91	279.92	279.92	279.91	
Rango	0	0	0	0	
Rebata	✓	✓	✓	✓	

2ª MESA: ALTURA DEL CUERPO Y DESCUADRE

	ALTURA	DESCUADRE/REBABA
	mm	0.15 + 0.02mm
Bolsillo 1	TIRA 1	103.40 / 0.06
Bolsillo 2	TIRA 1	103.40 / 0.05
Bolsillo 3	TIRA 3	103.40 / 0.04
Bolsillo 4	TIRA 4	103.40 / 0.07
Bolsillo 5	TIRA 5	103.40 / 0.07
Bolsillo 6	TIRA 1	103.40 / 0.05
Bolsillo 7	TIRA 1	103.40 / 0.06
Bolsillo 8	TIRA 1	103.40 / 0.05
Bolsillo 9	TIRA 4	
Bolsillo 10	TIRA 1	
Promedio	103.40	0.04
Rango	0	0.05
Rebata	✓	✓

Libre de rebata

Con rebata

PUNTOS DE VERIFICACION

- Estramiento de cadenas
- Dedos alimentadores
- Topes cuadradores
-
-
-
-
-
-
-

TRABAJOS REALIZADOS:

a) _____
b) _____
c) _____
d) _____
e) _____

PUNTOS OBSERVADOS:

a) _____
b) _____
c) _____
d) _____
e) _____

TALL SIMPLE

		5		1
	6			2
7		←	3	
8				4

Escuadrado: máx. 0.15 mm
Largo: 229.92 ± 0.02 mm
Ancho (altura):
Mínimo: 107.7 ± 0.02 mm

TALL DOBLE

				1
			2	
		3	←	
4				

Escuadrado: máx. 0.15 mm
Largo: 229.92 ± 0.02 mm
Ancho (altura):
Mínimo: 218.44 ± 0.02 mm

12 ONZAS

		5		1
	6			2
7		←	3	
8				4

Escuadrado: máx. 0.15 mm
Largo: 229.92 ± 0.02 mm
Ancho (altura):
Mínimo: 102.4 ± 0.02 mm

CONDENSADA BOLIVIA

		9		5		1
	10			6		2
			7	←	3	
						4

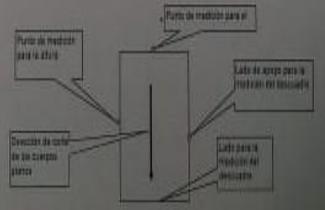
Escuadrado: máx. 0.15 mm
Largo: 229.92 ± 0.02 mm
Ancho (altura):
Mínimo: 82.8 ± 0.02 mm

CONDENSADA HUACHIPA

		9		5		1
	10			6		2
			7	←	3	
						4

Escuadrado: máx. 0.15 mm
Largo: 229.92 ± 0.02 mm
Ancho (altura):
Mínimo: 84.8 ± 0.02 mm

COMENTARIOS



Muestra de medición para desarrollo (solo para condición básica)
Cortar una lámina y retirar las 5 tiras.
Medir el largo de cada tira. El punto del inicio al final en forma equidistante.

Muestra de medición para altura
Cortar una lámina y retirar los cuerpos planos según figura de formato.

Muestra de medición para descuadre y desarrollo
Utilizar los cuerpos planos retirados para la medición de altura.

GLPH040101 V01

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Conformidad del SETUP por supervisor de envases metálicos con las propuestas de mejora de Tall 1.

LÍNEA TALL: 1
 MÓDULO: 2
 3

SETUP DE LA CORTADORA
 DE CUERPOS PLANOS
 ENVASE Ø 214 / 300

Mechánico operador: R. León
 Fecha: 20 / 06 / 22
 Supervisor Mecánico: F. Pacheco
 Supervisor Producción: E. Paz

1ª MESA: DESARROLLO DE LA CHAPA

	TIRA 1 mm	TIRA 2 mm	TIRA 3 mm	TIRA 4 mm	TIRA 5 mm
Bataño 1	229.91	229.92	229.92	229.91	
Bataño 2	229.91	229.92	229.92	229.91	
Bataño 3	229.91	229.92	229.92	229.91	
Bataño 4	229.91	229.92	229.92	229.91	
Bataño 5	229.91	229.92	229.92	229.91	
Bataño 6	229.91	229.92	229.92	229.91	
Bataño 7	229.91	229.92	229.92	229.91	
Bataño 8	229.91	229.92	229.92	229.91	
Bataño 9					
Bataño 10					
Promedio	229.91	229.92	229.92	229.91	
Rango	0	0	0	0	
Rebaba	✓	✓	✓	✓	

2ª MESA: ALTURA DEL CUERPO Y DESCUADRE

	ALTURA mm	DESCUADRE mm	REBABA 0.15 x superior
Bataño 1	102.20	0.05	
Bataño 2	102.20	0.04	
Bataño 3	102.20	0.06	
Bataño 4	102.20	0.03	
Bataño 5	102.20	0.05	
Bataño 6	102.20	0.04	
Bataño 7	102.20	0.06	
Bataño 8	102.20	0.05	
Bataño 9			
Bataño 10			
Promedio	102.20	0.04	
Rango	0	0.04	
Rebaba	✓	✓	

PUNTOS DE VERIFICACIÓN:

- 1- Estiramiento de cadenas
- 2- Dientes alimentadores
- 3- Topes cuadradores
- 4-
- 5-
- 6-
- 7-
- 8-
- 9-
- 10-

TRABAJOS REALIZADOS:

PUNTOS OBSERVADOS:

TALL SIMPLE TALL DOBLE 12 ONZAS CONDENSADA BOLIVIA CONDENSADA HUACHIPA

COMENTARIOS

GLPH04018 VES1

Muestra de medición para desarrollo (solo para condensa láctea)
 Cortar una lámina y medir los 5 trazo.
 Medir a lo largo de cada uno de los puntos del recio al trazo en forma cuadrada.
 Muestra de medición para altura
 Cortar una lámina y medir los cuerpos planos según figura de formato.
 Muestra de medición para descuadre y desarrollo
 Utilizar los cuerpos planos rectificados para la medición de altura.