ATMIRE

Title	Implementación de herramientas Lean Manufacturing para incrementar la eficiencia en el proceso de encajado de galletas de una empresa de consumo masivo.
Item Type	info:eu-repo/semantics/bachelorThesis
Authors	Sovia Arias, Elizabeth;Falcon Martinez, Roxana Antonia
Publisher	Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)
Rights	info:eu-repo/semantics/openAccess
Download date	2026-11-27 06:06:43
Item License	http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Link to Item	http://hdl.handle.net/10757/671845

UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Implementación de herramientas Lean Manufacturing para incrementar la eficiencia en el proceso de encajado de galletas de una empresa de consumo masivo.

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR(ES)

Sovia Arias, Elizabeth	0009-0006-0341-8404
Falcon Martinez, Roxana Antonia	0009-0006-7151-9151

ASESOR(ES)

Rojas Terán, Carlos Gustavo	0000-0002-6940-9416

Lima, 16 de noviembre de 2023

Dedicatoria

A mis padres por el apoyo constante en todo este camino, a mis profesores, por todos sus aportes profesionales durante toda la carrera.

Agradecimientos

En primer lugar, a Dios por guiarnos en este largo camino, por brindarnos sabiduría y fortaleza en los momentos de altibajos y permitirnos llegar hasta aquí.

A nuestros padres, por ser esa motivación de seguir adelante con esmero y poder lograr con nuestros objetivos.

A nuestros profesores por el soporte brindado en toda la carrera profesional, por compartirnos sus conocimientos, sus experiencias profesionales para con ello poder culminar este trabajo.

Resumen

El presente trabajo de suficiencia profesional presenta la implementación de herramientas Lean Manufacturing el cual tiene como objetivo incrementar la eficiencia en el proceso de encajado de la línea de galletas de una empresa de consumo masivo.

El capítulo I comprende información teórica de los conceptos más resaltante del presente trabajo. Se menciona los antecedentes referentes al sector de consumo masivo en el Perú. Así, como los conceptos de las herramientas aplicadas en el presente trabajo.

En el capítulo II se presenta información de la empresa en estudio, situación actual y demás información del proceso productivo. El presente capítulo tiene como objetivo presentar el problema actual por el cual atraviesa la empresa y mediante ello hallar las causas raíz e impacto que estos generan, los mismos que serán plasmados en el árbol de problemas. Finalmente se plantean los objetivos generales y específicos para el logro de la implementación.

En el capítulo III se detalla en paso a paso de la implementación de la herramienta SMED, estudios de tiempos y 5'S. Así mismo, se presentan los indicadores para la medición de la efectividad de la implementación. Por último, se muestra el presupuesto necesario para la implementación y también el cronograma con los tiempos establecidos para cada fase.

En el último capítulo, se realiza la validación de la implementación mediante los indicadores, realizando la comparación entre la situación actual y post implementación. Finalmente se realiza la evaluación de los impactos económicos/no económicos.

Palabras clave: Eficiencia; SMED; consumo masivo; manufactura esbelta; estudio de tiempos; 5S

Implementation of Lean Manufacturing tools to increase efficiency in the cookie packaging process of a mass consumption company.

Abstract

The present work of professional sufficiency presents the implementation of Lean Manufacturing tools which aims to increase efficiency in the packaging process of the cookie line of a mass consumption company.

Chapter I includes theoretical information on the most salient concepts of this work. The background referring to the mass consumption sector in Peru is mentioned. Thus, as the concepts of the tools applied in this work.

Chapter II presents information about the company under study, current situation and other information on the production process. The objective of this chapter is to present the current problem that the company is going through and thereby find the root causes and impact that they generate, which will be reflected in the problem tree. Finally, the general and specific objectives are presented to achieve implementation.

Chapter III details the step-by-step implementation of the SMED tool, time studies and 5'S. Likewise, the indicators for measuring the effectiveness of the implementation are presented. Finally, the budget necessary for implementation is shown and also the schedule with the times established for each phase.

In the last chapter, the validation of the implementation is carried out using the indicators, making the comparison between the current situation and post-implementation. Finally, the evaluation of the economic/non-economic impacts is carried out

Keywords: Efficiency; SMED; massive consume; lean manufacturing; study of times; 5S

u201311256_Elizabeth Sovia Arias_ Implementación de herramientas Lean Manufacturing para incrementar la eficiencia en el proceso de encajado de galletas de una empresa de consumo masivo

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%	9%	2%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Francisco de Paula Santander Trabajo del estudiante	<1%
6	"Human Interaction, Emerging Technologies and Future Systems V", Springer Science and Business Media LLC, 2022 Publicación	<1%

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1 1

1.1 Antecedentes 1

1.2 Marco teórico 3

1.2.1 Lean Manufacturing 3

1.2.2 Single Minute Exchange of Die (SMED) 3

1.2.3 Estudio del trabajo 4

1.2.4 Metodología 5s 4

1.2.5 Normativa 5

CAPÍTULO 2 6

2.1 Descripción de la organización 6

2.1.1 Mapa de Procesos 6

2.2 Identificación del problema 7

2.2.1 Brecha técnica 7

2.2.2 Impacto económico 8

2.2.3 Árbol de problemas 8

2.3 Análisis de las causas 9

2.3.1 Diagrama de Pareto 9

2.4 Planteamiento de Objetivos 11

2.4.1 Objetivo general 11

2.4.2 Objetivos específicos 11

CAPÍTULO 3 13

3.1 Vinculación de causa con la solución 13

3.2 Diseño detallado de la solución 13

3.2.1 Fase 1: Aplicación de Metodología 5S 14

3.2.2 Fase2: Estudio de métodos 16
3.2.3 Fase 3: Implementación de la herramienta SMED 21
3.3 Diseño de indicadores 24
3.4 Consideraciones para la implementación 24
3.4.1 Presupuesto de la solución: Gestión de recursos 24
3.4.2 Cronograma de desarrollo: Gestión del tiempo 25
CAPÍTULO 4 26
4.1 Validación funcional 26
4.2 Evaluación del impacto económico 27
4.3 Evaluación de impactos no económicos 29
4.3.1 Impactos ambientales 29
4.3.2 Impactos legales 29
4.3.3 Impacto económico 30
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 31
REFERENCIAS 32
ANEXOS 34

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Porcentaje de Ventas – 2021……....**2**

Figura 2: Mapa de procesos……..…**6**

Figura 3: Árbol de problemas……..….**8**

Figura 4: Tipos de paradas por causa……...**9**

Figura 5: Total de horas por causas……...**10**

Figura 6: Árbol de Objetivos……..…**11**

Figura 7: Diagrama de diseño detallado de la solución……..…**12**

Figura 8: Resultados al final de la implementación 5's……..……**14**

Figura 9: Tiempo en los procesos…….…….**16**

Figura 10: Diagrama de análisis de proceso en el área de encajado……..……**19**

Figura 11: Lista de herramientas para el cambio de formato……..……...**21**

Figura 12: Diagrama de análisis de proceso mejorado en el área de encajado……...……**22**

Figura 13: Indicador propuesto…….**23**

Figura 14: Presupuesto de Implementación…….……..**24**

Figura 15: Diagrama de Gantt de la implementación del SMED……..…….**24**

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variación porcentual del PBI……..……...…**1**

Tabla 2: Cantidad de horas por parada en la línea de galletas……..…….**9**

Tabla 3: Tiempos empleados por sub-causas…….……..……..**10**

Tabla 4: Desviación estándar y coeficiente de variabilidad……..……**16**

Tabla 5: Cálculo de los tiempos estándar del proceso……..…..**18**

Tabla 6: Indicadores actuales y esperados……...……..**25**

Tabla 7: Evaluación de los tres escenarios…….……**26**

Tabla 8: Resumen de la evaluación de los tres escenarios…….…….**27**

Tabla 9: Flujo de caja…….**27**

CAPÍTULO 1

1.1 Antecedentes

Según información del Instituto de Estadística e Informática (INEI, 2019) con datos correspondientes al tercer trimestre, hay 2 millones 699 mil 130 empresas registras en el Directorio Central de Empresas. Además, ubicamos a la empresa en estudio dentro de las empresas del rubro fabricación de alimentos y bebidas con un 17.2% del total de empresas manufactureras.

En febrero del presente año el PBI disminuyó 0.6%. Las actividades obtuvieron un crecimiento gracias a la minería y la manufactura primaria, mientras que las actividades no primarias disminuyeron 1.6%. (Banco Central de Reserva del Perú [BCRP], 2023).

Tabla 2
Variación porcentual del PBI

PRODUCTO BRUTO INTERNO
(Variación porcentual interanual)

	Peso 2022 1/	2023		
		Ene.	Feb.	Ene.-Feb.
PBI Primario 2/	**20,9**	**1,2**	**3,3**	**2,2**
Agropecuario	6,1	1,9	-1,1	0,5
Pesca	0,4	33,0	9,0	22,6
Minería metálica	8,3	-3,6	2,5	-0,7
Hidrocarburos	1,3	-3,5	-11,5	-7,4
Manufactura	3,1	13,3	23,4	17,9

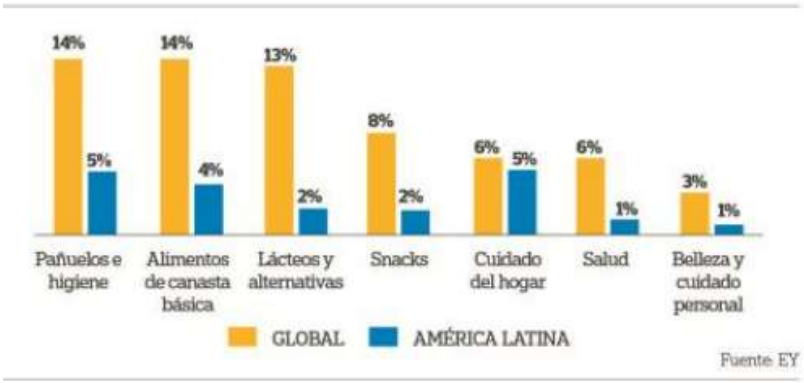
Nota. La infografía muestra la variación porcentual del PBI. De "Actividad económica de febrero de 2023", por BCRP, 2023 (https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Notas-Estudios/2023/nota-de-estudios-28-2023.pdf)

Durante los años 2020 al 2022, el sector de consumo masivo tuvo un aumento de demanda con relación a los productos de primera necesidad, esto debido a la pandemia COVID-19.

La temporada de la pandemia fue un periodo que golpeó duramente al mundo; por ello, muchas de las empresas de actividades primarias y no primarias tuvieron la necesidad de cambiar sus planes de ventas. Poco a poco muchas marcas emprendieron el e-comerce y fue muy bien recibido por el público objetivo.

Figura 3

Porcentaje de Ventas - 2021



Nota. La infografía muestra el porcentaje de ventas del año 2021. De "Consumo masivo: una recuperación lenta, pero segura", por El Peruano, 2023 (https://elperuano.pe/noticia/213945-consumo-masivo-una-recuperacion-lenta-pero-segura)

Para la empresa en estudio, el consumo masivo en Perú aún se mantiene en recuperación. En relación con el segundo trimestre del año 2021, éste incrementó sus ventas en 16.3%, llegando a declarar ventas de S/1,107 millones de soles. Por su parte, la utilidad bruta creció 13.1% por tonelada.

Sin embargo, en el presente año 2023, el sector viene experimentado una caída del 1.6% en sus ventas, esto debido a los diferentes factores políticos, económicos y ambientales.

Concluimos que durante a través de los últimos años las empresas dentro del sector de consumo masivo en Perú mantienen una competencia constante en el mercado, todos buscan la excelencia en cuanto a productividad y eficiencia en sus procesos. Dicho esto, la eficiencia es un factor determinante para el crecimiento organizacional.

1.2 Marco teórico

1.2.1 Lean Manufacturing

Lean Manufacturing es un método caracterizado por disminuir o reducir desperdicios o actividades que no adicionan valor al proceso como puede ser material y/o tiempo. Asimismo, se centra en la mejora de tiempos, logrando la reducción de tiempos entre el pedido del cliente hasta la entrega del producto. Además, mejora la calidad del producto y los costos dentro del proceso productivo. Punto principal es concientizar al personal sobre esta metodología, ya que el éxito de esta herramienta radica en la suma de esfuerzos de toda la organización en general (Suveg & Sriharsha, 2020).

1.2.2 Single Minute Exchange of Die (SMED)

El SMED es una herramienta de Lean que se centra en la optimización de recursos y aumentar los beneficios en un proceso, esto mediante la reducción y estandarización de los tiempos de cambios de formato. El uso de esta herramienta Lean dependerá del tipo de empresa en la cual se aplica y el éxito de este se obtendrá en complemento con otra herramienta (Lozano et al., 2019).

Para la aplicación de la herramienta, es importante la realización de los siguientes pasos:

- Identificar las actividades que se realizan durante la tarea de un cambio.

- Eliminar aquellas actividades que no suman valor (no propias al cambio)
- Clasificar las actividades en internas y externas.
- Implantar mejoras de técnicas para reducir los tiempos de ejecución de las operaciones internas y ver de pasar algunas operaciones internas a externas.
- Estandarizar el proceso.

1.2.3 Estudio del trabajo

Es el análisis de la manera en la que se realiza una actividad dentro de un proceso, esto con el fin de reducción los trabajos innecesarios o aquellos que demanden mayor tiempo en la ejecución. Tiene objetivo principal el aumento de la productividad a través del replanteamiento de las actividades.

Dentro de las técnicas que comprende el estudio del trabajo se encuentran el estudio de métodos y la medición del trabajo.

1.2.3.1 Estudio de tiempo

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo en cual consiste en el registro de tiempos y ritmos de trabajos de un determinado proceso. La ejecución de esta técnica se divide en: obtención y registro de información del proceso a trabajar, división de las operaciones en cada proceso, toma de tiempos y por último el cálculo del tiempo normal.

Betancourt (2019) indica que, en la práctica, el estudio de tiempo comprende el análisis de los métodos de las actividades. El cual tiene como objetivo aplicar mejoras sobre la eficiencia del trabajo mediante la aplicación de esta herramienta.

1.2.4 Metodología 5s

De acuerdo con Veres et al. (2018) la metodología de 5S es un método de origen japonés que permite organizar el espacio donde se trabaja de una manera eficiente y segura, permitiendo

tener un ambiente de trabajo más productivo. Este método es el primer paso que se debe de realizar para poder aplicar otros métodos. La 5'S se manifiestan en 5 pasos: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke

1.2.5 Normativa

La empresa cuenta con las normativas ISO, la que mencionaremos a continuación será la normativa 14001 sobre el manejo integral de residuos. Se respeta el código de colores para la segregación de residuos. Asimismo, los residuos aprovechables se valorizan.

La economía celular es una estrategia que tiene por objetivo preservar el valor de los productos, materiales y recursos en el mayor tiempo posible, mitigando la generación de residuos. La segregación, almacenamiento, recolección, transporte, valorización y disposición final, que es el lugar a donde llegan los residuos que no pudieron ser valorizados.

La empresa en estudio, también se hace hincapié a la gestión de recursos que es el uso responsable de energía eléctrica, como por ejemplo desconectar los equipos eléctricos cuando no se encuentran en uso. El uso responsable de agua, como el reporte de fugas de agua en operaciones y/o servicios que se detecte.

CAPÍTULO 2

En el presente capitulo se desarrollará el análisis de la situación actual de la empresa, para ello se describirá brevemente a la empresa y su proceso productivo. Seguidamente se analizará y vinculará las causas para hallar el problema principal.

2.1 Descripción de la organización

La empresa en estudio se dedica a la industria de alimentos para consumo masivo a nivel nacional e internacional. Actualmente la empresa es líder en el mercado, presente con una alta gama de productos comestibles y no comestibles, productos de limpieza, etc.

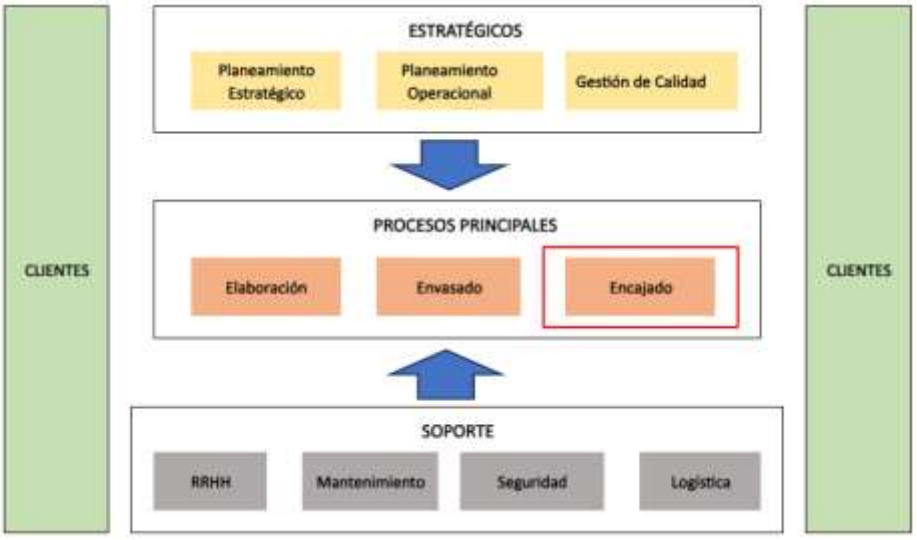
Nos enfocaremos en el proceso productivo de galletas, por lo cual haremos una breve descripción de sus operaciones.

2.1.1 Mapa de Procesos

A continuación, se presenta el mapa de procesos actual de la planta de Galletas.

Figura 4

Mapa de procesos



En la figura 2 podemos observar que, la empresa cuenta con tres procesos estratégicos, tres procesos operativos y cuatro procesos de soporte.

2.1.1.1 Proceso Principales

En el proceso operativo, se encuentra tres áreas: elaboración, envasado y encajado.

2.1.1.2 Elaboración

En esta parte del proceso se preparan las masas de las galletas que son llamados insumos mayores y menores. Iniciando por materia prima, mezcla, laminado y horneado para luego seguir por el enfriamiento de galletas a través de las fajas transportadoras.

2.1.1.3 Envasado

En esta parte del proceso las galletas llegan a una faja de acomodo, para luego ser llenadas en máquinas envasadoras: C1, C2, C3 Y C4; luego sigue su recorrido al pack C5 y C6. En esta área trabajan 15 personas.

2.1.1.4 Encajado

En esta parte del proceso hay 3 actividades: Una máquina que se encarga de armar las cajas. Seguidamente pasa por otra máquina que se encarga de colocar los packs de galletas a través de unos brazos mecánicos, que su función es succionar y colocar en la caja. Luego esta caja ya llena, es llevada mediante una faja transportadora hacia la máquina selladora de cajas. Y para finalizar este proceso, las cajas son llevadas a través de una faja transportadora hacia la zona de paletizado automático, que se encarga de armar los pallets y sellar con strech film para derivarlos a almacén como producto terminado.

2.2 Identificación del problema

2.2.1 Brecha técnica

Dentro de la organización, la eficiencia de la línea de galletas es medida mediante el OEE (Eficacia Global de Equipos). El tiempo muerto es de 105 minutos, esto ocasiona un retraso en la producción por el tiempo de demora en el cambio de formato de encajado por la baja

disponibilidad de máquina. Lo esperado es llegar de 65% a 85%. Asimismo, el diario de control de producción anualmente obtuvo un 75%, se estima llegar al 90% reduciendo los tiempos de cambio de formato en Encajado. (ver anexo, figura 3)

2.2.2 Impacto económico

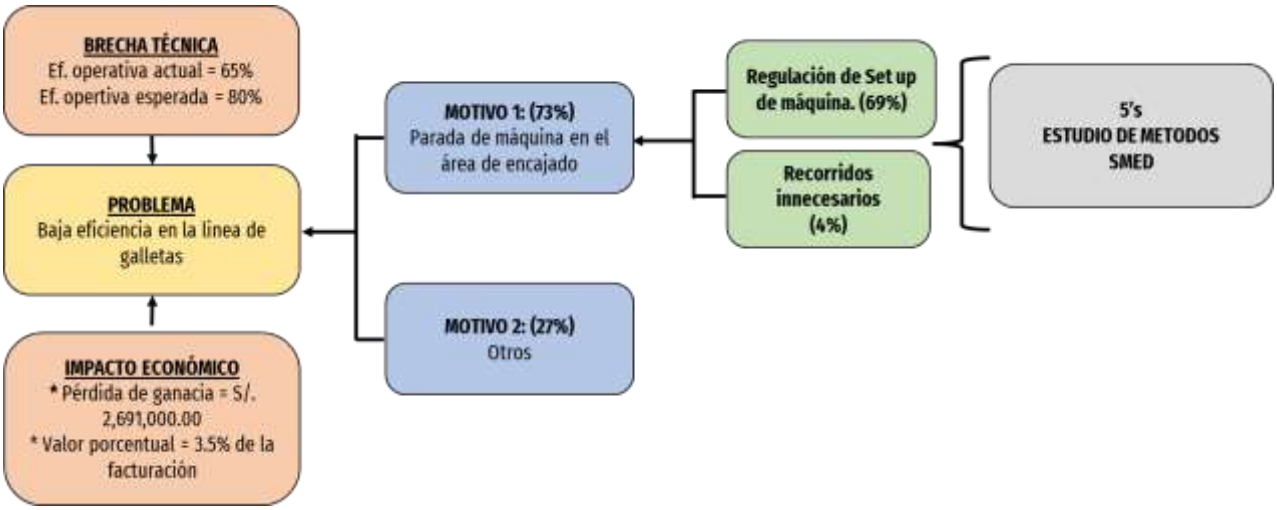
El impacto económico se calculó a partir de los que no produjo en el año 2022, siendo 1,495 toneladas al año. Esto trajo como efecto un rendimiento del 75% (ver anexo, Figura 3). También podemos evidenciar que la empresa deja de percibir s/2,691,000.00 soles en el año 2022, a raíz de las diferentes causas de baja eficiencia en encajado. (ver anexo, figura 4)

2.2.3 Árbol de problemas

A continuación, se presenta el árbol de problemas para evidenciar las consecuencias.

Figura 3

Árbol de problemas



2.3 Análisis de las causas

Para hallar las causas que generan la baja eficiencia de la línea, se realizó el diagrama de Pareto, las cuales se detallan a continuación:

2.3.1 Diagrama de Pareto

De acuerdo con el grafico anterior, realizaremos el análisis de las causas identificadas, esto mediante los tiempos que demanda cada causa.

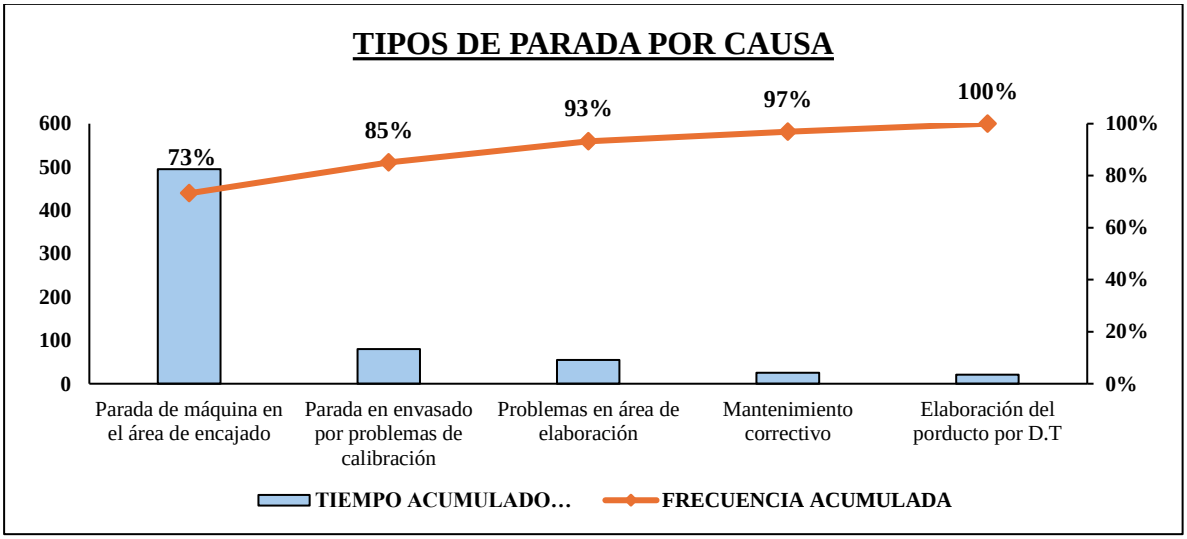
Tabla 2

Cantidad de horas por parada en la línea de galletas

CAUSAS	TIEMPO ACUMULADO (Horas)	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA
Parada de máquina en el área de encajado	495	73%	73%
Parada en envasado por problemas de calibración	80	12%	85%
Problemas en área de elaboración	55	8%	93%
Mantenimiento correctivo	25	4%	97%
Elaboración del porducto por D.T	21	3%	100%
Total de tiempo	**676**	**100%**	

Figura 4

Tipos de paradas por causa



En la figura 4, podemos observar los tiempos improductivos (en horas) se ven reflejados en cada una de las paradas del año 2022, teniendo un total de 676 horas improductivas.

También podemos observar que, para solucionar el problema de la línea debemos enfocarnos en las principales causas que para el caso abarca el 73% del total de causas, en este sentido la causa principal sería las constantes paradas de máquina en el área de encajado.

Luego de evidenciar la causa principal, nos enfocaremos en el análisis causa raíz para determinar las principales sub- causas que tomaremos en cuenta para la solución del problema

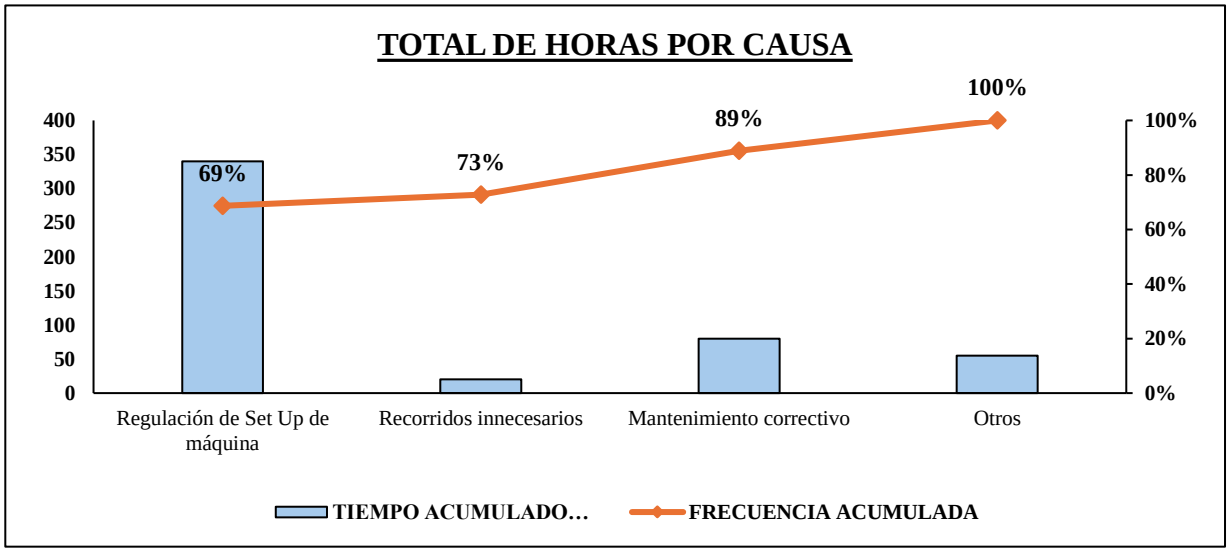
Tabla 3

Tiempos empleados por sub-causas

CAUSAS	TIEMPO ACUMULADO (Horas)	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA
Regulación de Set Up de máquina	340	69%	69%
Recorridos innecesarios	20	4%	73%
Mantenimiento correctivo	80	16%	89%
Otros	55	11%	100%
Total de tiempo	**495**	**100%**	

Figura 5

Total de horas por causas



De la figura 5, podemos observar que, para solucionar el problema de baja eficiencia de la línea de galletas, nos debemos enfocar en reducir las paradas por cambio de set up de la máquina y reducir los recorridos innecesarios.

2.4 Planteamiento de Objetivos

2.4.1 Objetivo general

El objetivo general del presente trabajo será reducir los tiempos de paradas de máquina en el área de encajado (495 horas) y así aumentar la eficiencia de la línea de galletas

2.4.2 Objetivos específicos

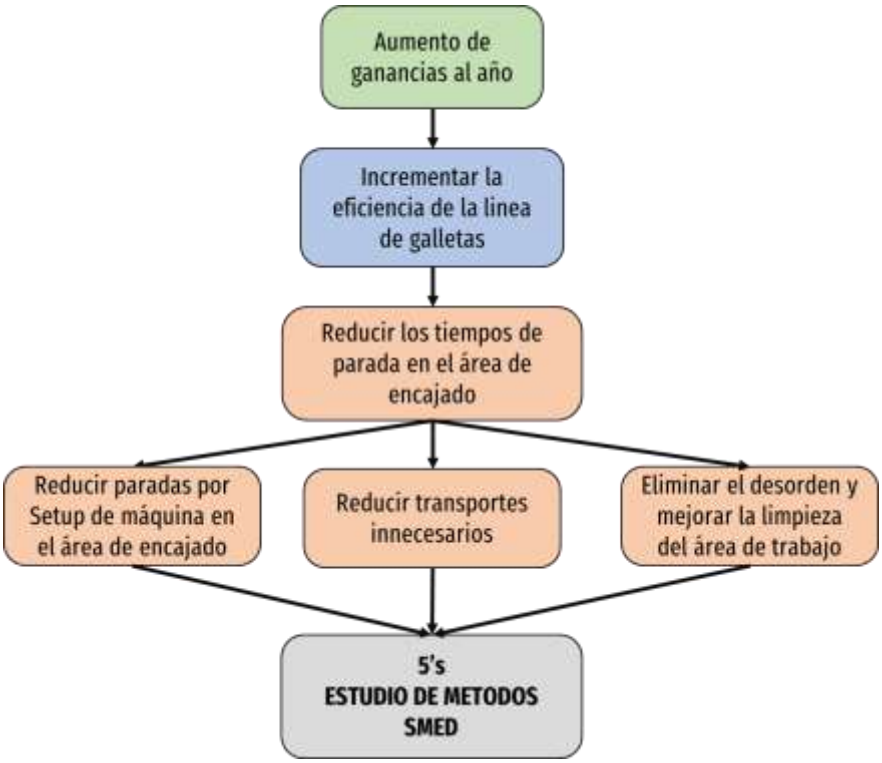
Objetivo 1: Reducir paradas por Setup de máquina en el área de encajado.

Objetivo 2: Reducir transportes innecesarios.

Objetivo 3: Eliminar el desorden y mejorar la limpieza del área de trabajo.

Figura 6

Árbol de Objetivos



De acuerdo con el análisis realizado, en la figura 06 mostramos los métodos a aplicar para incrementar la eficiencia en la línea de galletas. Para reducir las paradas por Setup de la línea, aplicaremos estudio de métodos, SMED y 5s.

CAPÍTULO 3

En este capítulo se desarrollará la propuesta de mejora para incrementar la eficiencia de la línea 1 de galletas de la empresa en estudio.

3.1 Vinculación de causa con la solución

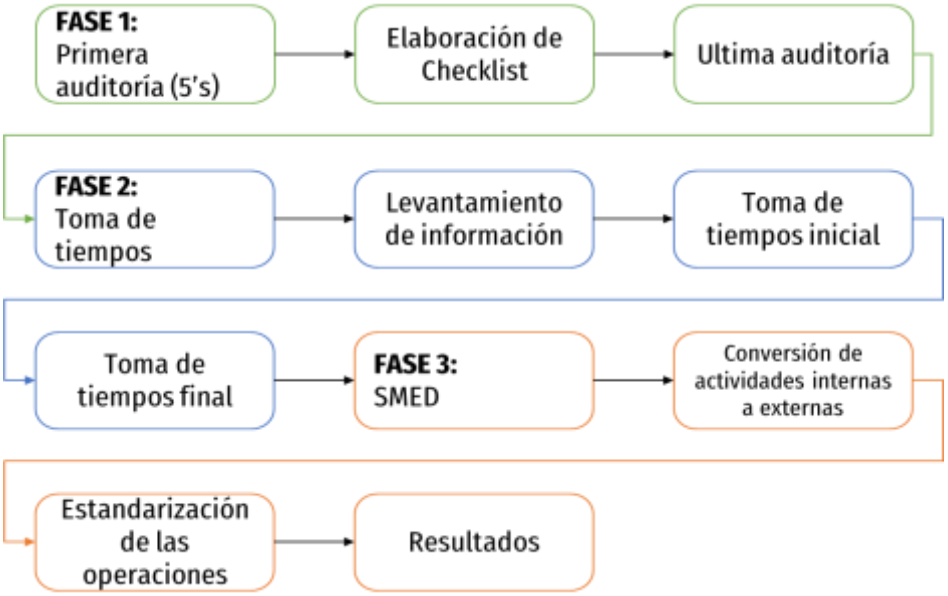
Con el árbol de problemas que se presentó en el capítulo II, se identificó las causas y el problema principal, también observamos que el cumplimiento de producción está en 75%. Al visualizar el informe de Planta sobre las notificaciones de paradas imprevistas y rutinarias (paradas de cambio de formato), lo cual el área de encajado presenta varias notificaciones de paradas rutinarias, se evidencia que los tiempos por cambio de formato es alto. Se propone dar solución con el SMED, estudio de trabajo y las 5S, el cual ayuda a la reducción de tiempos y mejora del proceso productivo.

Asimismo, se pudo evidenciar a través de los artículos que es posible dar solución al problema con las herramientas ya mencionadas. Como por ejemplo “caso de éxito de SMED en la industria de procesamiento de alimentos” ya que brindó solución y redujo los tiempos de la parada de máquina.

3.2 Diseño detallado de la solución

Figura 7

Diagrama de diseño detallado de la solución



3.2.1 Fase 1: Aplicación de Metodología 5S

Se organizó el área de encajado a fin de evitar el desorden y mejorar la operación del área, para ello se clasificó los objetos necesarios e innecesarios, se eliminó las herramientas obsoletas y se colocaron tarjetas rojas. Asimismo, se ordena las herramientas necesarias que utilizará el maquinista y se colocará dentro de un armario cuando culminen su actividad de cambio de formato de máquina.

A continuación, en el siguiente cuadro se muestra el paso a paso de la implementación.

FASE	ACTIVIDAD	EVIDENCIA
CLASIFICAR (Seiri)	- Objetos necesarios e innecesarios - Herramientas obsoletas y malogrados - Identificación con tarjetas rojas	
ORDENAR (Seiton)	- Lista de necesarios - Rotulado de identificación - Herramientas en cajas de armario - Repuestos en anaqueles	

LIMPIAR (Seiso)	- Designación del área de limpieza - Establecimiento de actividades de limpieza - Formatos de conformidad	
ESTANDARIZAR (Seiketsu)	- Creación de planes para mantener área ordenada - Estandarización de la ejecución en planta - Documentación de los formatos de limpieza	
DISCIPLINA (Shitsuke)	- Seguimiento del control de limpieza - Cumplimiento de la frecuencia de las auditorías - Reporte de condiciones subestándares - Retroalimentación al personal	

Figura 8

Resultados al final de la implementación 5's



3.2.2 Fase2: Estudio de métodos

En primer lugar, utilizaremos el estudio de métodos, que nos permite tener un registro y examen crítico de la forma de ejecutar las actividades. Como primera medida se pregunta al maquinista involucrado del área de encajado, utilizando la técnica del interrogatorio sistemático para levantar la información y seguidamente realizar las tomas de tiempo para lograr el tiempo estándar de cada actividad

Paso 1: Toma de tiempos inicial

Seleccionar la tarea:

En el capítulo anterior, luego de seleccionar el problema en estudio sobre el cambio de formato de encajado en donde se toma un tiempo de 105 minutos aproximadamente en las tres máquinas: armadora de cajas, llenado de cajas y sellado de cajas. Procederemos a realizar el diagrama de análisis para visualizar los tiempos que se toma por cada actividad.

Examinar el método actual:

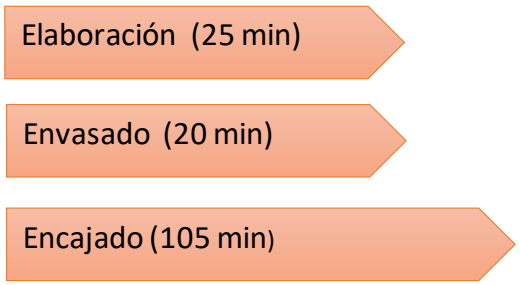
A continuación, examinaremos el método actual utilizando la técnica del interrogatorio sistemático (TIS) que consiste en realizar una serie de preguntas, como las preguntas preliminares y las preguntas de fondo. (ver anexo).

Registrar el método actual:

Antes de tomar los tiempos en el área de encajado, visualizamos la imagen que describe los tiempos de cada parte del proceso para centrarnos en encajado ya que presenta cuello de botella.

Figura 9

Tiempo en los procesos



Para desarrollar el nuevo método, se realiza un mapeo de la forma actual de cómo se realiza actualmente el cambio de formato en encajado. Para realizar esta tarea tomamos un cronómetro para registrar las tomas de tiempo por cada actividad. (ver anexo, tabla 3)

Luego procederemos a retirar los datos atípicos para hallar la desviación estándar y el coeficiente de variabilidad

Tabla 4

Desviación estándar y coeficiente de variabilidad

N° elementos	Descripción del elemento	Tiempos observados (SEG)					Prom T.O	S	CV
		1	2	3	4	5			
1	Retiro de bandejas portapaquetes sobrantes del piso	118	119	120	119	119	119	0.707	0.006
2	Retiro de las cajas sobrantes de la máquina	122	119	117	118	116	118.4	2.302	0.019
3	Retirar los bolsillos de la máquina	600	597	596		592	596.25	3.304	0.006
4	Guardar los bolsillos y traer otros para el cambio	59	58	53	62	63	59	3.937	0.067
5	Colocar los bolsillos de la nueva presentación	540	538		536	545	539.75	3.862	0.007
6	Desajuste y regulación de tolvas para el cambio	597	598	605	610	589	599.8	8.044	0.013
7	Sacar los topes	239	245	240	236	247	241.4	4.506	0.019
8	Guardar los topes y traer otros topes para el cambio	59	58	65	50	62	58.8	5.630	0.096
9	Colocar los topes	300	296	298	288		236.4	5.260	0.022
10	Sacar formato	177	179	170	175	178	175.8	3.564	0.020
11	Llevar y traer formato para el cambio	119	117	115	110	123	116.8	4.817	0.041
12	Sacar chupones	238	241	246	235		240	4.690	0.020
13	Guardar chupones	59	57	53	49	62	56	5.099	0.091
14	Colocar los chupones de la nueva presentación	239	237	245	240	236	239.4	3.507	0.015
15	Sacar empujadores y orejetas de arrastre	358	365	352	357	349	356.2	6.140	0.017
16	Traer planos de la nueva presentación	58	56	49	62	64	57.8	5.848	0.101
17	Colocar empujadores de acuerdo a la presentación	298	296	305		293	298	5.099	0.017
18	Regulación de la entrada de cajas	289	292	297	305	294	295.4	6.107	0.021
19	Simulación de prueba de arranque	182	178	185	176	191	182.4	5.941	0.033
20	Espera de paquetes del proceso de envasado	120	123	119	115	125	120.4	3.847	0.032

Seguidamente, se determina el número de observaciones, donde:

- t: Valor de distribución t-student. (Depende del nivel de confianza a trabajar)
- Desviación estándar (muestra).
- e: error relativo máximo permitido.
- X: Valor promedio de las observaciones preliminares

$$N = \left(\frac{t*s}{e*x}\right)^2$$

Si trabajamos con un N.C del 95%, debemos encontrar la probabilidad:

Probabilidad= 0.95+ $\left(\frac{1-0.95}{2}\right)$ =$\mathbf{0.975}$

El valor de grado de libertad sería: 5-1=4

- N.C = 95%
- e = 0.06
- $t_{0.975}$= 2,776
- $\boldsymbol{n = 5 - 1 = 4}$

$$N = \left(\frac{2.776 * 5.848}{0.06 * 57.8}\right)^2$$

N = 21.9 = 22 observaciones

Luego de tener el resultado del número de observaciones, siendo el total de 22, se procede a realizar la toma de tiempos para obtener seguidamente el promedio final y hallar los limites superior e inferior. **(Ver anexo de las 22 observaciones)**

Se obtuvo las tomas de 22 actividades para promediar y obtener el límite superior e inferior, de esta manera retiramos los datos atípicos y tener datos más exactos.

Tabla 5

Cálculo de los tiempos estándar del proceso

N° E	Descripción del elemento	Prom T.O	f	Valoración	TN	SUPLEMENTOS	TS (seg)	TS (min)
1	Retiro de bandejas portapaquetes sobrantes del piso	121	1	1.27	154	11%	171	3
2	Retiro de las cajas sobrantes de la máquina	121	1	1.28	155	11%	172	3
3	Retirar los bolsillos de la máquina	594	1	1.14	677	11%	752	13
4	Guardar los bolsillos y traer otros para el cambio	57	1	1.00	57	11%	63	1
5	Colocar los bolsillos de la nueva presentación	545	1	1.14	621	11%	690	11
6	Desajuste y regulación de tolvas para el cambio	598	1	1.14	682	11%	757	13
7	Sacar los topes	244	1	1.00	244	11%	271	5
8	Guardar los topes y traer otros topes para el cambio	59	1	1.00	59	11%	65	1
9	Colocar los topes	300	1	1.14	342	11%	380	6
10	Sacar formato	180	1	1.28	230	11%	256	4
11	Llevar y traer formato para el cambio	120	1	1.27	152	11%	169	3
12	Sacar chupones	244	1	1.27	310	11%	344	6
13	Guardar chupones	59	1	1.14	67	11%	75	1
14	Colocar los chupones de la nueva presentación	243	1	1.10	267	11%	297	5
15	Sacar empujadores y orejetas de arrastre	357	1	1.28	457	11%	507	8
16	Traer planos de la nueva presentación	59	1	1.10	65	11%	72	1
17	Colocar empujadores de acuerdo a la presentación	295	1	1.28	378	11%	419	7
18	Regulación de la entrada de cajas	298	1	1.28	381	11%	423	7
19	Simulación de prueba de arranque	182	1	1.28	233	11%	259	4
20	Espera de paquetes del proceso de envasado	124	1	1.14	141	11%	157	3
							6297 SEG	**105 MIN**

Se considera los suplementos la labor de un operario hombre (9%) y estar de pie (2%) para obtener el tiempo estándar por cada actividad. También se consideró la valoración de acuerdo con el método de westing house, ya que se considera habilidad, esfuerzo, entorno y consistencia. De esta manera se obtiene el tiempo estándar por cada actividad.

3.2.2.1 Diagrama de análisis de proceso (DAP):

Para visualizar los tiempos de cada actividad que se realiza en el área de encajado, utilizaremos el diagrama de análisis de proceso con el fin de contabilizar los tiempos y el número de actividades en cada descripción.

Figura 10

Diagrama de análisis de proceso en el área de encajado

Cursograma analítico		**OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO**				
Diagrama Num:1	Hoja Núm: 1	Resumen				
Objeto: REDUCIR TIEMPO DE CAMBIO DE FORMATO		Actividad		Actual	Propuesta	Economía
		Operación 13				
Actividad: PROCESO DE ENCAJADO		Transporte 5				
Método: ACTUAL		Espera 1				
Lugar: ENCAJADO		Inspección 1				
Operario (s): 1	Ficha núm:	Almacenamiento 0				
		Distancia (m)				
		Tiempo (min-hombre)		105 MIN		
Compuesto por:	Fecha:	Costo				
Aprobado por:	Fecha:	Mano de obra				
		Material				

Descripción	Cantidad	Tiempo(MIN)	Distancia	Simbolo					Observaciones
				○	□	⇨	▽	D	
1) Retiro de bandejas Portapaquetes sobrantes del piso		3.00							
2) Retiro de las cajas sobrantes de la maquina		3.00							
3) Retirar los bolsillos de la máquina		13.00							
4) Guardar los bolsillos y traer otros para el cambio		1.00							Almacén
5) Colocar los bolsillos de la nueva presentación		11.00							
6) Desajuste y regulación de tolvas para el cambio		13.00							
7) Sacar los topes		5.00							
8) Guardar los topes y traer otros topes para el cambio		1.00						.	Almacén
9) Colocar los topes		6.00							
10) Sacar formato		4.00							
11) Llevar y traer formato para el cambio		3.00							Almacén
12) Sacar chupones		6.00							
13) Guardar chupones		1.00						.	Almacén
14) Colocar los chupones de la nueva presentación		5.00							
15) Sacar empujadores y orejetas de arrastre		8.00							
16) Traer planos de la nueva presentación		1.00							Almacén
17) Colocar empujadores de acuerdo a la presentación		7.00							
18) Regulación de la entrada de cajas		7.00							
19) Simulación de prueba de arranque		4.00							
20) Espera de paquetes del proceso de envasado		3.00							
Total		105		13	1	5	0	1	

De la gráfica, podemos concluir que el total de las actividades toman un aproximado de 105 minutos, operación 13, transporte 5, inspección 1 y demora 1; dando un total de 20 actividades. Como podemos observar en el diagrama de análisis de proceso en la actividad 4, 8, 11, 13 y 16 se pierde tiempo en ir y traer las herramientas para realizar el cambio de formato.

3.2.3 Fase 3: Implementación de la herramienta SMED

Paso 1: **Conversión de actividades internas a externas**

Luego de realizar la toma de tiempos, se realiza una serie de eventos para concientizar y hacer conocimiento al personal sobre el método que será aplicado en el área de encajado. Como primer paso se realiza una charla informativa del método a los trabajadores, una vez aprobada el método de implementación se procede a dar a conocimiento a los trabajadores la importancia de aplicar la metodología SMED con el objetivo de incrementar la productividad. Luego, se realiza la capacitación del método SMED a los trabajadores involucrados que intervienen en el cambio de formato de la máquina. Se detalla de qué manera se va a realizar los trabajos en el proceso y se realizará una simulación de cambio con los involucrados para ver que problemas se presenta o que se necesita para llegar al objetivo planteado. Separación de operaciones internas y externas: Cabe resaltar que las operaciones internas son aquellas que se realizan con la máquina parada y las operaciones externas son aquellas que se pueden realizar con la máquina en marcha.

Se procede a separar en dos, las formas de minimizar los tiempos del setup, la verificación de las herramientas y útiles que se utilizarán en el cambio de formato. Es una actividad que debería ser manejado como externa, de tal manera que las herramientas necesarias ya deberían estar en el puesto de trabajo desde antes de iniciar el cambio de formato. En simultáneo se deberían efectuar las actividades del 1 al 14 mientras la máquina se encuentra parada. Cabe resaltar que el cambio se realiza con otro operador previamente capacitado. Los tiempos propuestos de manejarse en simultáneo es de 70 minutos aproximadamente, que es menor a los 105 minutos que se tomaba inicialmente. (ver anexo, figura 11)

Conversión de tiempos internos en externos

El paso a continuación es identificar las operaciones internas que puedan realizarse mientras la máquina está en funcionamiento para por transformarlas a operaciones externas. Con el Check list, se visualiza las herramientas y útiles necesarios para realizar el cambio de formato. Los involucrados tienen que estar presentes para el cambio. Y lo más importante esta tarea tiene que realizarse cuando la máquina está en movimiento para ganar tiempo. Se garantizará que no haya errores antes del cambio de formato, es importante establecer una lista para cada cambio de formato.

Figura 11

Lista de herramientas para el cambio de formato

Lista de herramientas					
Herramientas para realizar el cambio de formato	**Cantidad**	**Verificación**	**Utiles**	**Cantidad**	**Verificación**
Llave tipo ratchet de 1/2	3	✓	Chupones succionadores	12	✓
Llave tipo ratchet 11	3	✓	Bolsillos	72	✓
Llave tipo ratchet 13	3	✓	Formato para el cambio	1	✓
Llave hexagonal 4mm	3	✓	Guias y topes	2	✓
Llave hexagonal 6mm	3	✓	Responsable :		
Guantes	2	✓	Fecha:		
Lentes con sujetador	2	✓	Producto:		

Una vez realizado la comprobación de las herramientas y piezas que se utilizarán en el cambio de formato, se procede a los pasos para la aplicación del método SMED. Al tener las herramientas al alcance se ahorra en economías de movimientos, por lo que fue necesario tener una vitrina cerca de las máquinas en la que se pueda guardar las piezas.

Perfeccionar las operaciones internas y externas:

El propósito es perfeccionar las operaciones de preparación, incluida las operaciones elementales tanto externas como internas. Si tomamos como referencia el trabajo en paralelo, el tiempo ganado es de 35 minutos, que representa el 33.4% de reducción.

Paso 2: Estandarizar las operaciones

Implementar la herramienta del SMED en el proceso de encajado e incrementar la eficiencia, así como reducir los tiempos de parada de cambio de formato para que sea más rápido y eficiente con la ayuda de otro colaborador capacitado para realizar el trabajo en paralelo. Se busca estandarizar las operaciones con el fin de mejorar el tiempo de cambio a 70 minutos aproximadamente. Con la ayuda del personal capacitado se logrará mejorar la productividad y la eficiencia de la línea 1.

Paso 3: Toma de tiempos final

Figura 12

Diagrama de análisis de proceso mejorado en el área de encajado

Cursograma analítico		**OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO**							
Diagrama Num:1	Hoja Núm: 1	Resumen							
Objeto: REDUCIR TIEMPO DE CAMBIO DE FORMATO		Actividad			Actual			Propuesta	Economía
		Operación 18							
Actividad: PROCESO DE ENCAJADO		Transporte 0							
Método: MEJORADO		Espera 1							
Lugar: ENCAJADO		Inspección 1							
Operario (s): 1	Ficha núm:	Almacenamiento 0							
		Distancia (m)							
		Tiempo (min-hombre)			70 min				
Compuesto por:	Fecha:	Costo							
Aprobado por:	Fecha:	Mano de obra							
		Material							

Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia	Simbolo					Observaciones
				○	□	⇨	▽	D	
1) Retiro de bandejas Portapaquetes sobrantes del piso		1.50							
2) Retiro de las cajas sobrantes de la maquina	3	1.50							
3) Retirar los bolsillos de la máquina		7.00							
4) Guardar los bolsillos y traer otros para el cambio	22	1.00							
5) Colocar los bolsillos de la nueva presentación		7.00							
6) Desajuste y regulación de tolvas para el cambio		7.00							
7) Sacar los topes		4.00							
8) Guardar los topes y traer otros topes para el cambio		1.00						.	
9) Colocar los topes	13	4.00							
10) Sacar formato		3.00							
11) Llevar y traer formato para el cambio		1.00							
12) Sacar chupones		5.00							
13) Guardar chupones		1.00						.	
14) Colocar los chupones de la nueva presentación		5.00							
15) Sacar empujadores y orejetas de arrastre	22	5.00							
16) Traer planos de la nueva presentación		1.00							
17) Colocar empujadores de acuerdo a la presentación		5.00							
18) Regulación de la entrada de cajas		5.00							
19) Simulación de prueba de arranque	10	3.00							
20) Espera de paquetes del proceso de envasado		2.00							
Total		70.00		18	1	0	0	1	

En la figura, como último paso, observamos que al tener un operario adicional se reduce el tiempo ya que el trabajo se realiza en forma paralela. El tiempo en un DAP inicial se desperdiciaba en cuanto a los movimientos del maquinista en ir y traer las herramientas para el cambio, se ahorra en economías de movimiento.

3.3 Diseño de indicadores

Figura 13

Indicador propuesto

1.- Objetivo del indicador	
2.- Expresión matemática	
Donde: $Productividad = \frac{Produccion}{Recursos}$ $OEE\ \% = \frac{Producción\ real}{Producción\ ideal}$ $OEE\ \% = Disponibilidad\ x\ Rendimiento\ x\ Calidad$	
3.- Nivel de referencia	
	90% - 100% **83% - 90%** **0% - < 83%**
4.- Responsable	
Jefe de Producción	
5.- Punto de lectura e instrumento	
Punto de lectura: Jefe de produccion	
Instrumento: SAP, controles y base de datos	
6.- Medición y reporte	
Frecuencia:	**Diario**
Reporte:	**Semanal**
7.- Relación Causa - Efecto	
A mayor disponibilidad de máquina, mayor productividad	

3.4 Consideraciones para la implementación

3.4.1 Presupuesto de la solución: Gestión de recursos

La gestión de recursos y presupuesto para el desarrollo de la implementación en este presente trabajo está comprendida por los gastos que se mencionan a continuación.

Figura 14

Presupuesto de Implementación

Descripción	Precio (Soles)
ANÁLISIS DEL PROCESO	
Capacitaciones Herramientas Lean Manufacturing	S/ 48,600.00
Aplicación de las 5S	S/ 96,000.00
Aplicación del SMED	S/ 144,000.00
Equipo de computo (02 laptops)	S/ 6,000.00
Formatería para 5S y SMED	S/ 1,000.00
formatos para procedimientos e indicadores	S/ 1,000.00
IMPLEMENTACIÓN IN SITU	
Procedimiento de charla informativa	S/ 81,000.00
Registro de producción	S/ 84,000.00
Verificación de indicadores	S/ 72,000.00
Equipos y herramientas	S/ 8,000.00
	S/ 541,600.00

3.4.2 Cronograma de desarrollo: Gestión del tiempo.

A continuación, presentamos las actividades y el tiempo que tomó desarrollar la implementación, a través del diagrama de Gantt.

Figura 15

Diagrama de Gantt de la implementación del SMED

Actividades durante la implementación del SMED									
PROYECTO: Aplicación de SMED en Encajado				UNIDAD DE TIEMPO: 8 meses					
Actividad	Nombre	10							
		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8
1	Verificación de indicadores								
2	Estudio de la mejora SMED								
3	Presentación de la metodología								
4	Aprobación de la metodologia								
5	Charla informativa del método								
6	Capacitación a los colaboradores								
7	Verificación de equipos y herramientas								
8	Adquirir herramientas y útiles								
9	Aplicación del SMED Y 5S								
10	Resultados								

Aquí se mencionan las actividades programadas que se desarrolló durante el periodo de 8 meses, asimismo se empezó las mediciones de comparación sobre el antes y después de la metodología SMED, toma de tiempos y 5s.

CAPÍTULO 4

En este capítulo se desarrollará los resultados del proyecto y la evaluación económica para demostrar que las herramientas propuestas en la implementación sean eficientes y se cumpla con el objetivo de la propuesta.

4.1 Validación funcional

Indicador de Eficacia de producción:

Con los resultados obtenidos en la propuesta de mejora logramos evidenciar que la eficacia de producción seria de un 95%, con ello estaríamos cumpliendo con la meta de nuestra tesis

Tabla 6

Indicadores actuales y esperados

INDICADORES ACTUALES Y ESPERADOS

	PRE	POST	MEJORA (%)
Productividad	75%	90%	15%
Tiempo de cambio	105 min	70 min	35min = 33.3%
Disponibilidad de máquina	76%	84%	8%
N° de actividades por cambio	20	5	75%
Capacidad de línea	350TN / Turno	450-480TN / Turno	20%
Cajas produccidas x turno (8h)	3,800	4,255	12%

Para concluir, tenemos que inicialmente el tiempo de demora en el cambio de formato del área de encajado era de 105 minutos, luego de la aplicación de la herramienta SMED el tiempo se redujo a 70 minutos por cada cambio de formato, como consecuencia mejoramos la producción de galletas con un nivel de eficacia de producción del 90 %.

También, podemos deducir que se mejoró en un 66% el tiempo respecto al cambio de formato. Esto quiere decir que el tiempo ganado fue de 35 minutos. Esto se ve reflejado en las

masas que se producirán para obtener una mayor producción y llegar al diario de producción de cada mes.

4.2 Evaluación del impacto económico

La utilidad anual que la empresa deja de percibir debido a su proceso de producción actual en la línea 1 de planta galletera es de S/2,691,000.000 soles, para el análisis vamos a considerar este monto como un sobrecosto que se genera en la empresa. Con la propuesta de mejora lograremos que el proyecto sea económicamente rentable. Para determinar si el proyecto es rentable para la empresa hemos considerado tres escenarios (optimista, conservador y pesimista) para su respectiva evaluación. A continuación, se muestra el cuadro con los tres escenarios:

Tabla 7

Evaluación de los tres escenarios

Escenario optimista	Escenario conservador	Escenario pesimista
100%	50%	30%
S/ 2,691,000.00	S/ 1,345,500.00	S/ 807,300.00

De la tabla 06, se muestra el monto que se lograría percibir en utilidades por cada escenario. En el optimista se lograría percibir el 100%, en el conservador se lograría percibir el 50% y el pesimista se lograría percibir el 30% de la utilidad.

Luego de analizar los escenarios procedemos a calcular el COK:

COK = Klr + (Km - Klr) * Beta + Riesgo país

Donde:

Klr: Rendimiento o tasa libre de riesgo.

Km: Rendimiento bolsa de valores

Beta: Beta promedio del sector alimentos.

Riesgo país: EN base al coeficiente del riesgo.

Tabla 8

Resumen de la evaluación de los tres escenarios

	ESCENARIO OPTIMISTA (100%)	ESCENARIO MODERADO (50%)	ESCENARIO PESIMISTA (25%)
TIR	78%	35%	15%
VAN	S/1,685,667.67	S/52,855.11	S/65,710.09
RATIO B/C	3.54	1.7	0.97
TIEMPO DE RECUPERACIÓN (años)	1.3	2.7	4.4
COK	12%	12%	12%

Del cuadro, el escenario optimista y conservador son rentables para la empresa y ello se evidencia en el TIR de 78%, y 35% respectivamente, siendo estos valores mayores al 15% (tasa de rentabilidad del accionista). Sin embargo, para el escenario pesimista el TIR de 15% no resulta rentable y por ello se debe considerar como aceptable a los escenarios optimista y moderado. Finalmente, nos enfocaremos en el escenario optimista.

Tabla 9

Flujo de caja

ESCENARIO OPTIMISTA	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8
INVERSIÓN									
Parte 1: Capacitaciones	S/ 288,600.00								
Parte 2: Elaboración, implementación y seguimiento	S/ 237,000.00								
Equipos y formateria	S/ 16,000.00								
TOTAL INVERSIONES	**S/ 541,600.00**								
INGRESOS	***0***	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***
Monto en Utilidad		S/ 1,638,697.40	S/ 1,638,697.40	S/ 1,638,697.40	S/ 1,638,697.40	S/ 1,638,697.40	S/ 1,638,697.40	S/ 1,638,697.40	S/ 1,638,697.40
Utilidad sin sobre costo		S/ 1,171,045.46	S/ 1,171,045.46	S/ 1,171,045.46	S/ 1,171,045.46	S/ 1,171,045.46	S/ 1,171,045.46	S/ 1,171,045.46	S/ 1,171,045.46
Incremento logrado con la mejora (100%)		S/ 467,651.94	S/ 467,651.94	S/ 467,651.94	S/ 467,651.94	S/ 467,651.94	S/ 467,651.94	S/ 467,651.94	S/ 467,651.94
INGRESOS TOTAL		S/ 467,651.94	S/ 467,651.94	S/ 467,651.94	S/ 467,651.94	S/ 467,651.94	S/ 467,651.94	S/ 467,651.94	S/ 467,651.94
IMPUESTOS									
Equipos		S/ 51,948.00							
Asesoría		S/ 42,660.00							
Capacitaciones		S/ 2,880.00							
TOTAL IMPUESTOS		**S/ 97,488.00**							
FLUJO DE CAJA OPERATIVO	**-S/ 541,600.00**	**S/ 370,163.94**	**S/ 467,651.95**	**S/ 467,651.95**	**S/ 467,651.95**	**S/ 467,651.95**	**S/ 467,651.95**	**S/ 467,651.95**	**S/ 467,651.95**

OPCIONES	COK	VAN	COSTO A VALOR ACTUAL	BENEFICIO A VALOR ACTUAL	RATIO B/C
Esperado Inversionista	13.74%	S/1,685,667.67	S/ 628,557.45	S/ 2,227,267.67	3.54

TIR	78%	Mensual
TIEMPO DE RECUPERACIÓN	1.29	Años
	15.51	Meses

Según el flujo del proyecto presentado en la tabla, el proyecto presenta viabilidad positiva. El análisis muestra un VAN con valor de S/ 1,685,667.67, siendo mayor a 0, lo cual indica ser una implementación rentable. También se calculó el TIR, siendo el valor de 78%. Finalmente, a lo que refiere la relación Beneficio / Costo se obtuvo que por cada sol invertido se obtendrá como beneficio S/. 3.54

4.3 Evaluación de impactos no económicos

4.3.1 Impactos ambientales

La evaluación de impactos ambientales abarca el análisis del input y output de las actividades operativas. Siendo las principales la preparación, horneado y empacado, teniendo en cuenta estas actividades, se identificó que los principales impactos ambientales son la de contaminación del aire y agua

En América Latina, Lima es la ciudad con mayor índice de contaminación del aire. El índice general para Lima es de 38 microgramos de PM, actualmente la capital se encuentra registrando valores de 58 microgramos (El Comercio,2014).

Las principales actividades antrópicas actuales presentan un impacto negativo referente al uso adecuado del. Actualmente en el Perú, existe una descarga anual de 960.5MMC de desagües siendo la de mayor proporción perteneciente a los desagües domésticos (64%), seguido de las descargas proveniente de efluentes mineros (25.4%), industriales (5.65%) pesqueros (4.4%) y otros.

4.3.2 Impactos legales

El presente trabajo de suficiencia profesional no tiene relación con los impactos político-legal, ya que la implementación se desarrolla en las operaciones internas de la organización.

4.3.3 Impacto económico

El impacto económico mide los beneficios de la inversión en una organización. El presente trabajo tiene relación con este impacto, ya que, el modelo propuesto incrementa los ingresos de la empresa debido a que se incrementa la eficiencia a través de la reducción de tiempos en las paradas

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La metodología SMED nos permite reducir al mínimo el tiempo que toma los cambios de formato en el área de encajado y a su vez nos permite incrementar la producción de galletas de la empresa en estudio

Implementando la metodología SMED y aplicando el Estudio de tiempos se logra incrementar la eficacia de producción al 95% en la línea 1 de planta galletera de la empresa en estudio.

Capacitar continuamente en temas de mejora continua (Herramientas Lean Manufacturing) a los colaboradores involucrados en el proceso con la finalidad de conseguir mayor eficiencia en sus actividades diarias.

Implementar un sistema de seguimiento a los procedimientos que se elaboraron en la propuesta de mejora para cumplir con éxito el objetivo del proyecto.

REFERENCIAS

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019). *Demografía empresarial en el Perú*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_demografia_empresarial_nov2019.pdf

Banco Central de Reserva del Perú. (2023, 20 de abril). *Actividad económica de febrero de 2023*. https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Notas-Estudios/2023/nota-de-estudios-28-2023.pdf

El Peruano. (2023, 29 de mayo). Consumo masivo: una recuperación lenta, pero segura. https://elperuano.pe/noticia/213945-consumo-masivo-una-recuperacion-lenta-pero-segura

Suveg, B., & Sriharsha, H., (2020). Improvement of Overall Equipment Efficiency of Machine by SMED. *Materialstoday: Proceedings*, *14*(2), 463-472. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785320329205?via%3Dihub

Lozano, J., Saenz-Diez, J., Martinez, E., Jimenez, E., & Blanco, J. (2019). Centerline-SMED integration for machine changeovers improvement in food industry. *Production Planning & Control*, *30*(9), 764-778. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09537287.2019.1582110.

Betancourt, D. (2019). Qué es el estudio de métodos y cómo se hace en 8 etapas. *Ingenio empresa*. Recuperado el 10 de noviembre del 2023, de https://www.ingenioempresa.com/estudio-de-metodos/

Veres, C., Marian, L., Moica, S. & Al-Akel, K. (2018). Case study concerning 5S method impact in an automotive Company. *Procedia Manufacturing, (22*), 900-905. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.127

El Comercio. (2014, 07 de mayo). Lima es la ciudad más contaminada de Latinoamérica. https://elcomercio.pe/ciencias/planeta/lima-tiene-peores-niveles-contaminacion-latinoamerica-noticia-1727740/?ref=ecr

ANEXOS

Anexo 1

Porcentaje OEE de la línea de producción de galletas

CÁLCULO OEE	
TURNO (Horas)	8
ALMUERZO (min)	45
PARADAS PROGRAMADAS (min)	10
TOTAL TURNO (min)	435
TIEMPO MUERTO (min)	105
VELOCIDAD IDEAL (min,ppm)	13
PRODUCTO PRODUCIDO (Cajas)	3800
PNC (kg)	100
DISPONIBILIDAD	76%
DESEMPEÑO	89%
CALIDAD	97%
%OEE	65%

Anexo 3

Registro de control de producción – Año 2022

REGISTRO DE CONTROL DE PRODUCCIÓN 2022				
MES	DATOS DE CONTROL DE PRODUCCIÓN			
	REAL	PROGRAMADO	CANTIDAD NO PRODUCIDA	EFICIENCIA
ENERO	350	500	150	70.0%
FEBRERO	380	490	110	77.6%
MARZO	345	500	155	69.0%
ABRIL	390	497	107	78.5%
MAYO	350	495	145	70.7%
JUNIO	380	498	118	76.3%
JULIO	356	488	132	73.0%
AGOSTO	400	500	100	80.0%
SETIEMBRE	405	495	90	81.8%
OCTUBRE	364	486	122	74.9%
NOVIEMBRE	350	475	125	73.7%
DICIEMBRE	349	490	141	71.2%
	4419	**5914**	**1495**	**75%**

Anexo 3

Margen de ganancias por galletas no producidas en el año 2022

MESES	COSTOS	VENTAS	MARGEN DE GANANCIAS
Enero	S/ 480,000.00	S/ 750,000.00	S/ 270,000.00
Febrero	S/ 352,000.00	S/ 550,000.00	S/ 198,000.00
Marzo	S/ 496,000.00	S/ 775,000.00	S/ 279,000.00
Abril	S/ 342,400.00	S/ 535,000.00	S/ 192,600.00
Mayo	S/ 464,000.00	S/ 725,000.00	S/ 261,000.00
Junio	S/ 377,600.00	S/ 590,000.00	S/ 212,400.00
Julio	S/ 422,400.00	S/ 660,000.00	S/ 237,600.00
Agosto	S/ 320,000.00	S/ 500,000.00	S/ 180,000.00
Setiembre	S/ 288,000.00	S/ 450,000.00	S/ 162,000.00
Octubre	S/ 390,400.00	S/ 610,000.00	S/ 219,600.00
Noviembre	S/ 400,000.00	S/ 625,000.00	S/ 225,000.00
Diciembre	S/ 451,200.00	S/ 705,000.00	S/ 253,800.00
Total	**S/ 4,784,000.00**	**S/ 7,475,000.00**	**S/ 2,691,000.00**

4

Anexo 4

Preguntas preliminares

PROPOSITO	¿Qué se hace?	¿Por qué se hace?
	Se realiza el cambio de formato de una presentación a otra por el tamaño de caja	Porque es necesario para cambiar de producto
LUGAR	¿Dónde se hace?	¿Por qué se realiza alli?
	En la planta de galletas, en el área de encajado	Porque es parte del proceso para llegar al producto terminado
SUCESIÓN	¿Cuándo se hace?	¿Por qué se hace ?
	Cada que requiere un cambio de producto A - B	Porque es necesario para el cambio de formato
PERSONA	¿Quién lo hace?	¿Por qué lo hace?
	Lo realiza el maquinista	Está capacitado por la empresa
MEDIOS	¿Cómo se hace?	¿Por qué se hace de ese modo?
	Paso1: Termina el producto anterior y se procede a cambiar de formato para el siguiente producto.	Porque es un proceso rutinario que realiza el maquinista
	Paso 2: Se retiran las piezas de la máquinapara colocar los cambios del siguiente producto.	
	Paso 3: Luego de regular y colocar todas las piezas de la máquina, se procede con el arranque de linea	

Anexo 5

Preguntas de fondo

PROPOSITO	¿Qué otra cosa podría hacerse?	¿Qué debería hacerse?
	Se podría buscar nuevas formas de realizar el cambio de formato para evitar demoras.	Un estudio de método para reducir el tiempo de cambio de formato, se necesitaría una ayuda adicional para el cambio
LUGAR	¿En qué otro lugar podría hacerse?	¿Dónde debería hacerse?
	Se mantendría en el mismo lugar	En el mismo lugar
SUCESIÓN	¿Cuándo podría hacerse?	¿Cuándo debería hacerse?
	Cuando se cambia de producto	Según la programación
PERSONA	¿Qué otra persona podría hacerlo?	¿Quién debería hacerlo?
	Un trabajador capacitado para realizar el cambio junto con el maquinista	El maquinista y su ayudante previamente capacitado
MEDIOS	¿De qué otro modo o forma podría hacerse?	¿Cómo debería hacerse?
	Ambos trabajadores se ayuden para evitar la demora en cuanto al transporte del maquinista	Según las instrucciones de cómo se debe realizar el cambio en la máquina

Anexo 6

Toma de datos (cronometraje, valoración y determinación de número de observaciones)

N° elementos	Descripción del elemento	Tiempos observados (SEG)					Prom T.O
		1	2	3	4	5	
1	Retiro de bandejas portapaquetes sobrantes del piso	118	119	120	119	119	119
2	Retiro de las cajas sobrantes de la máquina	122	119	117	118	116	118.4
3	Retirar los bolsillos de la máquina	600	597	596	950	592	667
4	Guardar los bolsillos y traer otros para el cambio	59	58	53	62	63	59
5	Colocar los bolsillos de la nueva presentación	540	538	980	536	545	627.8
6	Desajuste y regulación de tolvas para el cambio	597	598	605	610	589	599.8
7	Sacar los topes	239	245	240	236	247	241.4
8	Guardar los topes y traer otros topes para el cambio	59	58	65	50	62	58.8
9	Colocar los topes	300	296	298	288	600	356.4
10	Sacar formato	177	179	170	175	178	175.8
11	Llevar y traer formato para el cambio	119	117	115	110	123	116.8
12	Sacar chupones	238	241	246	235	540	300
13	Guardar chupones	59	57	53	49	62	56
14	Colocar los chupones de la nueva presentación	239	237	245	240	236	239.4
15	Sacar empujadores y orejetas de arrastre	358	365	352	357	349	356.2
16	Traer planos de la nueva presentación	58	56	49	62	64	57.8
17	Colocar empujadores de acuerdo a la presentación	298	296	305	624	293	363.2
18	Regulación de la entrada de cajas	289	292	297	305	294	295.4
19	Simulación de prueba de arranque	182	178	185	176	191	182.4
20	Espera de paquetes del proceso de envasado	120	123	119	115	125	120.4

Anexo 7

Tomas de tiempos, límite superior e inferior de 22 actividades

N° E	Tiempos observados (SEG)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	118	119	120	119	119	117	119	122	125	129	118	116
2	122	119	117	118	116	118	117	119	120	123	119	120
3	600	597	596	0	592	600	585	594	592	598	586	588
4	59	58	53	62	63	59	49	56	54	65	68	63
5	540	538	0	536	545	540	538	537	536	548	550	552
6	597	598	605	610	589	595	598	610	605	589	587	593
7	239	245	240	236	247	238	245	241	237	245	250	252
8	59	58	65	50	62	57	58	63	52	61	59	58
9	300	296	298	288	0	305	298	298	289	305	310	315
10	177	179	170	175	178	178	175	170	176	178	180	185
11	119	117	115	110	123	119	118	114	110	124	120	124
12	238	241	246	235	0	238	242	245	235	243	247	249
13	59	57	53	49	62	58	57	56	48	62	60	64
14	239	237	245	240	236	239	238	243	240	236	249	256
15	358	365	352	357	349	358	364	356	357	349	370	372
16	58	56	49	62	64	59	57	49	62	69	65	62
17	298	296	305	0	293	298	297	302	308	298	302	300
18	289	292	297	305	294	287	297	295	305	294	289	287
19	182	178	185	176	191	181	179	183	176	192	180	186
20	120	123	119	115	125	121	123	119	118	125	117	115

Tiempos observados (SEG)												
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Prom.Total	LI	LS
120	121	126	128	123	119	120	115	118	123	121	99	143
114	123	128	130	125	130	122	121	118	116	121	100	143
599	605	610	607	588	589	591	587	584	590	594	487	701
61	52	53	54	58	49	48	56	59	57	57	46	67
546	543	538	535	546	552	556	551	552	539	545	447	643
605	608	603	595	598	586	587	593	607	602	598	490	705
246	247	239	237	246	234	252	256	246	238	244	200	288
52	62	63	64	67	58	54	57	59	62	59	49	70
308	297	289	306	302	298	289	288	304	306	300	246	354
187	189	175	183	182	189	176	179	180	182	180	148	213
128	126	119	117	115	128	123	121	113	117	120	98	141
239	248	234	229	236	249	253	254	249	258	244	200	288
69	49	57	52	56	57	65	67	69	58	59	48	70
253	248	247	239	234	230	249	249	246	237	243	199	287
359	348	349	362	365	360	351	349	345	360	357	293	422
63	64	67	59	58	52	49	47	58	63	59	48	70
305	310	258	257	249	302	301	305	313	306	295	242	348
293	294	300	310	305	308	298	286	307	304	298	244	351
195	184	178	176	192	193	195	179	168	165	182	150	215
127	129	133	134	125	119	118	115	128	134	124	101	146

Anexo 8

Implementación de la metodología SMED

Implementación de la metodología SMED		
Metodología de trabajo aplicando SMED		
Maquinista		
Ayudante		
Pasos para realizar las tareas en simultáneo		
PASO 1		
Retiro de bandejas portapaquetes sobrantes del piso cajas sobrantes de la máquina para el cambio	Retiro de	Maquinista Ayudante } PARALELO
PASO 2		
Retirar los 68 bolsillos de la máquina bolsillos del nuevo producto tolvas del nuevo producto (3 tolvas 24 pernos)	Colocar los 68 Desajuste y regulación de	Maquinista Ayudante } PARALELO
PASO 3		
Sacar guia y/o tope (1 guia con 8 pernos) y/o topes (1 guia y/o topes con 8 pernos) del formato)	Colocar guia Sacar formato (Regulación	Maquinista Ayudante } PARALELO
PASO 4		
Sacar chupones y colocar del nuevo producto empujadores y/o orejetas de arrastre empujadores del nuevo producto	Sacar Colocar los	Maquinista Ayudante } PARALELO
PASO 5		
Regulación de la entrada de las cajas prueba de arranque (configuración de equipo) de envasado	Simulacion o Espera de paquetes del area	Maquinista Ayudante } PARALELO
Número de operaciones en paralelo : 5		
Tiempo total del cambio de formato : 70 minutos		