

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

"Rediseño del proceso de sellado en una empresa dedicada a la
producción de empaques plásticos flexibles"

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Materia Integradora

Previo la obtención del Título de:

INGENIERAS INDUSTRIALES

Presentado por:

Guadalupe Elizabeth Jijón Amaya

Noeli Alejandra Montalvo Loaiza

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2017

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios por todas las bendiciones recibidas y permitirme alcanzar esta meta tan anhelada. A mis tíos Máximo y Magdalena por apoyarme durante toda mi etapa universitaria recibíendome en su hogar como a una hija.

A mi mamá por ser el pilar fundamental en mi vida y mi gran ejemplo a seguir, gracias a ella juntas estamos cumpliendo este logro.

A mi padre y mis hermanas por sus consejos y respaldo en cada decisión tomada. A Omar V. por haber sido mi compañero y apoyo incondicional en estos años. A nuestra tutora Msc. María Fernanda López, quien fue una excelente guía brindándonos consejos para el desarrollo de este proyecto.

Noeli Montalvo

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme disfrutar de esta experiencia tan gratificante al cumplir una de las metas más importantes de mi vida.

Mi madre, Jenny Amaya Matamoros, quien con su esfuerzo y constante apoyo en todas las etapas de mi carrera ha sabido guiarme para no desfallecer y ser mi ejemplo de dedicación.

A mis familiares y amigos que contribuyeron con el desarrollo de este proyecto. A Byron L., por estar a mi lado en todo este arduo proceso y brindarme su compañía en los momentos más difíciles. A nuestra tutora María Fernanda López, quien con su experiencia supo guiarnos para desarrollar un excelente trabajo.

Guadalupe Jijón Amaya.

DECLARACIÓN EXPRESA

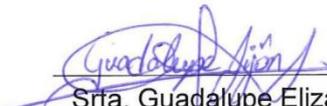
“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la Materia Integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Jijón Amaya Guadalupe Elizabeth

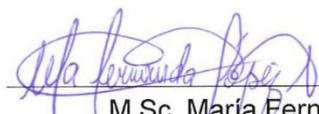
Montalvo Loaiza Noeli Alejandra

M.Sc. López Sarzosa María Fernanda

Y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.


Sra. Guadalupe Elizabeth
Jijón Amaya
Autora 1


Sra. Noeli Alejandra
Montalvo Loaiza
Autora 2


M.Sc. María Fernanda
López Sarzosa
Tutora de Materia Integradora

RESUMEN

El presente proyecto se realizó en una empresa dedicada a la producción de empaques plásticos flexibles con la finalidad de incrementar la eficiencia promedio operacional en un 4% a partir del mes de agosto con respecto a la situación inicial; la cual, con base en datos históricos, es del 73% hasta abril del último año. No ha alcanzado el nivel esperado por la empresa del 75%; a pesar de los incentivos económicos otorgados durante este periodo. Por lo cual, se propuso mejorar el proceso de sellado aplicando herramientas de lean manufacturing apropiadas como SMED para el cambio de trabajo de una a dos líneas de las máquinas 3 y 4, lo cual fue posible replicar a las demás máquinas y operadores bajo ciertas circunstancias. Se estandarizó el proceso general de cambio de trabajo, se creó un cambio formal de turno y la implementación de 5S's en el área de herramientas y limpieza. Como resultado, el tiempo promedio de cambios de trabajo de una a dos líneas ha disminuido en un 24.7%; los tiempos no productivos de cambio de turno han sido reducidos a 10 minutos y los procesos han sido estandarizados. Como método de control se determinaron auditorias de 5S's y lecciones de un punto a los operadores.

De acuerdo con un análisis de datos de una muestra de las 2 últimas semanas del mes de agosto, la eficiencia promedio operacional luego de la implementación es del 79%. Por lo tanto se concluye que una vez implementadas las mejoras propuestas fue posible cumplir con el objetivo.

Palabras clave: lean manufacturing, SMED, 5S's, eficiencia, cambio de trabajo.

ABSTRACT

The present project was performed in a company dedicated to the production of flexible plastic packaging in order to increase the average operational efficiency by 4% from the month of August with respect to the initial situation; which, based on historical data, is 73% until April of this year. It has not reached the level expected by the company of 75%; despite the economic incentives granted during this period. Therefore, it was proposed to improve the sealing process by applying appropriate lean manufacturing tools such as SMED for the work change from one to two lines of machines 3 and 4, which it was possible to replicate to other machines and operators under certain circumstances; the general process of work change was standardized, a formal shift change was created and the implementation of 5S's in the area of tools and cleaning. As a result, the average time of work changes from one to two lines has decreased by 24.7%; the non-productive shift change time has been reduced to 10 minutes and processes have been standardized. As a control method, audits of 5S's and one-point lessons were determined for the operators.

According to a data analysis of 2 weeks of August sample, the average operational efficiency after implementation is 79%. Therefore, it is concluded that once the proposed improvements were implemented it was possible to meet the objective.

Keywords: lean manufacturing, SMED, 5S's, efficiency, set up.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
CAPÍTULO 1.....	11
1. Introducción	11
1.1 Descripción del problema	12
1.2 Objetivos	12
1.2.1 Objetivo General.....	12
1.2.2 Objetivos Específicos.....	12
1.3 Marco teórico.....	13
1.3.1 DMAIC	13
1.3.2 SMED	14
1.3.3 Técnica 5W+1H	15
1.3.4 SIPOC.....	15
1.3.5 Voz del cliente (VOC)	16
1.3.6 Diagrama de Afinidad	16
1.3.7 Diagrama de Pareto.....	16
1.3.8 Diagrama de Procesos	17
1.3.9 5S´s en el área de herramientas.....	17
CAPÍTULO 2.....	18
2. Metodología	18
2.1 Definición.....	18

2.1.1	Levantamiento de información	19
2.1.2	Declaración del Problema	23
2.1.3	Determinación del alcance	23
2.1.4	Necesidades del Cliente	25
2.2	Medición	28
2.2.1	Plan de recolección de datos	29
2.2.2	Diagramas de procesos	29
2.2.3	Validación de los datos	30
2.3	Análisis	32
2.3.1	Muestreo de trabajo	33
2.3.2	Diagrama de Pareto	35
2.3.3	Diagrama Ishikawa	36
2.3.4	Matriz 5 ¿Por qué's?	36
2.3.5	Priorización de causas	38
2.3.6	Validación de causas	39
2.4	Mejoras	46
2.4.1	Propuestas de mejora	46
2.4.2	Criterios de evaluación de propuestas de mejora	47
2.4.3	Evaluación de propuestas de mejora	48
2.4.4	Plan de implementación de mejoras	50
2.4.5	Implementación	53
2.5	Controles	61
CAPÍTULO 3		62
3.	Resultados	62
3.1	Prueba de medias de tiempo de cambio de trabajo de 1 a 2 líneas	62
3.2	Prueba de media de eficiencia de operadores	63
3.3	Análisis Costo Beneficio	64

CAPÍTULO 4.....	67
4. Discusión y Conclusiones.....	67
4.1 Conclusiones.....	67
4.2 Recomendaciones.....	67
BIBLIOGRAFÍA.....	68
APÉNDICES.....	69

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral.
DMAIC	Definir Medir Analizar Implementar y Controlar.
SMED	Single Minute Exchange of Dies.
VOC	Voice of Customer - Voz del cliente.
SIPOC	Suppliers, Inputs, Process, Outputs and customers.
FIFO	First in, first out.

SIMBOLOGÍA

H	Horas
Kg	Kilogramos
KVA	Kilovoltio Amperio
VAC	Voltios de corriente alterna
Min	minutos

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Metodología del proyecto basado en DMAIC	18
Figura 2.2: Eficiencia promedio mensual por operario	22
Figura 2.3: Herramienta 5W+1H para la declaración del problema	23
Figura 2.4: Diagrama SIPOC para determinar el alcance	24
Figura 2.5: Lluvia de ideas para la determinación del alcance	26
Figura 2.6: Diagrama de afinidad	27
Figura 2.7: Formato de control de registros de tiempos perdidos en "Sellado"	28
Figura 2.8: Resumen de Validación de la información	32
Figura 2.9: Proporción de Componentes del tiempo total programado	33
Figura 2.10: Resultados del muestreo de trabajo durante la jornada laboral	34
Figura 2.11: Pareto de causas que influyen en la pérdida de tiempo en las máquinas de sellado	35
Figura 2.12: ISHIKAWA.....	36
Figura 2.13: Resultado de Prueba de hipótesis para los OP 1 y OP2 de la máquina 3.....	40
Figura 2.14: Resultado de Prueba de hipótesis para los OP 1 y OP de la máquina 3.....	41
Figura 2.15: Resultado de Prueba de hipótesis para los OP 2 y OP 3 de la máquina 3.....	42
Figura 2.16: Resultado de Prueba de hipótesis para los OP 4 y OP 5 de la máquina 4.....	43
Figura 2.17: Resultado de Prueba de hipótesis para los OP 4 y OP 6 de la máquina 4.....	44
Figura 2.18: Resultado de Prueba de hipótesis para los OP 5 y OP 6 de la máquina 4.....	45
Figura 2.19: Matriz de evaluación de propuestas de mejora	49
Figura 2.20: Acciones para reducir tiempos en el cambio de trabajo	55
Figura 2.21: Estandarización de actividades pareadas para el cambio de trabajo de una a dos líneas en las máquinas 3 y 4	56
Figura 2.22: Estandarización de actividades pareadas para el cambio de trabajo	58
Figura 2.23: Capacitación formal a operarios de sellado de los 3 turnos	59
Figura 2.24: Registro de novedades de máquinas	59
Figura 2.25: Implementación de 5S's en el área de herramientas y limpieza	60
Figura 3.1: Box chart del anterior proceso de cambio de trabajo de una a dos líneas vs el nuevo proceso	63
Figura 3.2: Serie de tiempo de la eficiencia operacional luego de la implementación... ..	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Designación general de trabajos para las máquinas de sellado	19
Tabla 2.2: Eficiencia promedio mensual operacional	21
Tabla 2.3: Plan de recolección de datos.....	29
Tabla 2.4: Prueba Piloto para Validación de datos.....	30
Tabla 2.5: Datos para el cálculo del tamaño de la muestra	31
Tabla 2.6: Total de datos Correctos e Incorrectos para tiempos perdidos y empaques de fundas.....	32
Tabla 2.7: Prueba Piloto para muestreo de trabajo	33
Tabla 2.8: Componentes para el cálculo de la muestra.....	34
Tabla 2.9: Matriz de 5 ¿Por qué's?.....	37
Tabla 2.10: Priorización de causas.....	39
Tabla 2.11: Comparación pareada para prueba de medias en el cambio de trabajo de operadores 1 y 2 máquina 3	40
Tabla 2.12: Comparación pareada para prueba de medias en el cambio de trabajo de operadores 1 y 3 máquina 3	41
Tabla 2.13: Comparación pareada para prueba de medias en el cambio de trabajo de operadores 2 y 3 máquina 3	42
Tabla 2.14: Comparación pareada para prueba de medias en el cambio de trabajo de operadores 4 y 5 máquina 4	43
Tabla 2.15: Comparación pareada para prueba de medias en el cambio de trabajo de operadores 4 y 6 máquina 4	44
Tabla 2.16: Comparación pareada para prueba de medias en el cambio de trabajo de operadores 5 y 6 máquina 4	45
Tabla 2.17:Resumen de la prueba de hipótesis para los operarios de las máquinas 3 y 4	46
Tabla 2.18: Propuestas de mejora.....	46
Tabla 2.19: Impacto para análisis de propuestas	47
Tabla 2.20: Criterios para análisis de dificultad de implementación	47
Tabla 2.21: Estimación del criterio de Costo para análisis de propuestas.....	48
Tabla 2.22: Evaluación de factibilidad de propuestas.....	48
Tabla 2.23: Plan de implementación de mejoras	51

Tabla 2.24: Actividades para el cambio de trabajo de una a dos líneas en las máquinas 3 y 4.....	54
Tabla 3.1: Estimación de la diferencia de medias	62
Tabla 3.2: Prueba de hipótesis para medias de cambio de trabajo	63
Tabla 3.3: Análisis de costos de implementación	64
Tabla 3.4: Tiempos reducidos de las actividades en las que se implementaron las mejoras y frecuencia de repetición	65
Tabla 3.5: Datos para determinar la ganancia y beneficio.....	65
Tabla 3.6: Detalle de Ganancias por implementación	65

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se lleva a cabo en una empresa dedicada a la producción de empaques plásticos flexibles, contando con una gran variedad de productos en polipropileno y polietileno de alta y baja densidad con y sin impresión. Esta empresa comenzó sus operaciones en el año 1994. Desde esa fecha, ha ido creciendo en el mercado hasta llegar a ser parte de los líderes en producción de plásticos.

La empresa cuenta con cuatro áreas que son: Marketing y Ventas, Contabilidad, Calidad, Seguridad y Producción. El área de producción se realizan los siguientes procesos: extrusión, impresión, paletizado y sellado; siendo esta última área la cual se desarrollará este proyecto.

La empresa tiene como visión: *“Ser reconocida como una empresa líder en el mercado de los productos de género a nivel nacional y asegurar una competitividad sostenible y rentable permanentemente.”*

Y Misión: *“Proveer a nuestros clientes productos y servicios que excedan sus expectativas, a un costo competitivo en el mercado, de tal forma que represente un ahorro en materia económica y una ventaja en términos de calidad, logrando satisfacer sus necesidades establecidas e implícitas.”*

Para el desarrollo del proyecto se recolectarán datos e información general del manejo de la planta contando con la colaboración del Gerente de Producción, Jefe de Mantenimiento y Asistente de Operaciones. Las personas que ejecutan las actividades operativas en el área del sellado son el líder y ayudante que son los responsables de realizar los cambios de trabajo según las órdenes de producción asignadas a cada máquina, así como el pesado y etiquetado de los empaques y los operadores encarados de empaquetar y ensacar las fundas plásticas

Este proyecto seguirá las fases determinadas por la metodología DMAIC, como una estrategia de calidad que se basa en utilizar datos para mejorar los procesos;

siguiendo sus siglas se comenzará definiendo el problema; medición de datos históricos disponibles; análisis de las causas con el apoyo del diagrama de ISHIKAWA; mejorar las condiciones actuales y controlar las propuestas implementadas.

Con este proyecto se pretende contribuir al incremento de productividad operacional requerido por la empresa; para así cumplir sus expectativas a largo plazo con respecto a la mejora continua.

1.1 Descripción del problema

El proyecto se realiza en el área de sellado de la empresa de plásticos, donde se pudo evidenciar el siguiente problema:

Se ha determinado en base a datos históricos que la eficiencia promedio mensual de los operadores de la línea de sellado, que es del 73% hasta abril del último año, no ha alcanzado el nivel esperado por la empresa del 75%; a pesar de los incentivos económicos otorgados durante este periodo.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Incrementar la eficiencia de los operarios en un 4% a partir del mes de agosto con respecto a la situación actual aplicando herramientas de lean manufacturing apropiadas para el mejoramiento del desempeño del proceso de sellado.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analizar datos históricos registrados por la compañía para evaluar el estado inicial de la eficiencia operacional del proceso de sellado.
- Analizar la situación actual del proceso de sellado utilizando datos históricos.
- Analizar las causas por las que se da el problema para establecer propuestas orientadas a la mejora del proceso productivo.
- Disminuir los tiempos de cambio aplicando la Metodología SMED para incrementar la disponibilidad de los operarios.

- Diseño y redistribución de actividades al personal para mejorar el rendimiento.
- Demostrar el cumplimiento del objetivo general mediante la implementación de las mejoras y análisis de resultados.

1.3 Marco teórico

1.3.1 DMAIC

DMAIC es un modelo estructurado y disciplinado, que consiste en 5 fases conectadas de manera lógica entre sí. Cada fase utiliza diferentes herramientas que son usadas para dar respuesta a ciertas preguntas específicas que dirigen el proceso de mejora.

Definir

Es la fase inicial de la metodología, en donde se identifican posibles proyectos de mejora dentro de una compañía y en conjunto con la dirección de la empresa se seleccionan aquello que se juzgan prometedores.

Para poder realizar una definición apropiada se utilizan herramientas como: la voz del cliente, mapa de proceso SIPOC, técnica 5W+1H (R., 2012).

Medir

Una vez definido el problema a atacar, se debe de establecer que características determinan el comportamiento del proceso. Por esto es necesario identificar las variables de desempeño y las variables de entrada que afectan al desempeño. A partir de estas variables se define la manera en la que será medida la capacidad del proceso, por lo que se hace necesario establecer técnicas para recolectar información sobre el desempeño actual del sistema. Entre las herramientas más comúnmente usadas en esta fase se encuentra: la matriz de priorización, gráficos de Pareto y gráficos de control (R., 2012).

Analizar

Esta etapa tiene como objetivo analizar los datos obtenidos del estado actual del proceso y determinar las causas de este estado y oportunidades de mejora. En esta etapa se seleccionan y se aplican herramientas de análisis a los datos recolectados en la etapa de Medir y se estructura un plan de mejoras potenciales a ser aplicado en el siguiente paso. Entre las

herramientas más comúnmente usadas se encuentran: Diagrama de causa-efecto, estudio de correlación y diagrama de flujo (R., 2012).

Mejorar

En esta etapa se deben identificar posibles soluciones. Se desarrollan, implementan y validan alternativas de mejora del proceso. Para hacer esto se requiere de una lluvia de ideas que genere propuestas, las cuales deben ser probadas usando pruebas pilotos dentro del proceso. La habilidad de dichas propuestas para producir mejoras al proceso debe de ser válidas para asegurar que la mejora potencial es viable (R., 2012).

Controlar

Una vez que se encuentra la manera de mejorar el desempeño del sistema, se necesita encontrar como asegurar que la solución pueda sostenerse sobre un periodo largo de tiempo. Para esto debe de diseñarse e implementarse una estrategia de control que asegure que los procesos sigan corriendo de forma eficiente (R., 2012)

1.3.2 SMED

SMED es el acrónimo de las palabras Single Minute Exchange of Dies, que significa que los cambios de formato necesarios para pasar de un lote al siguiente se pueden llevar a cabo en un tiempo menor a diez minutos, esta metodología fue desarrollada por el ingeniero japonés Shingeo Shingo (Espín, 2013).

Para la aplicación de la técnica SMED se sigue los siguientes pasos:

- Observar

Se debe observar y comprender el proceso que se realiza durante un cambio de trabajo.

- Identificar y Separar

Se debe identificar y separar las operaciones internas y externas. Operaciones internas son aquellas que se realizan con la máquina parada. Las operaciones externas son las que se pueden realizar con la máquina en funcionamiento.

- Convertir

Se convierte las operaciones internas en externas. En este paso se pasan a realizar las operaciones externas fuera del tiempo destinado a cambio, con haber hecho un previo el análisis de las operaciones.

- Refinar

En esta fase se busca la optimización de todas las operaciones tanto internas como externas, teniendo como fin acortar al máximo los tiempos empleados.

- Estandarizar

Se trata de mantener los nuevos tiempos de cambio por lo tanto se debe socializar la nueva técnica para asegurar la implementación. (Espín, 2013)

1.3.3 Técnica 5W+1H

La técnica 5W+1H es una herramienta de análisis que ayuda a la identificación de los factores y condiciones que provocan problemas en los procesos de trabajo. Las 5w y 1h vienen del inglés, y son who, what, where, when, why y how que en español significan: quién, qué, dónde, cuándo, por qué y cómo, respectivamente (Asociación Española para la Calidad, 2017).

- **¿Quién?:** Personas de la empresa que forman parte de la situación a resolver.
- **¿Qué?:** Es el problema delimita las características del problema.
- **¿Cuándo?:** Se identifica el momento o época del año en que ocurre el problema.
- **¿Dónde?:** Define la zona del conflicto, ya sea la ubicación geográfica o el proceso de trabajo del que se trate.
- **¿Por qué?:** Define razones por las cuales está ocurriendo el problema.
- **¿Cómo?:** Secuencia de sucesos que forman el problema.

1.3.4 SIPOC

El diagrama SIPOC, por sus siglas en inglés que corresponden a: Proveedores (S), Entradas (I), Procesos (P), Salidas (O) y Clientes (C). Esta herramienta nos permite analizar el proceso de una manera más detallada.

- Los proveedores son aquellas personas o empresas que aportan recursos al proceso.
- Las entradas es todo aquello que se necesita para llevar a cabo el proceso, ya sea recurso de información, materiales o personas.
- Los procesos es el conjunto de tareas o actividades que convierten las entradas en salidas, añadiéndoles un valor.

- Salida es el producto o servicio que recibirá el cliente.
- El cliente es la persona u organización que recibe el producto final y queda satisfecho con este.

Este diagrama nos permite ver las conexiones que hay en el proceso, ver lo falta y de esta forma añadirlo, para de esta forma mejorar la situación actual del proceso.

1.3.5 Voz del cliente (VOC)

La herramienta voz del cliente nos permite hacer visibles las necesidades de los clientes, traducir estas necesidades en requisitos del servicio o producto que brindemos.

Para realizar la voz del cliente debemos primero recoger las opiniones de los clientes mediante entrevistas, una vez realizado esto debemos extraer los elementos más importantes haciendo un análisis a toda la información brindada por el cliente, luego trasladar expresiones a requerimientos priorizando, para de esta forma mejorar el producto tomando en cuenta los requerimientos del cliente (Trías, González, Flardo, & Flores, 2011).

1.3.6 Diagrama de Afinidad

Este diagrama fue creado por el Dr. Kawakita Jiro en el año 1980. Este diagrama se utiliza para la agrupación y organización de ideas que aporta un grupo sobre un problema complejo que se tiene de un área.

Para el desarrollo de este diagrama primero debe hacerse una reunión con personas capacitadas sobre el tema a tratar, luego crear una lluvia de ideas sobre el tema, seguido de esto se procede a agrupar las ideas relacionadas entre sí (Altamirano Sánchez, 2015).

El diagrama es más que nada una agrupación de ideas que ayudan a conocer el origen de un problema específico dentro de la empresa.

1.3.7 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una técnica desarrollado por el economista Vilfredo Pareto para explicar la concentración de la riqueza. Esta gráfica es una representación gráfica de los datos obtenidos sobre un problema, y ayuda a identificar cuáles son los aspectos prioritarios que hay que tratar. Los aspectos por analizar son identificados y medidos con una misma escala y luego se ordenan de forma descendente, y se calcula el porcentaje total que representa cada factor, así como el porcentaje acumulado. Con

este diagrama demostramos que, el 20% de los artículos analizados representan un 80% o más de la actividad total; por esto a este diagrama también se lo conoce como el Diagrama de 80-20 (Keisen Consultores, 2014).

1.3.8 Diagrama de Procesos

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso, identificándose con símbolos de acuerdo con su tipo (Ruíz & Soriano, 2015).

Los diagramas representan una instantánea en el tiempo, donde se puede apreciar la combinación específica de funciones, pasos, entradas y salidas dentro de un proceso.

1.3.9 5S's en el área de herramientas

Esta herramienta permite reconocer y hallar las herramientas de acuerdo con el cambio en menor tiempo al tener una ubicación fija y así también reducir gastos energía, mejorar la calidad de la producción y tener áreas más limpias y ordenadas (Salazar López, 2016).

- **Seiri – Clasificación:** Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de éstos últimos.
- **Seiton – Orden:** Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.
- **Seisó – Limpieza:** Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado de salud.
- **Seiketsu – Normalización:** Consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos
- **Shitsuke – Mantener la disciplina:** Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas (Soto, 2014).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el desarrollo de este proyecto es DMAIC; la cual está enfocada en la mejora incremental de procesos existentes como lo es el proceso de sellado de fundas en la empresa de plásticos con la finalidad de mejorar la eficiencia promedio operacional de los colaboradores de dicha área disminuyendo los tiempos de cambio de trabajo e incrementando su productividad.

A continuación, en la Figura 2.1 se presenta un esquema de la metodología empleada.



Figura 2.1: Metodología del proyecto basado en DMAIC

Fuente: Elaboración propia

2.1 Definición

En esta etapa se analiza la situación actual de la empresa realizando el levantamiento de la información pertinente a la definición del problema, establecimiento del alcance del proyecto y necesidades del cliente mediante las herramientas: 5W+1H, SIPOC y VOC.

2.1.1 Levantamiento de información

El área de sellado de la empresa cuenta con 7 máquinas selladoras con la capacidad de hacer sello de fondo y lateral; realizar pre-corte como en empaques para pañales; doblez para darle mayor ancho a la funda al ser abierta; orificios en las esquinas de acuerdo con las especificaciones del cliente; colocar asas y el estilo camiseta para facilitar el traslado de los productos. Más detalles de las operaciones planificadas para cada máquina se pueden mostrar en la Tabla 2.1: Designación general de trabajos para las máquinas de sellado.

La cantidad de operarios total dentro del proceso es de 16, quienes se encuentran designados para cada máquina según su asistencia y volumen de órdenes de producción; el trabajo es realizado durante 3 turnos rotativos

Tabla 2.1: Designación general de trabajos para las máquinas de sellado

Máquina	Especificaciones técnicas	Año de adquisición	Precorte	Estilo	Doblez	Tipo de sello	Fuelle	Cambio de balancín
1	Marca: HEMINGSTONE Modelo: HM-1250HSE-X-AM Tensión: 220VAC HZ: 60 Amp: 100	2017	NO	Cuadradas	NO	Fondo	SÍ	NO
2	Marca: HEMINGSTONE Serie: IAH201505003 Modelo: 1+H-830MF Tensión: 220 VAC HZ: 60 Amp: 100	2015	SÍ	Boutique con asas	SÍ	Lateral Fondo	SÍ	NO
				Boutique troquel riñón				
				Cuadradas				
3	Marca: HECE Tipo: CSLF Serie: 3540 Modelo: HSC-1100PD Tensión: 220 VAC HZ: 60 Amp: 100	2010	SÍ	Cuadradas	SÍ	Lateral Fondo	SÍ	SÍ
4	Marca: HECE Tipo: CSLF Serie: 3541 Modelo: HSC-1100PD Tensión: 220 VAC HZ: 60 Amp: 100	2010	SÍ	Cuadradas	SÍ	Lateral Fondo	SÍ	SÍ

5	Marca: HECE Tipo: CSLF Serie: 3544 Modelo: HSC-1100 Tensión: 220 VAC HZ: 60 Amp: 100	2010	NO	Cuadradas	NO	Fondo	NO	NO
6	Marca: SOFLEX Potencia: 16KVA Tensión: 380 VAC HZ: 60	2002	NO	Cuadradas	NO	Lateral Fondo	NO	NO
7	Marca: HECE Tipo: CSLF Serie: 3622 Modelo: HSC 850 ECII	2011	NO	Camiseta	NO	Fondo	SÍ	NO

Fuente: Elaboración propia

2.1.1.1 Cálculo de la eficiencia

El cálculo de la eficiencia operacional consta de dos variables; disponibilidad y rendimiento de los trabajadores.

Donde la disponibilidad está basada en las horas programadas y el tiempo perdido durante la jornada.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{(\text{Horas programadas} - \text{Tiempo perdido})}{\text{Horas programadas}}$$

Por otra parte, el rendimiento se basa en la cantidad de fundas producidas y el número de fundas teóricas que debieron producir durante sus horas de trabajo siendo estas:

$$\text{Fundas teóricas} = (\text{Minutos Trabajados}) \times \text{Golpes por minuto}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Fundas Reales}}{\text{Fundas Teóricas}}$$

Una vez obtenidos estos datos es posible calcular la eficiencia operacional de la siguiente manera:

$$\text{Eficiencia Integral} = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento}$$

En la tabla 2.2 mostramos la eficiencia de los 16 operarios que laboran en sellado, con 3 jornadas laborales de turnos rotativos.

Para el desarrollo del proyecto se analizó la eficiencia tomados de la base de datos general de la empresa, durante el último año de operaciones.

Tabla 2.2: Eficiencia promedio mensual operacional

OPERARIO	2016										2017				Eficiencia Promedio Mensual	Media	Media esperada por la empresa
	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL				
OP1	64%	68%	80%	60%	72%	73%	77%	63%	59%	69%	73%	71%	64%	69%	73%	75%	
OP2	80%	85%	83%	81%	84%	88%	84%	86%	92%	83%	82%	81%	78%	84%	73%	75%	
OP3	72%	79%	81%	77%	72%	69%	68%	67%	56%	64%	61%	72%	59%	69%	73%	75%	
OP4	75%	73%	72%	72%	79%	75%	79%	70%	84%	72%	71%	84%	66%	75%	73%	75%	
OP5	77%	80%	84%	80%	84%	70%	84%	75%	64%	81%	79%	66%	74%	77%	73%	75%	
OP6	51%	67%	60%	71%	64%	69%	67%	63%	62%	51%	68%	70%	68%	64%	73%	75%	
OP7	75%	79%	72%	70%	68%	67%	68%	72%	64%	75%	61%	74%	63%	70%	73%	75%	
OP8	73%	68%	75%	77%	71%	72%	72%	79%	67%	72%	69%	72%	71%	72%	73%	75%	
OP9	58%	62%	76%	62%	60%	63%	61%	64%	50%	56%	54%	73%	62%	62%	73%	75%	
OP10	84%	75%	80%	80%	79%	83%	85%	84%	71%	76%	75%	75%	78%	79%	73%	75%	
OP11	72%	74%	74%	76%	78%	78%	81%	70%	81%	74%	69%	81%	75%	76%	73%	75%	
OP12	74%	77%	74%	70%	83%	80%	74%	81%	83%	75%	76%	78%	74%	77%	73%	75%	
OP13	66%	71%	65%	65%	76%	71%	74%	67%	52%	74%	62%	68%	65%	67%	73%	75%	
OP14	73%	80%	82%	68%	63%	67%	75%	74%	70%	72%	80%	72%	65%	72%	73%	75%	
OP15	83%	79%	76%	81%	84%	83%	82%	78%		68%	77%	72%	78%	79%	73%	75%	
OP16	77%	78%	85%	83%	73%	78%	78%	73%	72%	74%	70%	76%	69%	76%	73%	75%	
Desv. Estándar	9%	6%	7%	7%	8%	7%	7%	7%	12%	8%	8%	5%	6%	6%			
Promedio	72.2%	74.7%	76.1%	73.2%	74.4%	74.2%	75.6%	73.0%	68.5%	71.0%	70.4%	74.0%	69.3%	73%			

Total operarios promedio que no reciben bono 9
 %Operarios en promedio que tienen eficiencia menor al 75% 56.3%

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2.2 podemos apreciar cómo se ha ido comportando la eficiencia de los operarios en el transcurso del último año: contrastándola con la eficiencia promedio y la eficiencia esperada por la administración de la empresa.

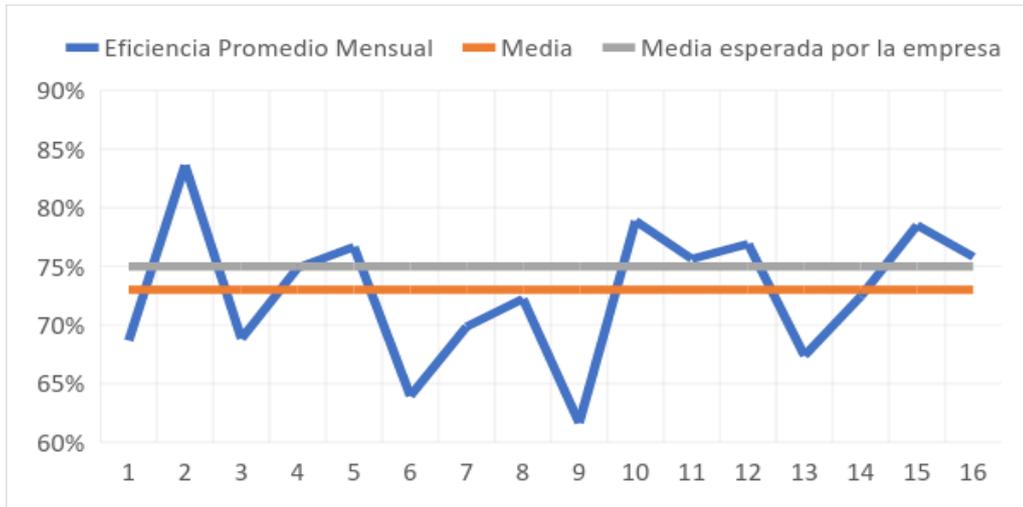


Figura 2.2: Eficiencia promedio mensual por operario

Fuente: Elaboración propia

2.1.1.2 Restricciones

Las restricciones involucradas en el proceso de sellado han sido determinadas por medio de entrevista al personal administrativo de la empresa, como gerente de producción, supervisor y asistente operacional; todas ellas orientadas a conocer las limitantes del proyecto.

- **Horas de trabajo**

En el área de sellado se produce las 24 horas del día de lunes a viernes, dependiendo de la cantidad de trabajo laboran sábado y domingo. Se trabaja en 3 turnos diarios con una jornada laboral de 8 horas.

- **Capacidad de las máquinas**

Las capacidades de las máquinas están dadas por los golpes por minuto a los cuales pueden llegar cada una de estas según sus especificaciones técnicas. También la capacidad está limitada por el material tipo de funda que se esté produciendo.

- **Habilidades de los operarios**

Es considerable el hecho de que no todos los operarios están orientados y capacitados para trabajar en cualquier máquina y sobre todo realizar la calibración de las mismas ya que de acuerdo a la orden de producción pueden ser sencillos con un cambio de medida o complejo donde abarca el cambio de número de líneas.

2.1.2 Declaración del Problema

Para la declaración del problema se empleó la herramienta 5W+1H con la cual se establece respuesta a las preguntas determinadas orientándose a la adecuada declaración del mismo.

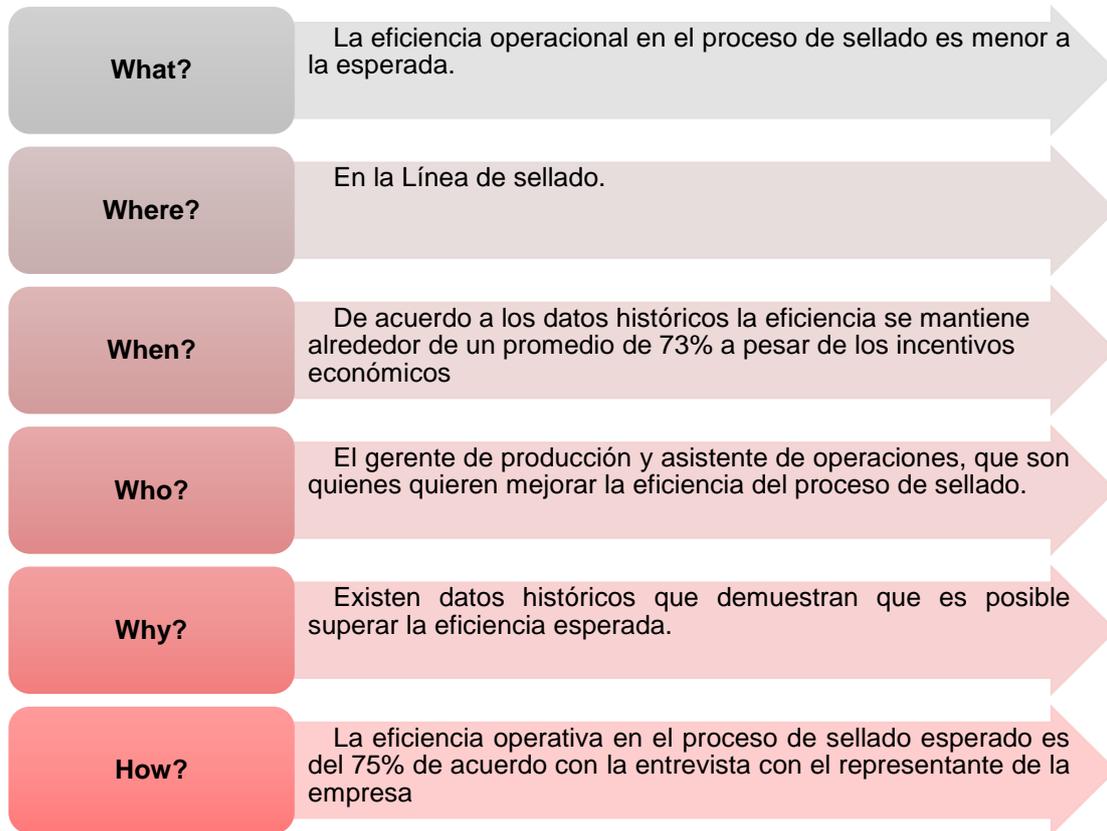


Figura 2.3: Herramienta 5W+1H para la declaración del problema

Fuente: Elaboración propia

2.1.3 Determinación del alcance

Para la determinación del alcance del proyecto se elaboró un diagrama SIPOC de tal manera que es posible establecer las relaciones entre los involucrados en el proceso como los proveedores, entradas, salidas y clientes; como se muestra en la Figura 2.4:



Figura 2.4: Diagrama SIPOC para determinar el alcance

Fuente: Elaboración propia

Las actividades realizadas a nivel macro del proceso de sellado a partir de la generación de la orden de producción se detallan a continuación:

Hacer pedido de rollo

Una vez dictaminada la orden de producción el operario procede a solicitar el rollo de fundas de acuerdo a lo especificado; el encargado de traer el rollo desde el área de impresión o extrusión es el brigadista quien a su vez está capacitado para realizar los cambios en las máquinas relacionados a la calibración. En los casos de los operarios de las máquinas 6 y 7; que se encuentran ubicadas en otra sala de la planta les es más factible llevar el rollo por su cuenta debido a la lejanía de sus instalaciones.

Colocar rollo en el rebobinador

Esta actividad comprende el cambio de rollo; retirando el desperdicio del rollo anterior para iniciar el desmontaje del rebobinador y asegurarlo en conjunto con el rollo; en el caso de pasar de una a dos líneas o más colocar el siguiente rollo en el segundo rebobinador requiere de mayor trabajo por parte del brigadista y el operario ya que se deben ajustar hasta que la cuchilla corte sin problema al ancho de las fundas.

Calibrar máquina según las medidas de orden de producción

Comprende el cambio de medidas de la funda, ajuste de medidas del fuelle y precorte en caso de que se requiera, la temperatura del sello dependerá del material con que se esté trabajando; ajuste del ojo electrónico para asegurar el corte del sello, así como de asas u orificios de sujeción de fundas.

Revisión de corte y sellado

Básicamente consiste en un control de calidad para determinar si el sello se realizó a la temperatura correcta y no ha causado daño alguno en las fundas; pruebas como resistencia y de tinta son empleadas para observar su comportamiento.

Ajuste de aparadores en la caída de fundas

Una vez que las fundas son expulsadas de la máquina; éstas caen en una mesa donde se encuentran aparadores que cambiados de sitio y pegados con cinta de embalaje a la mesa con el fin de evitar que las fundas se desordenen con la velocidad a la que son expulsadas.

Agrupar y empacar

La máquina durante su jornada emite un sonido y espacios en blanco de acuerdo a los requerimientos del cliente cada cierto grupo de fundas que han sido selladas lo que indica al operario que es tiempo de agruparlas para luego empacarlas.

2.1.4 Necesidades del Cliente

Para obtener la información acerca de las necesidades de los clientes; tanto los operarios como el personal administrativo, se emplea una lluvia de ideas y

entrevista donde exponen las condicionantes que impiden llegar al objetivo de mejora continua, así como sus necesidades y expectativas.

Se utilizó la herramienta del VOC para determinar hallazgos que permitan captar sus requerimientos.



Figura 2.5: Lluvia de ideas para la determinación del alcance

Fuente: Elaboración propia

Luego de generar la información pertinente al problema en el proceso de sellado, se empleó el Diagrama de afinidad mostrado en la Figura 2.5, con el fin de agrupar las ideas similares y generalizar las necesidades del cliente.



Figura 2.6: Diagrama de afinidad

Fuente: Elaboración propia

Como resultado del VOC se puede concluir que las necesidades de los operarios y personal administrativo o gerencial están dispuestas de la siguiente manera:

Operarios:

- Requieren que los rollos de fundas sean enviados con la bandera de empate para arranque desde extrusión.
- Capacitar a todos los operarios para que tengan la misma habilidad de desarrollar actividades en calibración de máquinas sin necesidad del brigadista en circunstancias comunes.

Personal Administrativo

- Incrementar la eficiencia promedio del 56,3% de los operarios que no alcanzan el mínimo esperado por la compañía.
- Estandarizar las actividades realizadas por los operarios en el proceso de calibración de las máquinas.
- Balance de actividades que realizan los operarios.

2.2 Medición

Las variables consideradas para el desarrollo del proyecto son:

- **Tiempos perdidos**

Los tiempos perdidos de producción en el área de sellado son reportados al Gerente de Producción diariamente por cada operador de cada máquina, por medio de un formato general de registro de tiempos perdidos en sellado, en el cual se especifica el tipo de demora que se tuvo durante la producción y el tiempo el cual demoró.

Estos tiempos son registrados en la base de datos del Gerente de Producción, para verificar de acuerdo la cantidad de fundas y la velocidad registrada por máquina.

CONTROL REGISTRO TIEMPOS PERDIDOS "SELLADO"				Código: F-PRO-001
				Versión: 00 (2012-03-01)
				Página No.: 1/2
Fecha: 10-03-2013	Operador: [Redacted]	Turno: F	#Lineas: F	Unid/Paq.: 100 Maquina: -07-
Medida: [Redacted]		Hora Inicio: 15:00		Hora de Finalización: 18:45
Golpe/Min: 45	#Rollo mal estado:			
Golpe/Blo: 27/100	Motivo Rollo Mal Estado:			
Tipo Tiempo Perdido	Tiempos en Minutos			Observaciones
Sacar empaque				
Daño eléctrico				
Mantenimiento/ Cambio Cuchilla				
Reunión				
Limpieza				
Daño Mecánico				
Producto se pega en Cuchilla				
Calibración		40 minutos		
Limp./rodillos				
Planta de energía				
Conteo/das.	cambio de rollo	5		
Arranque		3 + 3		

Figura 2.7: Formato de control de registros de tiempos perdidos en "Sellado"

Fuente: Jefe de Producción

Elaboración: Empresa de Plásticos

- **Producción Real**

La producción real es calculada de acuerdo con las especificaciones del cliente en la orden dada por el Gerente; una vez terminada la orden se procede a pesar los paquetes de fundas para comprobar según el peso la cantidad de fundas que se produjeron en el día.

2.2.1 Plan de recolección de datos

¿Qué información se va a recolectar?	Unidad	Tipo de dato	¿Cómo se mide?	Registros	Base de datos
Tiempos perdidos	Horas	Cuantitativo-Continuo	Al final de cada jornada se establece el tiempo perdido de acuerdo con el nivel de producción registrados en la máquinas. Tiempos perdidos = Horas Programadas – (GPM * 60 * HProgramadas)	Formulario	Optimus
Producción	Número de fundas	Cuantitativo-Discreto	Se utiliza una balanza con las siguientes especificaciones: Equipo: Balanza Marca: CAS Modelo: CI-2001A Serie: CI07402658 Unidad de medida: Kg.	Registro de Producción	Optimus
	Peso	Cuantitativo - Continuo			

Tabla 2.3: Plan de recolección de datos

Fuente: Elaboración propia

Uso futuro de los datos

- Los datos analizados de tiempos perdidos, se los utilizará para determinar las causas prioritarias que los afectan, para de esta forma tener un mayor enfoque de las actividades que causan demoras.
- Las causas mayores se las analizará utilizando los formatos de registro de tiempos perdidos, en los cuales se especifica a qué se debe y cuánto fue el tiempo perdido.
- El rendimiento de los operarios será determinado mediante un incremento del tiempo disponible para producir, debido a la disminución de tiempos perdidos por calibración; para de esta forma aproximarse lo mejor posible a la cantidad de fundas teóricas marcadas en el sistema.
- Las mejoras implementadas serán medidas por medio de un estudio de tiempos cronométricos y comparados con la situación actual de la compañía.

2.2.2 Diagramas de procesos.

Considerando las operaciones actuales realizadas en cada máquina se han agrupado de acuerdo con el producto terminado y sus similitudes como se detalla anteriormente en la Tabla 2.1 Designación general de trabajos para las máquinas de sellado.

- Máquinas 1,5 y 6: Fundas Cuadradas con sello de fondo, doblez y fuelle.
- Máquina 2: Fundas cuadradas, boutique con asas y boutique troquel riñón; sello lateral o de fondo; pre corte y fuelle.
- Máquinas 3 y 4: Fundas cuadradas con orificios, fuelle, pre corte y doblez.
- Máquina 7: Fundas tipo camiseta con sello de fondo y fuelle.

2.2.3 Validación de los datos

Para determinar la confiabilidad y exactitud de los datos facilitados por el personal administrativo de la empresa se recolectaron los formularios de tiempos perdidos y los registros de producción; ambos disponibles en físico desde agosto del 2016 hasta abril 2017.

Una de las actividades realizadas por el Gerente de Producción de la empresa es validar que los tiempos perdidos no sobrepasen el tiempo de trabajo especificado por los operadores de acuerdo con la orden de producción realizada; tomando en cuenta la cantidad de golpes por minuto registrado por la máquina; de esta forma en caso de que se excedan los tiempos no son tomados como un registro válido.

2.2.3.1 Prueba Piloto

La prueba piloto fue elaborada con 12 formularios de tiempos perdidos y registros de producción tomados aleatoriamente.

Los resultados de la prueba se pueden observar en la Tabla 2.4; donde se puede destacar la consistencia total de los datos.

Tabla 2.4: Prueba Piloto para Validación de datos

#	Fecha	Máquina	Tiempos perdidos	Peso de las fundas
1	28/04/2017	5	OK	OK
2	24/04/2017	2	OK	OK
3	12/04/2017	4	OK	OK
4	09/04/2017	5	OK	OK
5	31/03/2017	5	OK	OK
6	30/03/2017	5	OK	OK
7	08/03/2017	5	OK	OK
8	20/02/2017	6	OK	OK

9	07/02/2017	1	OK	OK
10	04/01/2017	4	OK	OK
11	27/10/2016	4	OK	OK
12	05/09/2016	5	OK	OK

Fuente: Elaboración propia

2.2.3.2 Tamaño de la muestra

La validación de los datos se realizó mediante el uso de la ecuación del tamaño de la muestra para una población infinita:

$$n = \frac{z_{\alpha}^2 * p * q}{E^2}$$

Donde,

Tabla 2.5: Datos para el cálculo del tamaño de la muestra

Símbolo	Descripción	Valor
z_{α}^2	Desviación del valor medio que aceptamos para alcanzar el nivel deseado de confianza.	1.96
p	Relación que esperamos encontrar	0,5
1- α	Nivel de confianza	95%
E	Rango de error máximo permitido	15%
q	1- p	0,5

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta los resultados de la prueba piloto con un 100% de aciertos y además la verificación hecha por el gerente de producción mediante el sistema; se ha establecido una relación p del 50%.

Además, se realizó una medición in situ del tiempo perdido por cambios donde se pudo constatar que para cambios de rollo aproximadamente se demoran 6 min; mientras que para cambios que implican el paso de una a dos líneas de producción se dio un estimado de 90 min.

Luego de aplicar la fórmula el tamaño de la muestra obtenido para la validación de los datos es de 43 formularios de cada variable planificada.

$$n = 43$$

Tomando en cuenta fechas y operadores de forma aleatoria fueron examinados los registros establecidos; en este caso se puede concluir que el ingreso manual de la información es realizado con un 95% de confianza para el caso de los tiempos perdidos y 98% con respecto a la producción como se puede observar en la Tabla 2.6 adjunta.

Tabla 2.6: Total de datos Correctos e Incorrectos para tiempos perdidos y empaques de fundas

Tiempos perdidos		Empaques de fundas	
	Formularios		Formularios
Datos correctos	41	Datos correctos	42
Inconsistencias	2	Inconsistencias	1

Fuente: Elaboración propia

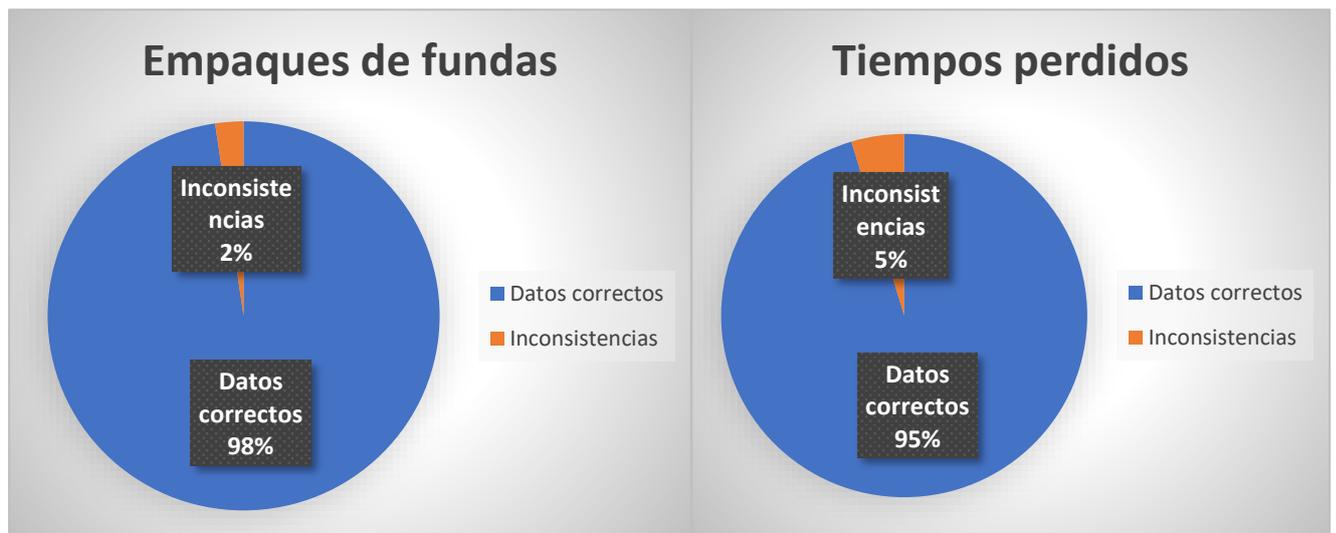


Figura 2.8: Resumen de Validación de la información

Fuente: Elaboración propia

2.3 Análisis

Se realizó el análisis de las horas programadas de trabajo por mes como se muestra en la siguiente figura, en la que se pudo notar que existe un 17% de tiempo que no ha sido especificado a una tarea.

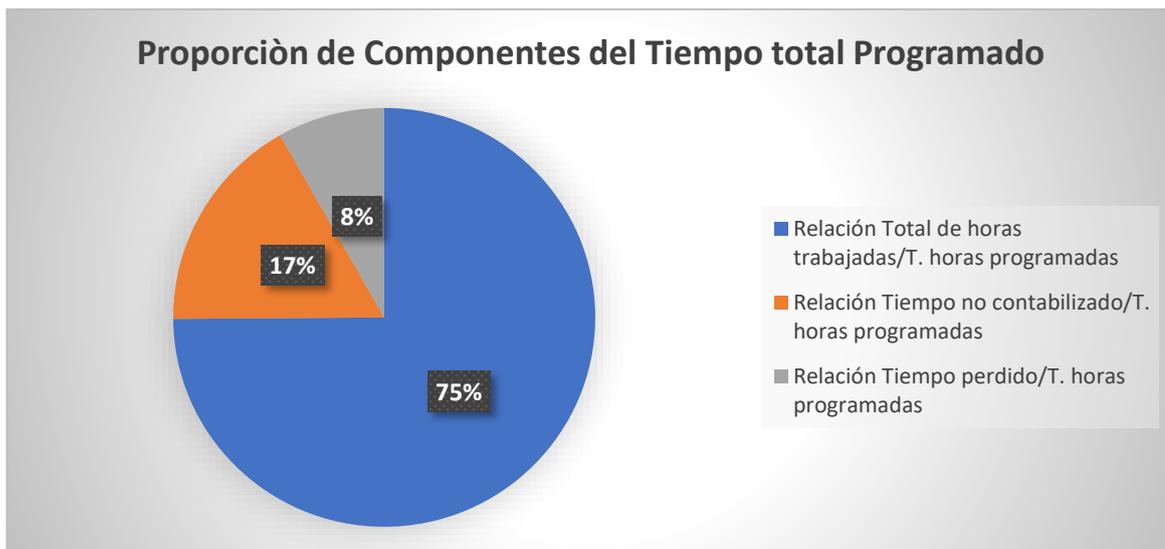


Figura 2.9: Proporción de Componentes del tiempo total programado

Fuente: Elaboración propia

Dado que existe este 17% de tiempo que no fue asignado a ninguna tarea se procedió a realizar un muestreo de trabajo.

2.3.1 Muestreo de trabajo

2.3.1.1 Prueba Piloto

La prueba piloto para muestreo se realizó tomando 100 observaciones en intervalos aleatorios durante un día de trabajo.

Los datos obtenidos de la prueba piloto se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.7: Prueba Piloto para muestreo de trabajo

Trabajo	Demoras no justificadas	Total de observaciones
71	29	100

Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos procedemos a calcular la probabilidad de ocurrencia de las demoras no justificadas;

$$p = \frac{\text{Demoras no justificadas}}{\text{Total de observaciones}}$$

$$p = \frac{29}{100} = 0,29 = 29\%$$

2.3.1.2 Tamaño de muestra

Una vez realizada la prueba piloto se calculó el tamaño de la muestra para la ejecución del muestreo, utilizando la siguiente fórmula:

$$\eta = \frac{z_{\alpha/2}^2 * p * (1 - p)}{l^2}$$

Donde,

Tabla 2.8: Componentes para el cálculo de la muestra

Símbolo	Descripción	Valor
$z_{\alpha/2}^2$	Desviación del valor medio que aceptamos para alcanzar el nivel deseado de confianza.	1.96
p	Probabilidad de ocurrencia de las demoras no justificadas	0,29
1- α	Nivel de confianza	95%
l	Límite aceptable de error	5%
q	1- p	0,71

Fuente: Elaboración propia

Una vez definidos los datos necesarios para la fórmula, se calculó el tamaño de la muestra de la cual se obtuvo un resultado de 317 observaciones.

2.3.1.3 Resultados del muestreo

El muestreo se realizó durante 7 días tomando las observaciones en instantes aleatorios, donde los operadores de las maquinas 3 y 4 fueron observados para el estudio. Los resultados Obtenidos se los muestra en la Figura 2.10:

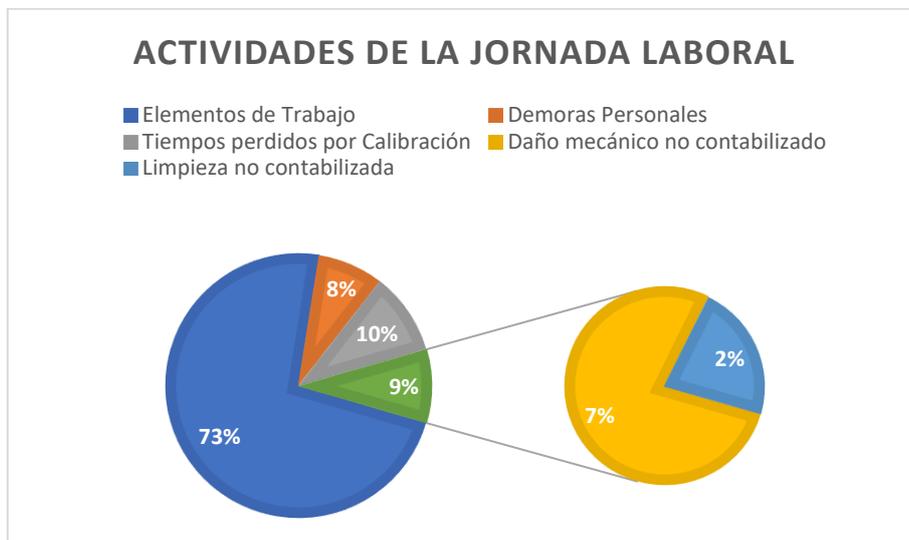


Figura 2.10: Resultados del muestreo de trabajo durante la jornada laboral

Fuente: Elaboración propia

2.3.2 Diagrama de Pareto

Las causas de los tiempos perdidos registrados dentro de la empresa están clasificadas en: cambio de rollo, calibración, arranque, limpieza, daño mecánico, producto se pega en la cuchilla, daño eléctrico, mantenimiento, falta de energía, falta de material y producto en mal estado. De estos tiempos se analizaron el histórico mensual durante el último año, para encontrar las causas principales que ocasionan la mayor parte de los tiempos perdidos.

Se analizó utilizando la metodología del diagrama de Pareto, en el cual se encontró que el 20% de las causas ocasionan el 80% de los tiempos perdidos; cómo se puede observar en la figura 2.11:

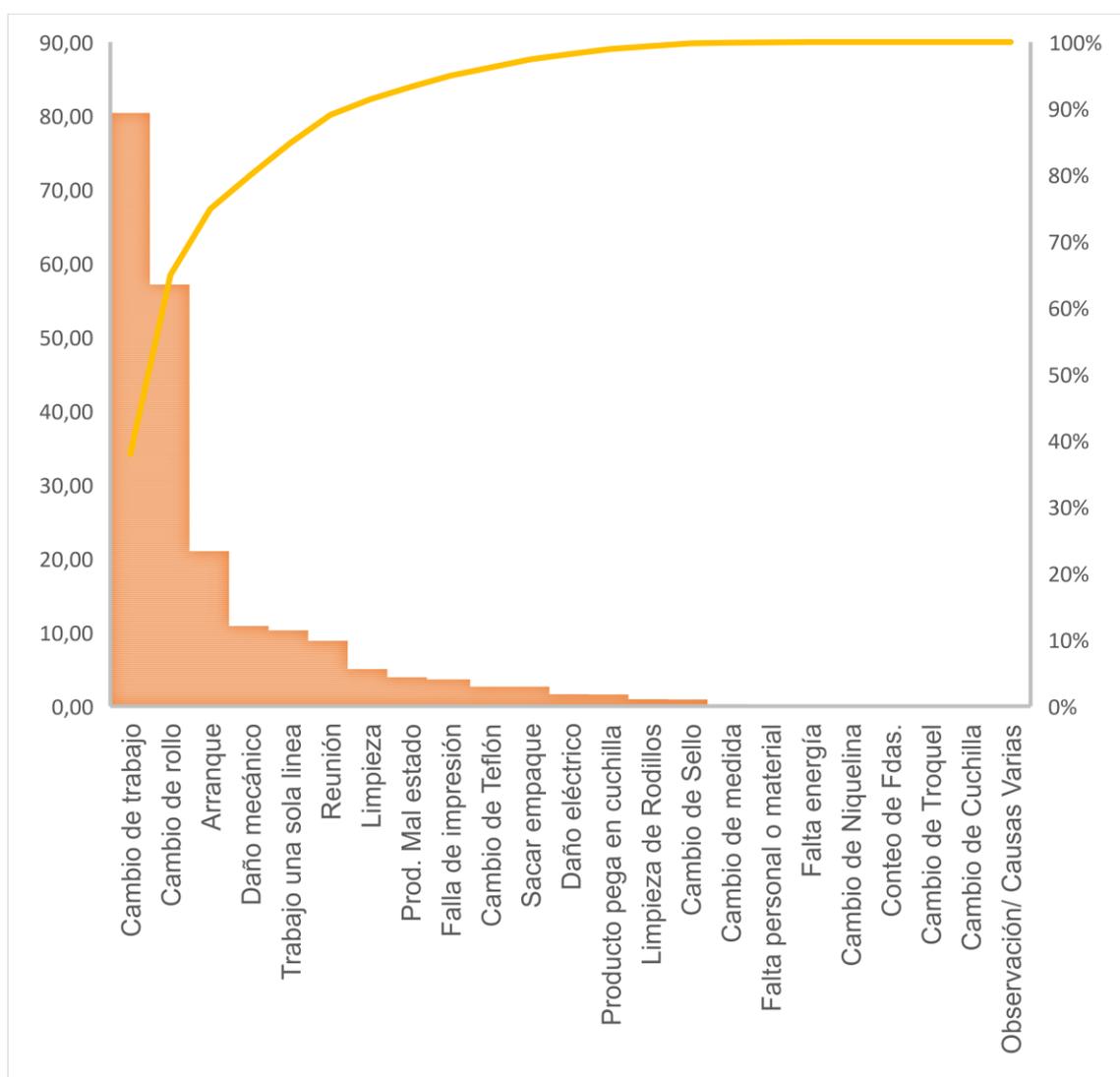


Figura 2.11: Pareto de causas que influyen en la pérdida de tiempo en las máquinas de sellado

Fuente: Elaboración propia

2.3.3 Diagrama Ishikawa

Para encontrar las causas que provocan el problema principal en análisis, es decir, la diferencia de eficiencias entre los operadores, se realizó el diagrama de Ishikawa o también conocido como diagrama de Causa-Efecto, el cual se lo desarrolló en conjunto con el Gerente de Producción, Asistente de Operaciones, Supervisor de Área de Sellado y Operadores. Del cual se obtuvieron los siguientes resultados:

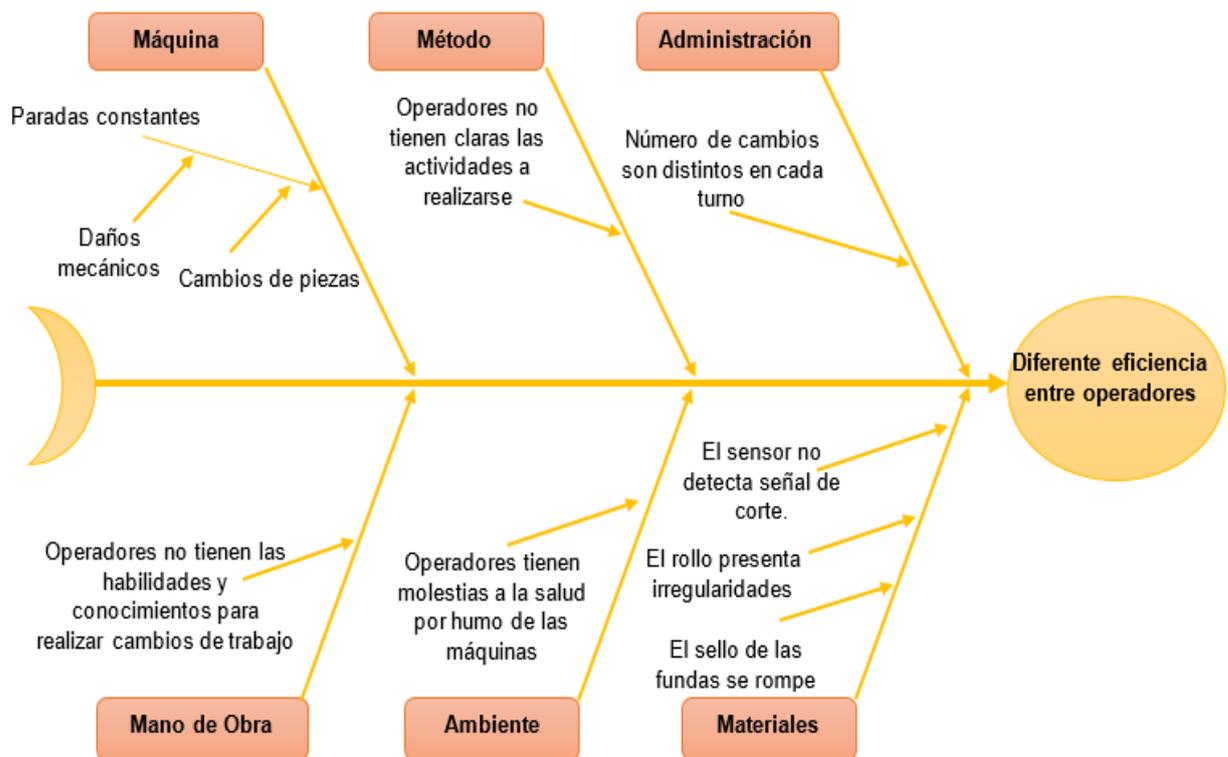


Figura 2.12: ISHIKAWA

Fuente: Elaboración propia

2.3.4 Matriz 5 ¿Por qué's?

Una vez que se detectaron las causas críticas se utilizó la herramienta del 5 ¿Por qué? Para poder encontrar la causa raíz de cada una de ellas. En la siguiente tabla se muestra el análisis realizado:

Tabla 2.9: Matriz de 5 ¿Por qué's?

Causas críticas	¿Por qué? 1	¿Por qué? 2	¿Por qué? 3	¿Por qué? 4	¿Por qué? 5
<i>Paradas constantes</i>	Daños Mecánicos	Aumentos de velocidad	Terminar la producción rápido	Se presentaron demoras personales	
		Usos operativos			
	Limpieza	Material se pega en cuchilla	Por velocidad alta y temperatura baja	No está estandarizado el proceso	
	Cambios de piezas	Desgaste por producción			
	Falla del ojo electrónico	El sensor no detecta señal de corte y sello	Impresión en los rollos esta descuadrada	Fallas de impresión	
<i>Se presentan demoras al momento de que los operarios buscan al líder para realizar un cambio de trabajo o de rollo</i>	No todos los operarios se encuentran capacitados para realizar un cambio de trabajo.	No hay un entrenamiento previo para realizar alguna actividad específica	No hay procedimientos definidos	No esta estandarizado el proceso	
<i>Cantidad de cambios varían por turno</i>	La asignación de cambios por máquina y por turno no es equilibrada	Ordenes de producción siguen orden FIFO			
<i>Operarios presentan molestias a la salud</i>	Elevadas temperaturas en el área de trabajo	Las maquinas al sellar expulsan humo	Las maquinas trabajan a altas temperaturas		
<i>Existen fundas que no cumplen con los parámetros de calidad en el sello</i>	Los rollos cuentan con diferente densidad a lo largo de la lámina.	La máquina extrusora no distribuye el material de manera uniforme.	Cuentan con extrusoras que no tienen un sistema giratorio		

	Rollos tienen muchos tratamientos químicos	Se reprocesa el scrap			
<i>Los rollos tienen muchos arranques</i>	Rollos no tienen señalización de arranques	Se olvidan de señalar en el área de extrusión			
		Se pierde señalización en impresión			
<i>Demoras en búsqueda de herramientas para cambio de trabajo</i>	Las herramientas no se encuentran en su lugar asignado	No se respeta la ubicación determinada para las herramientas			
<i>Demoras en búsqueda de utensilios de limpieza</i>	Los utensilios se encuentran en cualquier lugar de la planta	No hay una ubicación específica para cada utensilio de limpieza			
<i>Los operarios apagan las máquinas 30 min antes del cambio de turno</i>	Acumulan actividades para el final del turno	No está especificado el orden de las actividades durante el proceso	No está estandarizado el proceso		
	Demoras personales				

Fuente: Elaboración propia

2.3.5 Priorización de causas

Una vez que se encontraron las causas raíces se procedió a agruparlas por afinidad o repetitividad, para de esta forma tener causas generales más enfocadas al problema. La primera causa raíz que se muestra en la Tabla 2.10, es la de falta de estandarización del proceso, ya que se tiene una incidencia de tres veces.

La causa raíz establecida como desorden de las herramientas se obtuvo de la agrupación por afinidad de los siguientes resultados de la tabla del 5 ¿por qué?:

no se respeta la ubicación determinada para las herramientas y no hay ubicación específica para utensilios de limpieza.

Para lo que es falla de material se agruparon las siguientes causas: fallas de impresión, la empresa cuenta con extrusoras que no poseen sistema giratorio para dar uniformidad a las láminas, se reprocesa el scrap, en el área de extrusión se olvidan de señalar los arranques y se pierde la señalización en el área de impresión.

La causa de demoras personales esta agrupada con las causas raíces comunes de se presentan demoras personales y ocio de los operarios.

Tabla 2.10: Priorización de causas

Causa	Frecuencia
Falta de estandarización del proceso	3
Desorden de herramientas	2
Fallas de Material	5
Desgaste por producción	2
Demoras personales	2
Máquina trabajan a altas temperaturas	1
Órdenes con Sistema de despacho FIFO	1

Fuente: Elaboración propia

De esta tabla podemos concluir que la causa con mayor repetitividad es la de fallas que se presentan en el material, pero debido a que el análisis de esta se encuentra fuera del alcance de este proyecto se procede a analizar como causa principal a la falta de estandarización del proceso.

2.3.6 Validación de causas

Para validar que nuestra causa raíz principal es la de falta de estandarización del proceso, se realizaron pruebas de hipótesis utilizando el software Minitab17, para demostrar que los tiempos promedios de cambios de trabajo en una misma línea son distintos entre operarios, se trabajará con las maquinas 3 y 4 en las que se realizan cambios de trabajo de una línea a 2 líneas que es el más complejo, para esto se tomaron los datos históricos que se obtuvieron de la empresa para efectuar este análisis.

- **Análisis de máquina 3**

Se realizó un análisis del tiempo que se invierte para hacer el cambio de una línea a dos líneas, por cada operario durante el último año.

$H_0 =$ El tiempo promedio perdido en realizar cambios de una línea a dos líneas entre el operador 1 y el operador 2 NO son iguales

$H_1 =$ El tiempo promedio perdido en realizar cambios de una línea a dos líneas entre el operador 1 y el operador 2 son iguales

Tabla 2.11: Comparación pareada para prueba de medias en el cambio de trabajo de operadores 1 y 2 máquina 3

Operador	N	Media	Desviación Estándar
1	12	0,979	0,489
2	8	0,552	0,099

Fuente: Elaboración propia

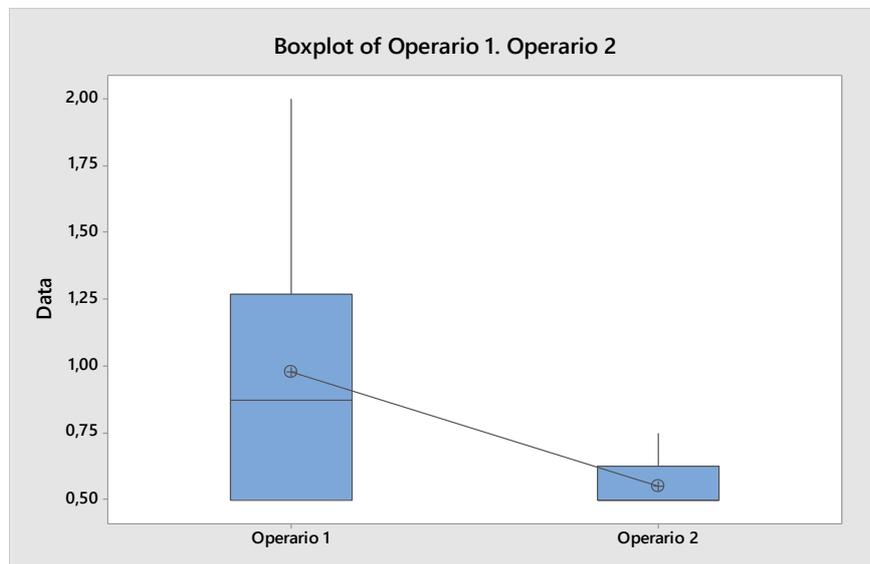


Figura 2.13: Resultado de Prueba de hipótesis para los OP 1 y OP2 de la máquina 3

Fuente: Elaboración propia

Con un valor de $p=0,012$, podemos concluir que la hipótesis nula es verdadera, es decir los tiempos promedios de cambio de una línea a dos líneas son diferentes entre el operario 1 y el operario 2

H_0 = El tiempo promedio perdido en realizar cambios de una línea a dos líneas entre el operador 1 y el operador 3 NO son iguales

H_1 = El tiempo promedio perdido en realizar cambios de una línea a dos líneas entre el operador 1 y el operador 3 son iguales

Tabla 2.12: Comparación pareada para prueba de medias en el cambio de trabajo de operadores 1 y 3 máquina 3

Operador	N	Media	Desviación Estándar
1	12	0,979	0,489
3	16	0,849	0,310

Fuente: Elaboración propia

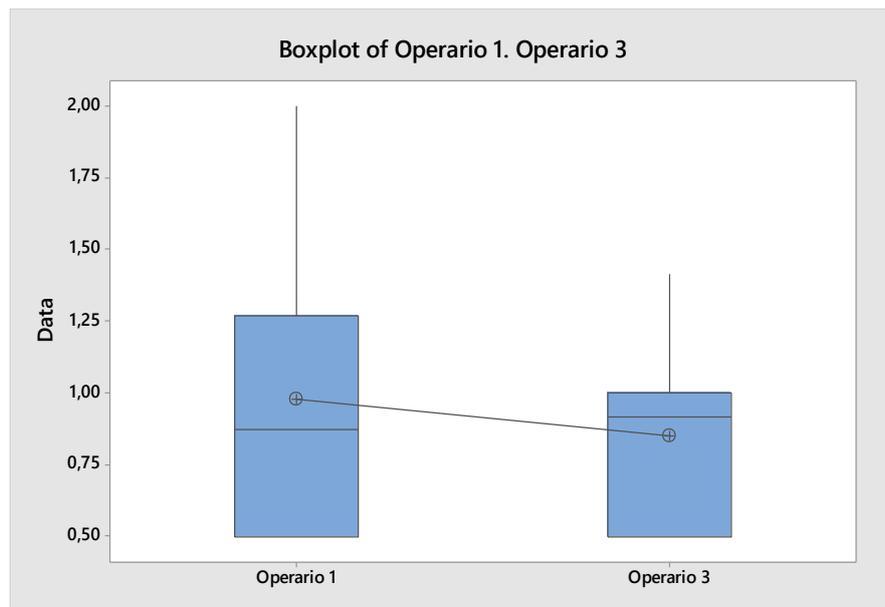


Figura 2.14: Resultado de Prueba de hipótesis para los OP 1 y OP de la máquina 3

Fuente: Elaboración propia

Con un valor de $p=0,43$, podemos concluir se rechaza la hipótesis nula, es decir los tiempos promedios de cambio de una línea a dos líneas, entre el operario 1 y el operario 3, son iguales.

H_0 = El tiempo promedio perdido en realizar cambios de una línea a dos líneas entre el operador 2 y el operador 3 NO son iguales

H_1 = El tiempo promedio perdido en realizar cambios de una línea a dos líneas entre el operador 2 y el operador 3 son iguales

Tabla 2.13: Comparación pareada para prueba de medias en el cambio de trabajo de operadores 2 y 3 máquina 3

Operador	N	Media	Desviación Estándar
2	8	0,552	0,099
3	16	0,849	0,310

Fuente: Elaboración propia

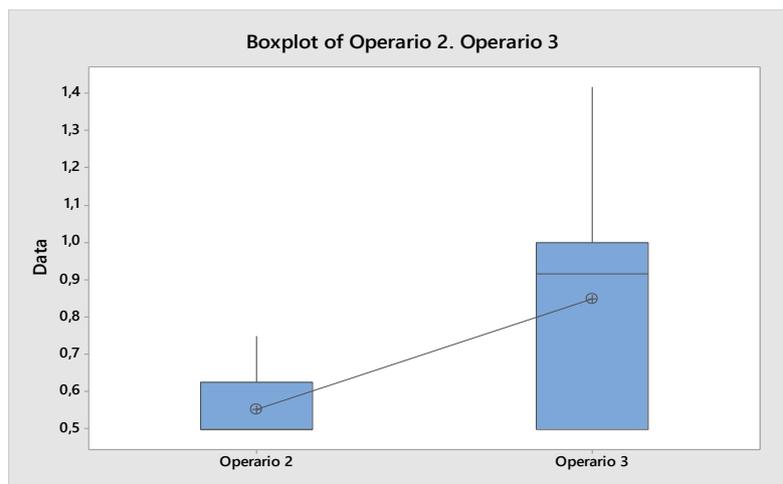


Figura 2.15: Resultado de Prueba de hipótesis para los OP 2 y OP 3 de la máquina 3

Fuente: Elaboración propia

Con un valor de $p=0,002$, podemos concluir que la hipótesis nula es verdadera, es decir los tiempos promedios de cambio de una línea a dos líneas, entre el operario 1 y el operario 3, son diferentes.

- **Análisis de máquina 4**

Se realizó un análisis del tiempo que se invierte para hacer el cambio de una línea a dos líneas, por cada operario durante el último año.

H_0 = El tiempo promedio perdido en realizar cambios de una línea a dos líneas entre el operador 4 y el operador 5 NO son iguales

H_1 = El tiempo promedio perdido en realizar cambios de una línea a dos líneas entre el operador 4 y el operador 5 son iguales

Tabla 2.14: Comparación pareada para prueba de medias en el cambio de trabajo de operadores 4 y 5 máquina 4

Operador	N	Media	Desviación Estándar
4	8	0,854	0,207
5	6	1,319	0,620

Fuente: Elaboración propia

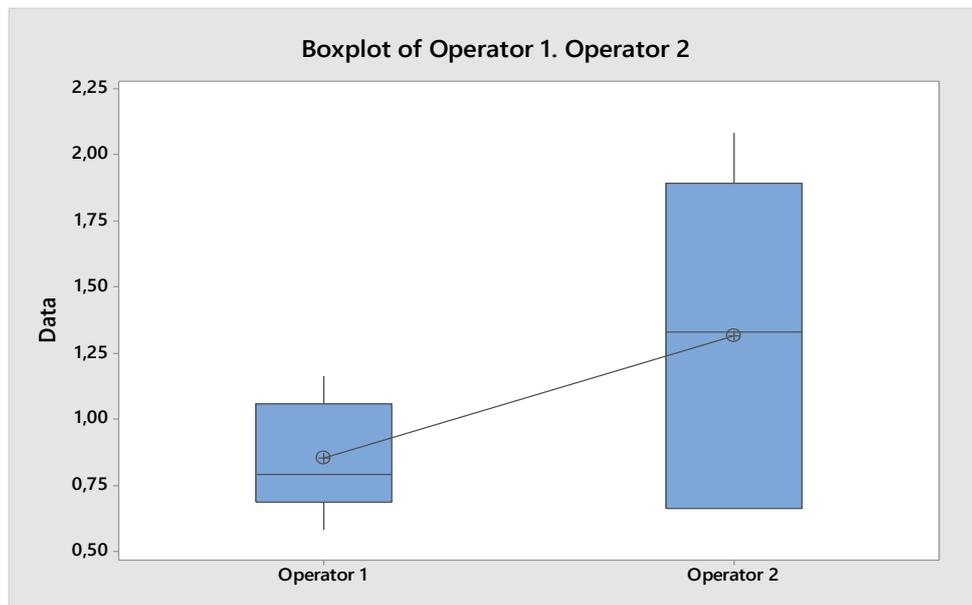


Figura 2.16: Resultado de Prueba de hipótesis para los OP 4 y OP 5 de la máquina 4

Fuente: Elaboración propia

Con un valor de $p=0,138$, podemos concluir se rechaza la hipótesis nula, es decir los tiempos promedios de cambio de una línea a dos líneas, entre el operario 4 y el operario 5, son iguales.

$H_0 =$ El tiempo promedio perdido en realizar cambios de una línea a dos líneas entre el operador 4 y el operador 6 NO son iguales

$H_1 =$ El tiempo promedio perdido en realizar cambios de una línea a dos líneas entre el operador 4 y el operador 6 son iguales

Tabla 2.15: Comparación pareada para prueba de medias en el cambio de trabajo de operadores 4 y 6 máquina 4

Operador	N	Media	Desviación Estándar
4	8	0,854	0,207
6	9	1,389	0,597

Fuente: Elaboración propia

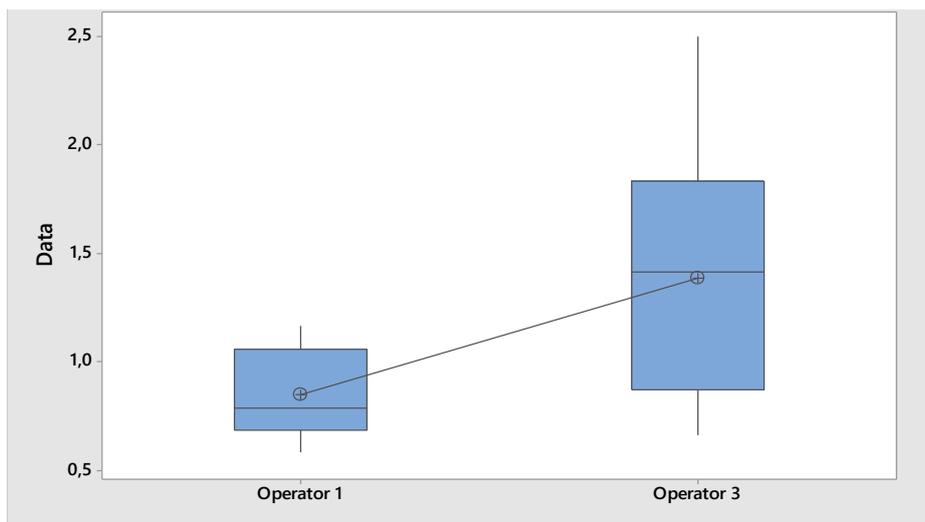


Figura 2.17: Resultado de Prueba de hipótesis para los OP 4 y OP 6 de la máquina 4

Fuente: Elaboración propia

Con un valor de $p=0,03$, podemos concluir que la hipótesis nula es verdadera, es decir los tiempos promedios de cambio de una línea a dos líneas, entre el operario 1 y el operario 3, son diferentes.

$H_0 =$ El tiempo promedio perdido en realizar cambios de una línea a dos líneas entre el operador 5 y el operador 6 NO son iguales

$H_1 =$ El tiempo promedio perdido en realizar cambios de una línea a dos líneas entre el operador 5 y el operador 6 son iguales

Tabla 2.16: Comparación pareada para prueba de medias en el cambio de trabajo de operadores 5 y 6 máquina 4

Operador	N	Media	Desviación Estándar
5	6	1,319	0,620
6	9	1,389	0,597

Fuente: Elaboración propia

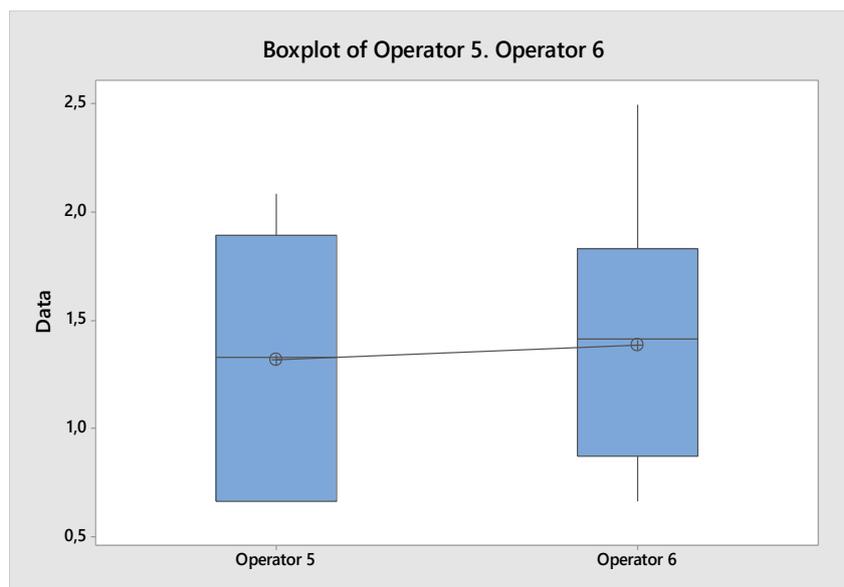


Figura 2.18: Resultado de Prueba de hipótesis para los OP 5 y OP 6 de la máquina 4

Fuente: Elaboración propia

Con un valor de $p=0,834$, podemos concluir que se rechaza la hipótesis nula, es decir los tiempos promedios de cambio de una línea a dos líneas, entre el operario 5 y el operario 6, no son diferentes.

Tabla 2.17: Resumen de la prueba de hipótesis para los operarios de las máquinas 3 y 4

	Interacción		Valor-P	Media de tiempos por cambios de trabajo
Máquina 3	Operario 1	Operario 2	0,012	Diferente
	Operario 1	Operario 3	0,430	Igual
	Operario 2	Operario 3	0,002	Diferente
Máquina 4	Operario 4	Operario 5	0,138	Igual
	Operario 4	Operario 6	0,030	Diferente
	Operario 5	Operario 6	0,834	Igual

Fuente: Elaboración propia

En la tabla mostrada anteriormente se puede concluir que el 50% de los operarios tienen un tiempo promedio de cambios diferente lo que demuestra que realizan las actividades de cambio de trabajo sin un procedimiento estandarizado.

2.4 Mejoras

2.4.1 Propuestas de mejora

En base a la priorización que se asignó a las causas raíces determinadas en la matriz de 5 ¿Por qué?, se procedió a generar propuestas de mejora detalladas a continuación:

Tabla 2.18: Propuestas de mejora

Causa Raíz	Propuestas de Mejora	Asignación
<i>Falta de Estandarización del proceso de cambio</i>	Aplicación de metodología SMED.	A
	Creación y capacitación acerca de un procedimiento de cambios de trabajo y rollos.	B
	Creación y difusión de registro de novedades de las máquinas.	C
	Actualización de formato de registro de tiempos perdidos de sellado.	D
	Reasignación de actividades en el manual de funciones para personal de sellado.	E
	Crear base de datos de temperaturas por cada ítem de producción	F
	Creación y difusión de un procedimiento formal de cambio de turno.	G

<i>Orden de herramientas</i>	Aplicación de 5's en el área de herramientas y limpieza.	H
<i>Fallas de Material</i>	Señalar con banderas los arranques que contienen los rollos.	I
	Minimizar los arranques desde el área de extrusión.	J
<i>Desgaste por producción</i>	Actualización de sistema productivo de extrusión.	K
	Capacitación para operarios cuando se actualice el sistema de la máquina de sellado.	L

Fuente: Elaboración propia

2.4.2 Criterios de evaluación de propuestas de mejora

Se determinaron dos variables para la evaluación las que son impacto e implementación; de las cuales se evaluaron los siguientes criterios:

Tabla 2.19: Impacto para análisis de propuestas

MPACTO	
ALTO	Incrementa la productividad
MEDIO	No incrementa la productividad de manera directa y es necesaria
BAJO	Podría incrementar la eficiencia operacional a largo plazo.

Fuente: Elaboración propia

La implementación se midió analizando costos y tiempo requerido para implementación.

Tabla 2.20: Criterios para análisis de dificultad de implementación

COSTO		TIEMPO PARA IMPLEMENTACION	
1	ALTO	1	MAYOR A UN MES
3	MEDIO	3	MENOS DE UNA SEMANA
5	BAJO	5	INMEDIATO

Fuente: Elaboración propia

El determinante del costo fue establecido con la ayuda del representante de la organización; por el cual se establecieron los siguientes parámetros:

Tabla 2.21: Estimación del criterio de Costo para análisis de propuestas

COSTO (Inversión / máquina)	
ALTO	Inversión > \$1000
MEDIO	\$100>Inversión>\$500
BAJO	Inversión < \$100

Fuente: Elaboración propia

2.4.3 Evaluación de propuestas de mejora

Se procedió a clasificar las propuestas de mejora, tomando en cuenta los criterios de evaluación establecidos en el capítulo anterior. Quedando como resultado lo que se muestra en a la siguiente tabla:

Tabla 2.22: Evaluación de factibilidad de propuestas

Asignación	IMPACTO	IMPLEMENTACIÓN		FACTIBILIDAD
		COSTO	TIEMPO	TOTAL
A	5	3	3	45
B	5	5	3	75
C	3	5	5	75
D	3	3	3	27
E	1	5	5	25
F	1	5	1	5
G	5	5	3	75
H	5	5	3	75
I	1	5	3	15
J	5	1	1	5
K	5	1	1	5
L	5	1	1	5

Fuente: Elaboración propia

Una vez calificadas las propuestas de mejora se las agrupo en la matriz de ponderación de propuestas, en las que se las ubica según si el impacto es alto o bajo; y si la implementación es fácil o difícil.

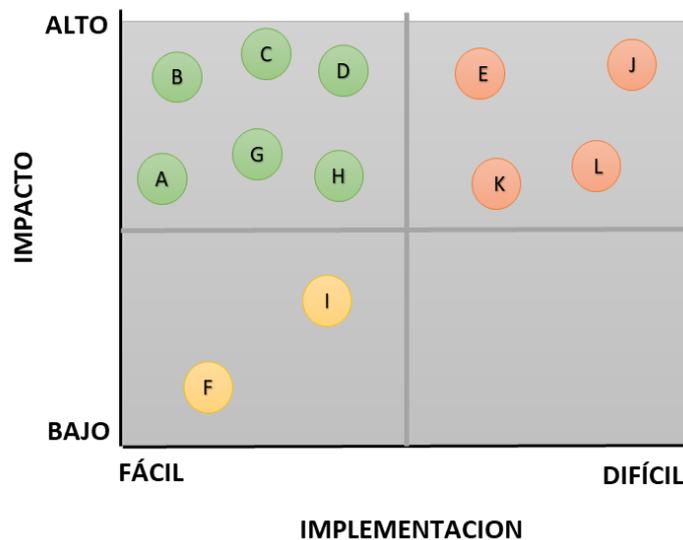


Figura 2.19: Matriz de evaluación de propuestas de mejora

Fuente: Elaboración propia

De las propuestas de mejora que se analizaron y evaluado, se explicarán a mayor detalle aquellas que tienen un alto impacto en la solución del problema y son de fácil implementación.

2.4.3.1 Aplicación de SMED

Esta propuesta está basada en la reducción de los tiempos de cambio de trabajo de una a dos líneas en las máquinas 3 y 4 debido a que el procedimiento es fácilmente replicable a las operaciones de los demás cambios ya que abarca la mayor cantidad de operaciones y fácilmente replicable a las demás máquinas.

2.4.3.2 Creación y capacitación acerca de un procedimiento de cambios de trabajo y rollos.

Después de desarrollar el SMED, se propuso el nuevo procedimiento de cambio de trabajo y rollo; seguido se procedió a capacitar al líder del área de sellado explicándoles los cambios que se realizaron, ya que esta es la persona más apta

para que por medio de una capacitación pueda transmitir a sus compañeros operarios el estándar establecido.

2.4.3.3 Creación y difusión de registro de novedades de las máquinas.

Se propuso la creación de un formato de registro de novedades de las máquinas por cambio de turno, para ayudar a los operarios a tener un mayor control de la

máquina de sellado asignada y al momento del comienzo del nuevo turno lean acerca de los posibles daños, arreglos o cuidados que tienen que tener en la máquina.

2.4.3.4 Actualización de formato de registro de tiempos perdidos de sellado.

Se propuso la actualización del formato de registro de tiempos perdidos, agregando en el nuevo formato una codificación con respecto a las posibles causas que ocasionan pérdida de tiempo y clasificarlas según se tengan: cambios de trabajo, fallas en el material, fallas mecánicas, limpieza y pérdidas generales. Esto con el fin de tener un formato más armonioso y que sea de mayor facilidad el registro de tiempos perdidos como se puede ver en el Anexo D.

2.4.3.5 Creación y difusión de un procedimiento formal de cambio de turno.

Se propuso crear un procedimiento formal de cambio de turno, por el motivo que durante la realización del muestreo de trabajo se pudo observar que existen grandes pérdidas de tiempo al momento que hay el cambio del turno; lo que al crear un procedimiento formal ayudaría a disminuir los tiempos perdidos y aumentar la productividad.

2.4.3.6 Aplicación de 5's en el área de limpieza.

La propuesta está basada en la creación espacio específico para los insumos de limpieza; entre ellos escobas, recogedores, desinfectantes y desengrasantes.

2.4.4 Plan de implementación de mejoras

A continuación, se detalla para cada una de las soluciones establecidas la causa raíz con la cual se relacionan. Se muestra en la Tabla 2.23 el plan de implementación de mejoras, la razón por la cual se escogió, cómo se efectuó, dónde se llevó a cabo, fechas establecidas, el responsable de cada actividad descrita en el plan y el costo asociado.

En la parte superior del plan se encuentra la primera solución planteada, aplicación de la metodología SMED; la cual se distingue de las demás debido a

que presenta mayor cantidad de causas que al asociarse se determinó la necesidad de su implementación.

Tabla 2.23: Plan de implementación de mejoras

CAUSA CRÍTICA	Los implementos y herramientas de cambio de trabajo se encuentran dispersos en el área sin respetar una asignación específica.	Variación del tiempo en cambios de trabajo entre operadores de la misma línea	Demoras al momento de que los operarios buscan al líder para realizar un cambio de trabajo o de rollo	Falta de estandarización del proceso de cambios
SOLUCIÓN	Aplicación de metodología SMED en el proceso de cambio de trabajo de 1 a 2 líneas en las máquinas 3 y 4			
¿Por qué?	5S's permite conocer y hallar las herramientas de acuerdo con el cambio en menor tiempo al tener una ubicación fija.	Es posible optimizar el proceso realizando cambios entre actividades internas a externas para así reducir el tiempo de cambio de trabajo		Esta metodología permite alinear a todos los operarios que realizan este tipo de cambio bajo un mismo patrón de actividades; además de ser fácilmente replicable en otros cambios para las demás máquinas del área.
¿Cómo?	Implementación de 5S's en el área de almacenamiento de herramientas.	Identificación de actividades y toma de tiempos	Convertir actividades internas en externas	Estandarización del proceso de cambio de trabajo
¿Dónde?	Área de Sellado	Máquina 3 y 4 (Área de sellado)	Máquina 3 y 4 (Área de sellado)	Máquina 3 y 4 (Área de sellado)
¿Cuándo?	07/08/2017 - 08/08/2017	01/08/2017	01/08/2017	09/08/2017
Responsable	Vicente Correa (Líder)	Noeli Montalvo - Guadalupe Jijón	Noeli Montalvo - Guadalupe Jijón	Noeli Montalvo - Guadalupe Jijón - Vicente Correa (Líder)
Costo	\$25,00	\$0	\$0	\$626,00

CAUSA CRÍTICA	Falta de estandarización del proceso de sellado
SOLUCIÓN	Creación y capacitación acerca de un procedimiento de cambios de trabajo y rollos.
¿Por qué?	La estandarización del proceso unifica las actividades realizadas dentro del cambio de rollo y trabajo para los operarios
¿Cómo?	Designación de actividades a operarios, líder y ayudante durante un cambio de rollo/trabajo.
¿Dónde?	Operarios área de sellado
¿Cuándo?	10/08/2017
Responsable	Noeli Montalvo - Guadalupe Jijón - Vicente Correa (Líder)
Costo	\$101,25

CAUSA CRÍTICA	Paradas constantes de las máquinas
SOLUCIÓN	Creación y difusión de registro de novedades de las máquinas.
¿Por qué?	La desinformación de fallos y paros de la máquina para los operadores representa pérdidas de tiempo en generar maniobras para reparación varias veces durante el día
¿Cómo?	Diseño de un registro de novedades de máquinas diario
¿Dónde?	Área de sellado
¿Cuándo?	08/08/2017
Responsable	Noeli Montalvo - Guadalupe Jijón
Costo	\$10,00

CAUSA CRÍTICA	Falta de estandarización del proceso de sellado
SOLUCIÓN	Actualización de formato de registro de tiempos perdidos de sellado.
¿Por qué?	Disminuye el tiempo de registro de formatos para control de tiempos perdidos, además para análisis por la gerencia.
¿Cómo?	Codificación de causas relevantes de tiempos perdidos por orden de producción
¿Dónde?	Área de sellado
¿Cuándo?	09/08/2017
Responsable	Noeli Montalvo - Guadalupe Jijón
Costo	\$112,00

CAUSA CRÍTICA	Falta de estandarización del proceso de sellado
SOLUCIÓN	Creación y difusión de un procedimiento formal de cambio de turno.
¿Por qué?	La estandarización del procedimiento limita actividades y establece parámetros a seguir por todos los operarios de tal manera que el tiempo perdido por cambios de turno sea el mínimo
¿Cómo?	Capacitación acerca de cómo emplear el límite de tiempo para realizar actividades de cambio de turno y preparación para el inicio de actividades (15min)
¿Dónde?	Sala de capacitación-Operarios de sellado
¿Cuándo?	08/08/2017
Responsable	Noeli Montalvo - Guadalupe Jijón
Costo	\$48,13

CAUSA CRÍTICA	No hay una ubicación específica para cada utensilio de limpieza
SOLUCIÓN	Aplicación de 5's en el área de limpieza.
¿Por qué?	Minimiza el tiempo de búsqueda para realizar limpieza durante el cambio de turno
¿Cómo?	Designación de un espacio físico para ubicación y clasificación de implementos de limpieza designados para cada máquina
¿Dónde?	Área de Sellado
¿Cuándo?	08/08/2017
Responsable	Noeli Montalvo - Guadalupe Jijón
Costo	\$31,50

Fuente: Elaboración propia

2.4.5 Implementación

2.4.5.1 Implementación de SMED

Para la implementación de esta metodología se siguieron las siguientes pautas a fin de reducir el tiempo total de cambios de trabajo y replicar varias actividades similares a los demás operarios del área de sellado.

- **Implementación de 5's**

La herramienta 5's nos servirá para mantener un orden de las herramientas y partes de máquina que son cambiadas constantemente durante el día; con el fin de reducir los tiempos de búsqueda al momento de hacer un cambio de trabajo.

Seiri – Clasificación

En área designada para la ubicación de herramientas para cambios de trabajo se encuentran utensilios de limpieza además de piezas de máquinas sin usar por lo cual es necesario eliminar del espacio de trabajo dichos elementos.

Seiton – Orden

Situar los objetos necesarios en los aparadores designados para el área de sellado entre ellos: balancines, fuelles, caja de herramientas, cuchillas y teflón.

Seisó – Limpieza

Mejorar el nivel de limpieza, esto debido a la cantidad de grasa y polvo se encuentran en condiciones poco higiénicas

Seiketsu – Normalización

Shitsuke – Mantener la disciplina

- **Identificación de actividades y toma de tiempos**

Las actividades fueron clasificadas de acuerdo su tipo; ya sean internas o externas; es posible notar que hasta ahora no hay una estandarización de actividades por lo cual el operario y líder o ayudante ejecutan acciones de acuerdo a su criterio distinto en varias ocasiones

Tabla 2.24: Actividades para el cambio de trabajo de una a dos líneas en las máquinas 3 y 4

	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	INTERNA	EXTERNA	DESPERDICIO	TIEMPO PROMEDIO (min)
Cambio de rollo	Revisa orden de producción	Operario/Líder		X		0.65
	Busca estibador manual	Operario/Líder	X		X	0.93
	Busca rollo a procesar	Operario/Líder	X		X	1.03
	Traslada rebobinador hasta el rollo	Operario/Líder	X			1.08
	Retira rollo de trabajo terminado	Operario/Líder	X			0.49
	Retira scrap	Operario	X			0.55
	Coloca rollo nuevo en el rebobinador	Operario	X			0.68
	Ajusta posición del rollo	Operario	X			1.14
	Empatar el rollo nuevo con lámina anterior	Operario	X			1.59
Calibración	Cambio de medida	Operario/Líder	X			1.68
	Ajuste de temperatura de sello	Operario/Líder		X	X	3.14
	Ajuste del ojo electrónico	Operario/Líder	X		X	8.55
	Búsqueda de herramientas	Operario	X		X	8.68
	Cambio de balancines	Operario/Líder	X			8.51
	Ajuste de perforadora de extremos	Operario/Líder	X			14.18
	Buscar perforadora central	Operario/Líder	X		X	2.28
	Instala perforadora central	Operario/Líder	X		X	1.67
	Ajuste de perforadora central	Operario/Líder	X		X	12.69
	Ajuste de fuelle	Operario/Líder	X		X	3.15
	Ajuste de pre corte	Operario/Líder	X			3.71
Control de calidad	Verifica medidas con el estándar de producción	Líder		X		1.00
	Verifica resistencia del sello de la funda	Líder		X		1.11
	Verifica que no haya fugas en la funda	Líder		X		3.00
Salida de fundas	Acomoda mesa y aparadores para salida de fundas	Operario		X	X	5.87
TOTAL						87.36

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al análisis realizado por medio del estudio de tiempos es posible determinar que el tiempo promedio para un cambio de trabajo de una a dos líneas en las máquinas 3 y 4 siendo estas escogidas por su similitud de procesos y productos es de 87.36 min.

- **Convertir actividades internas en externas**

Es posible optimizar el proceso realizando cambios entre actividades internas a externas; así como reducir el tiempo de cambio mediante la aplicación de 5S's en el área de herramientas; entre ellas:

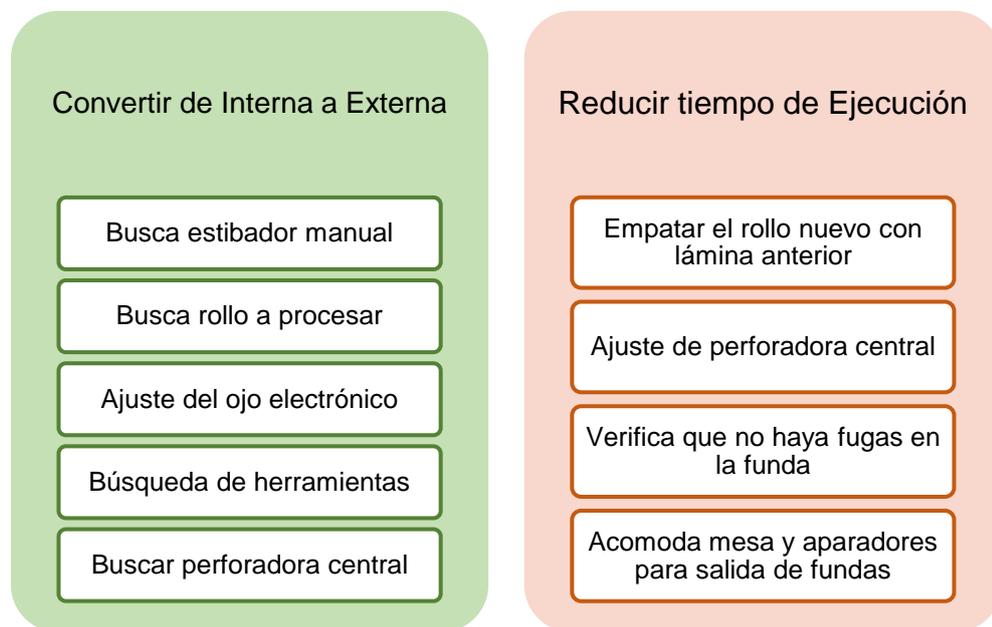


Figura 2.20: Acciones para reducir tiempos en el cambio de trabajo

Fuente: Elaboración propia

- **Estandarización del proceso de cambio por medio de una capacitación formal al equipo de trabajo.**

El propósito es mantener las mejoras y replicar las actividades en común con los demás operarios del área de sellado mediante la capacitación del proceso adjunto en la Figura 2.21:

Ayudante/Líder		Operador	
Pre- Cambio de Rollo	Revisa orden de producción		
	Busca estibador manual		
	Busca rollo a procesar		
Cambio de Rollo			Retira rollo de trabajo terminado
			Retira scrap
			Traslada rollo al rebobinador con estibador manual
			Coloca rollo nuevo en el rebobinador
			Ajusta posición del rollo
			Empatar el rollo nuevo con lámina anterior
Calibración	Búsqueda de herramientas		Cambio de medida
	Buscar perforadora central		Ajuste de precorte
	Instala perforadora central		Instala perforadora central
	Ajuste de perforadora central		Ajuste de perforadora central
	Cambio de balancines		
	Ajuste de fuelle		Ajuste de perforadora de extremos
	Ajuste de temperatura de sello		
Control de calidad	Verifica medidas con el estándar de producción		
	Verifica resistencia del sello de la funda		Coloca agua/tinta en la funda
	Verifica que no haya fugas en la funda		Ajuste del ojo electrónico
Salida de fundas			Acomoda mesa y aparadores para salida de fundas

Figura 2.21: Estandarización de actividades pareadas para el cambio de trabajo de una a dos líneas en las máquinas 3 y 4

Fuente: Elaboración propia

Consideraciones importantes en el cambio de trabajo de una a dos líneas:

- Las láminas sin impresión no deberá retirarlas hasta que finalice el rollo; aquellas que tengan impresión sólo se podrá realizar el cambio con hasta 7 metros de lámina equivalente a 7 vueltas del brazo medidas desde el codo hasta la mano del operario.
- Todos los rollos para cada orden de producción deberán ser ubicados a un lado de la máquina.
- La cantidad de rollos a instalar en los rebobinadores se mantendrá en 2, salvo excepciones (cuando no haya más de un rebobinador).
- La máquina no se podrá parar a menos que se dé inicio al cambio de rollo/trabajo; no se considerará la actividad de buscar los rollos ya que estos ya deberán estar listos en el momento del cambio.
- El lugar determinado para colocar la cinta de embalaje será la palanca más cercana al rebobinador.
- El estilete es de uso personal de cada operario; por lo cual será su responsabilidad llevarlo consigo en su bolsillo.
- La cantidad máxima para retirar de lámina en cada rollo para realizar el empate será el correspondiente a la primera vuelta.

Calibración

- En caso de la perforadora, las barras deberán estar listas para ser usadas por el líder o ayudante previo al cambio.
- Las mangueras de aire serán todas desconectadas y conectadas en orden para evitar enredos entre los operarios.
- Durante la calibración de la temperatura del sello y su control de calidad se empezará con medidas mínimas para corte hasta encontrar la temperatura ideal con la cinta a la menor velocidad posible.

Salida de fundas

- Es importante mantener preparados los sacos para empaque encima de la mesa de trabajo e ir guardando los paquetes de fundas con el fin de disminuir el tiempo de empaquetado.

2.4.5.2 Creación y capacitación acerca de un procedimiento de cambios de trabajo y rollos.

Después de desarrollar el SMED, se propuso el nuevo procedimiento de cambio de trabajo y rollo; seguido se procedió a capacitar al líder del área de sellado explicándoles los cambios que se realizaron, ya que esta es la persona más apta

para que por medio de una capacitación pueda transmitir a sus compañeros operarios el estándar establecido tal como se muestra en la Figura 2.22.

	Ayudante/Líder	Operador
Pre-cambio de Rollo	Revisa orden de producción	
	Busca estibador manual	
	Busca rollo a procesar	
Cambio de Rollo		Retira rollo de trabajo terminado
		Retira scrap
		Traslada rollo al rebobinador con estibador manual
		Coloca rollo nuevo en el rebobinador
		Ajusta posición del rollo
		Empatar el rollo nuevo con lámina anterior
Calibración	Búsqueda de herramientas	Cambio de medida
	Ajuste de fuelle	Ajuste de precorte
	Ajuste de temperatura de sello	
Control de calidad	Verifica medidas con el estándar de producción	Coloca agua/tinta en la funda
	Verifica resistencia del sello de la funda	
Salida de fundas	Verifica que no haya fugas en la funda	Acomoda mesa y aparadores para salida de fundas

Figura 2.22: Estandarización de actividades pareadas para el cambio de trabajo

Fuente: Elaboración propia

2.4.5.4 Actualización de formato de registro de tiempos perdidos de sellado.

Se actualizó el formato de registro de tiempos perdidos con el fin de que los operarios inviertan el menor tiempo posible en llenar estos registros y así tener un mayor tiempo de producción; también este nuevo formato abarca una mayor clasificación de causas que ocasionan paradas en el proceso productivo. (Anexo D)

2.4.5.5 Creación y difusión de un procedimiento formal de cambio de turno.

Se creó un procedimiento formal de cambio de turno con el fin de reducir el tiempo no productivo de los operarios, este nuevo procedimiento se lo difundió por medio de una capacitación a los operadores y lecciones de un punto repartidas en el área de sellado.

2.4.5.6 Aplicación de 5's en el área de herramientas y limpieza.

La herramienta 5's se implementó en el área donde están ubicadas las partes de las máquinas y herramientas necesarias para que los operarios de sellado cumplan sus labores, con el fin de disminuir los tiempos de búsqueda de herramientas al realizar cambios de trabajo.



Figura 2.25: Implementación de 5S's en el área de herramientas y limpieza

2.5 Controles

Para que el modelo implementado se mantenga en el tiempo se establecieron controles relacionados con la estandarización del proceso de cambio de trabajo, el procedimiento de cambio de turno y la implementación del 5's.

- **Auditorías 5S's**

Este control consiste en la revisión semanal por parte de una persona externa al área de sellado; de las 4 estanterías con la ubicación fija de los implementos designados a las máquinas, así como el área de limpieza con las escobas y suministros. El formato consiste en un check list que califica con puntajes de 0 a 4 el cumplimiento de cada ítem como se puede observar en el Apéndice E.

- **Lecciones de un punto (LUP-OPL)**

Las lecciones de un punto se establecieron para que faciliten el aprendizaje de conocimientos transmitidos durante las capacitaciones, del mismo modo que contribuyan a la implementación del estándar en las operaciones de sellado. Para esto fueron creados tres modelos descritos a continuación:

LUP 001: Cambio de turno de los operarios del área de sellado; indica las actividades para ejecutar antes y después de un cambio de turno. (Apéndice E)

LUP 002: Cambio de trabajo en las máquinas del área de sellado; consiste en el proceso general de cambio de trabajo con indicaciones propias del modelo. (Apéndice E)

LUP 003: Cambio de trabajo de 1 a 2 líneas en las máquinas 3 y 4 del área de sellado; consiste en el proceso de dicho cambio de trabajo con indicaciones a considerar en este caso. (Apéndice E)

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1 Prueba de medias de tiempo de cambio de trabajo de 1 a 2 líneas

Para medir el impacto que tuvo la implementación del SMED en el cambio de trabajo de una a dos líneas se realizó un estudio de tiempos que constó de la toma de 3 datos a partir de que el proceso estuvo estandarizado.

El nuevo tiempo promedio de cambio fue de 64 min en comparación con el anterior de 87,36 minutos notándose una reducción del 24,7%; a continuación, se desarrolló una prueba de hipótesis con la ayuda del software Minitab para determinar si la media actual es diferente de la anterior.

Prueba de hipótesis para las medias del cambio de trabajo de una a dos líneas en las máquinas 3 y 4.

La estimación de la diferencia es de la reducción de tiempos correspondiente a 23,09 minutos con un intervalo de confianza de 95%.

Tabla 3.1: Estimación de la diferencia de medias

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
23,09	(6,22; 39,95)

Fuente: Elaboración propia

Hipótesis

$H_0 =$ El tiempo promedio en realizar cambios de una línea a dos líneas es igual en el proceso anterior y el actual.

$H_1 =$ El tiempo promedio en realizar cambios de una línea a dos líneas NO es igual en el proceso anterior y el actual.

Tabla 3.2: Prueba de hipótesis para medias de cambio de trabajo

Hipótesis nula	Ho: $\mu_1 - \mu_2 = 0$	
Hipótesis alterna	H1: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$	
Valor T	GL	Valor p
5,89	2	0,028

Fuente: Elaboración propia

Con un valor de $p=0,028$, podemos concluir se rechaza la hipótesis nula, es decir los tiempos promedios de cambio de una línea a dos líneas entre el proceso actual y el nuevo son diferentes.

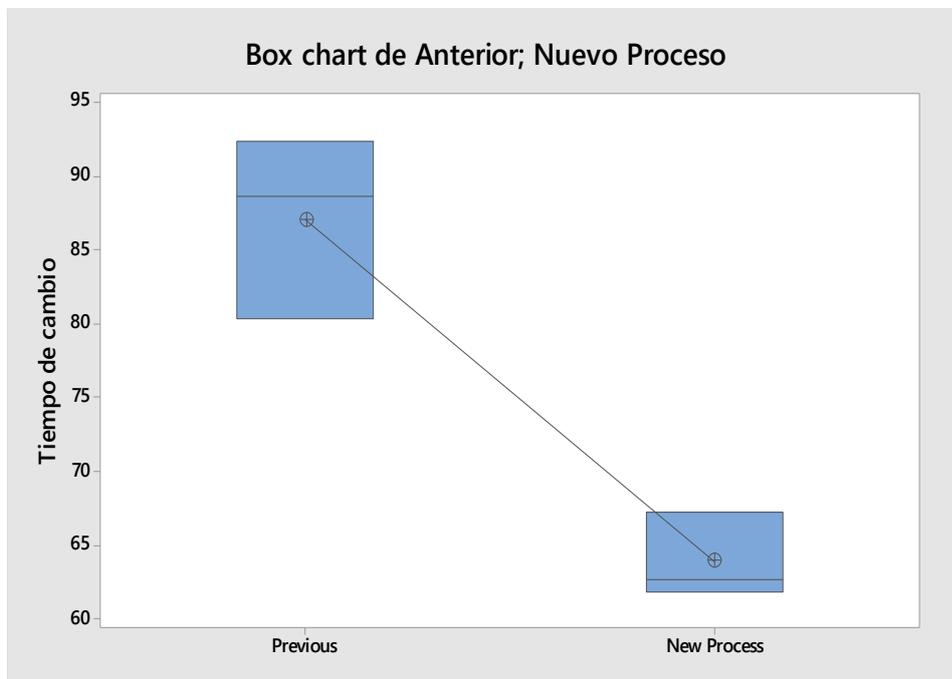


Figura 3.1: Box chart del anterior proceso de cambio de trabajo de una a dos líneas vs el nuevo proceso

Fuente: Elaboración propia

3.2 Prueba de media de eficiencia de operadores

Se analizaron datos facilitados por la empresa para determinar cómo ha variado la eficiencia y compararla en sus etapas: Datos históricos y luego de la implementación.

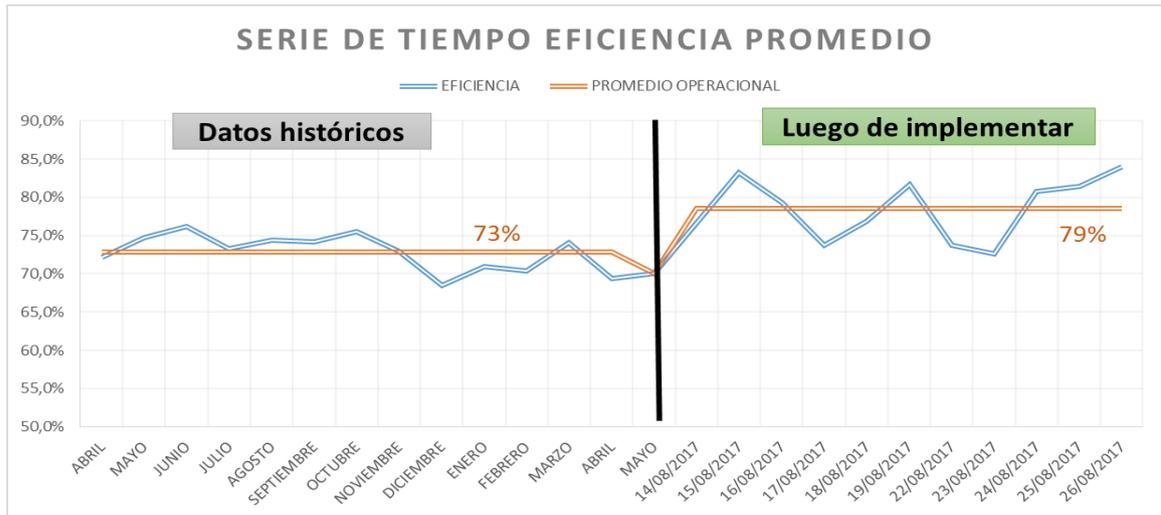


Figura 3.2: Serie de tiempo de la eficiencia operacional luego de la implementación

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar una variación creciente de la eficiencia promedio operacional luego de la implementación con una muestra de las dos últimas semanas del mes de agosto, ha alcanzado un estimado de 79%; es decir en comparación con los datos históricos donde la eficiencia era del 73% ha existido un incremento del 6% sobrepasando la meta inicial del 4%.

3.3 Análisis Costo Beneficio

A continuación, en la Tabla 3.3 se detalla los rubros y costos incurridos para la implementación de las mejoras propuestas. La inversión total realizada en la implementación de este proyecto es de \$1020,31.

Tabla 3.3: Análisis de costos de implementación

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE IMPLEMENTACIÓN			
Rubros	Costo/Unidad	Cantidad	Costo Total
Capacitaciones	\$ 149,38	2	\$ 298,75
Folletos de registro de novedades de máquina (100 Hojas)	\$ 8,00	6	\$ 48,00
Folletos de registro de tiempos perdidos (100 Hojas)	\$ 16,00	6	\$ 96,00
Etiquetas para 5's	\$ 23,00	1	\$ 23,00
Pintura Amarilla	\$ 7,39	1	\$ 7,39
Escobas	\$ 2,00	4	\$ 8,00
Recogedores	\$ 1,75	6	\$ 10,50
Afiche de cambio de turno	\$ 7,00	1	\$ 7,00
Mesa metálica con aparadores	\$ 104,33	5	\$ 521,67
COSTO DE IMPLEMENTACIÓN			\$ 1.020,31

Fuente: Elaboración propia

Para realizar un análisis más detallado en la Tabla 3.4 se muestra el tiempo al que se redujo las actividades de cambio de turno y cambio de trabajo después de las mejoras implementadas, y la frecuencia mensual que son realizadas estas actividades; con estos datos se calculó cuanto es el beneficio ganado en horas de producción cada mes con las mejoras implementadas.

Tabla 3.4: Tiempos reducidos de las actividades en las que se implementaron las mejoras y frecuencia de repetición

Actividades	Tiempo (Min)		Frecuencia Mensual	Tiempo Total (Min)	
	Antes de Implementación	Después de Implementación		Antes de Implementación	Después de Implementación
Cambio de Turno	30	10	40	1.200	400
Cambio de Trabajo	87,36	64	24	2.096,64	1.536

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la ganancia y el beneficio que tendrá la empresa con la implementación de las propuestas de mejora, se utilizó la producción promedio mensual en kg, las horas trabajadas mensualmente y la utilidad ganada por Kg. En la Tabla 3.5 se tienen los valores de los datos mencionados:

Tabla 3.5: Datos para determinar la ganancia y beneficio

Agosto	
<i>Producción Total (kg)</i>	113.057,55
<i>Horas Trabajadas (horas)</i>	1761,16
<i>Producción (kg/hora)</i>	64,19
<i>Utilidad kg</i>	\$ 4,33

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron los datos de reportes de producción y de los registros de tiempos perdidos.

Tabla 3.6: Detalle de Ganancias por implementación

	<i>Ganancias con Implementación</i>
<i>Tiempo de Producción</i>	0,72
<i>Utilidad por día</i>	\$ 200,88

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3.6 se muestra el tiempo de producción ganado con las implementaciones que es de 0,72 horas (43,36 minutos), y con los datos de producción en Kg/h y la utilidad por Kg podemos calcular que se obtiene ganancia de \$ 200,88 por día y por operario. Con estos datos se obtiene el valor total de ganancia al mes que es de \$ 64.280,03; por lo tanto, teniendo un costo de implementación de \$1.020,31, se concluye que el costo de inversión se lo recuperará en un mes.

CAPÍTULO 4

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Conclusiones

1. Se realizó la búsqueda de causas mediante herramientas exploratorias como el diagrama de Pareto e Ishikawa, para determinar las causas raíces del problema encontrado, se analizó la causa según el impacto que podría generar en el proceso y la dificultad de implementación.
2. Se disminuyó el tiempo final de cambio de trabajo de una a dos líneas en un 24.7%, con lo cual se comprueba que se obtuvieron resultados notables en la reducción del tiempo de máquina detenida, el cual fue posible replicar a las máquinas y operadores bajo ciertas circunstancias.
3. Se redistribuyeron las actividades del proceso de sellado entre los operarios involucrados.
4. De acuerdo con un análisis de datos de la eficiencia operacional luego de la implementación la media actual es del 79%. Por lo tanto, concluye que una vez implementadas las mejoras propuestas fue posible cumplir con el objetivo general.

4.2 Recomendaciones

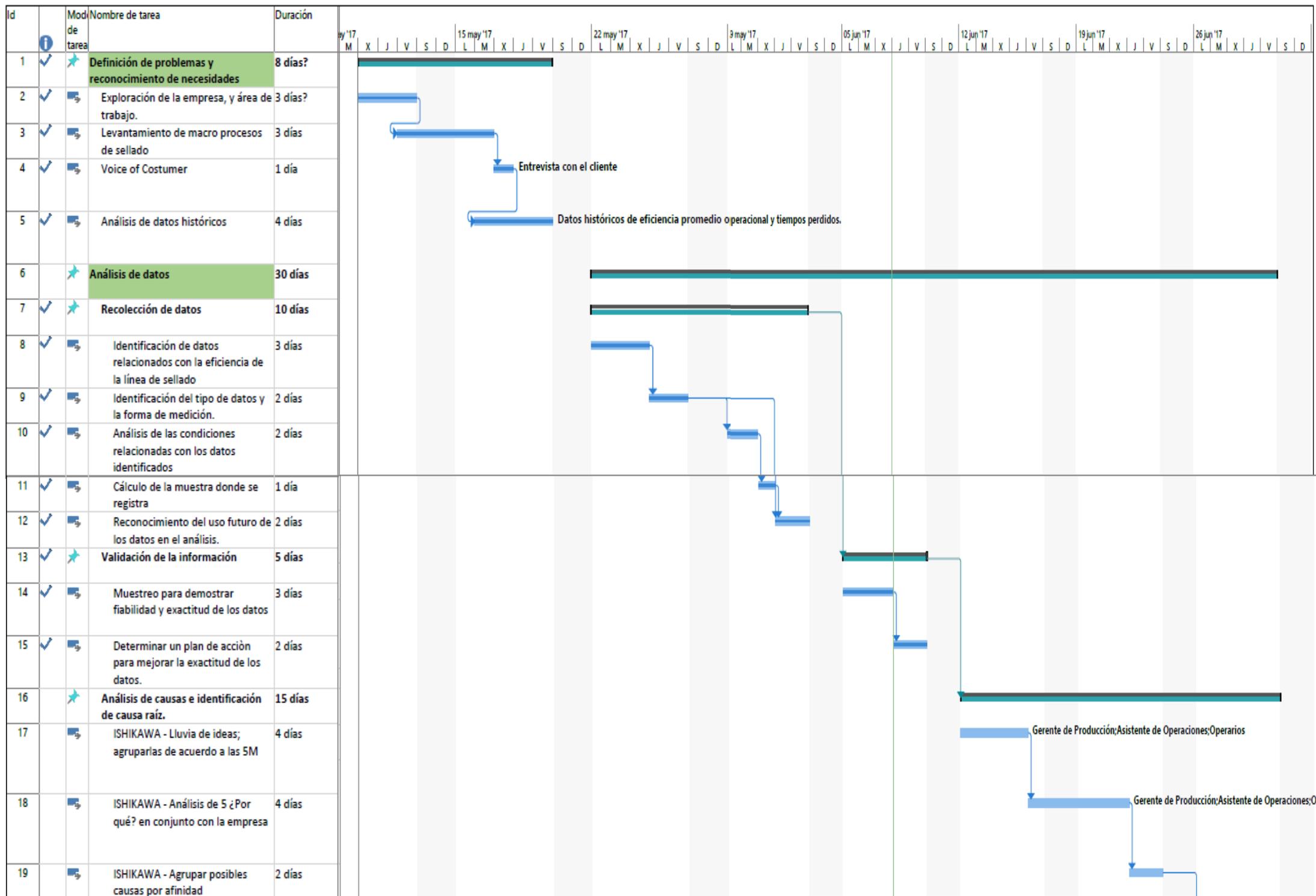
1. Considerar las demás soluciones planteadas para su futura implementación y disminuir problemas asociados a la materia prima como la actualización del sistema productivo de extrusión y la creación de una base de datos de temperaturas de sellado por cada ítem de producción.
2. Asignar personal responsable y adecuado para el control de las mejoras ya implementadas y garantizar la continuidad del proyecto.
3. Establecer un plan de capacitación y actualización a operarios actuales y nuevos en el proceso con la finalidad de asegurar el rendimiento en sus actividades
4. Mejorar el sistema de control de producción en todas las etapas del proceso para garantizar la calidad del producto.

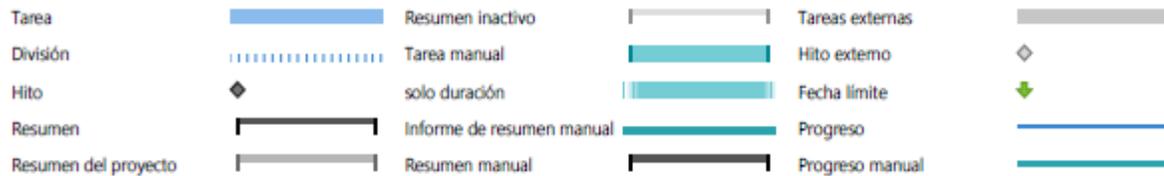
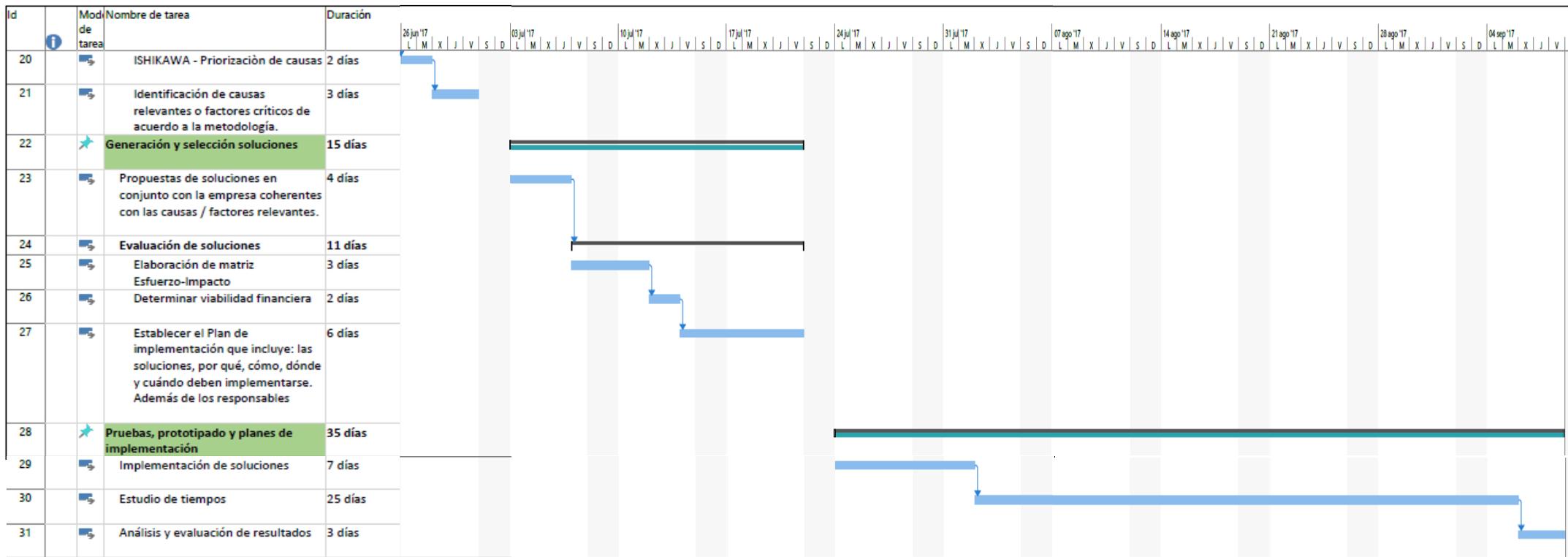
BIBLIOGRAFÍA

- Altamirano Sánchez, A. E. (2015). ¿Qué es un diagrama de afinidad? Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/que-es-un-diagrama-de-afinidad/>
- Asociación Española para la Calidad. (2017). Diagrama SIPOC. Obtenido de QAEC: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/diagrama-sipoc>
- Espín, F. (2013). Técnica SMED. Reducción del Tiempo Preparación. Obtenido de 3Ciencias Web Site: <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/05/TECNICA-SMED.pdf>
- Keisen Consultores. (2014). Análisis y Traducción de la Voz del Cliente. Obtenido de <http://keisen.com/es/analisis-y-traduccion-de-la-voz-del-cliente/>
- Pillco Suárez, J. (2009). Diagrama de Pareto. Obtenido de Dspace Universidad de Guayaquil.
- R., J. O. (2012). Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma. Obtenido de Researchgate Web Site: https://www.researchgate.net/profile/Jared_Ocampo/publication/264044270
- Ruíz, A., & Soriano, G. (2015). Métodos de graficación para el estudio del trabajo. Obtenido de Estudio de movimientos y de tiempos: <https://ingenieriadeltabajo042010.wikispaces.com/file/view/M%C3%A9todos+de+Graficaci%C3%B3n+para+el+Estudio+del+Trabajo.pdf>
- Salazar López, B. (2016). Metodología de las 5S. Obtenido de Ingeniería industrial online.com: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gestion-y-control-de-calidad/metodologia-de-las-5s/>
- Soto, B. (2014). Principios del método de las 5S. Obtenido de Gestión.org: <https://www.gestion.org/rsc/30816/principios-del-metodo-de-las-5s/>
- Trías, M., González, P., Flardo, S., & Flores, L. (2011). Las 5 W + H y el ciclo de mejora en la gestión de procesos. Obtenido de Laboratorio Tecnológico de Uruguay: <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiTy5Sn64LWAhXFbSYKHTsLDK8QFghGMAU&url>

APÉNDICES

APÉNDICE A
Plan de Actividades





APÉNDICE B
Diagramas Funcionales de los Procesos

Diagrama Funcional del Proceso de Sellado en las máquinas 1, 5 y 6 – Fundas Cuadradas, Sello de Fondo
 Analistas: Jijón Guadalupe; Montalvo Noeli
 Fecha: 06/Jun/2017

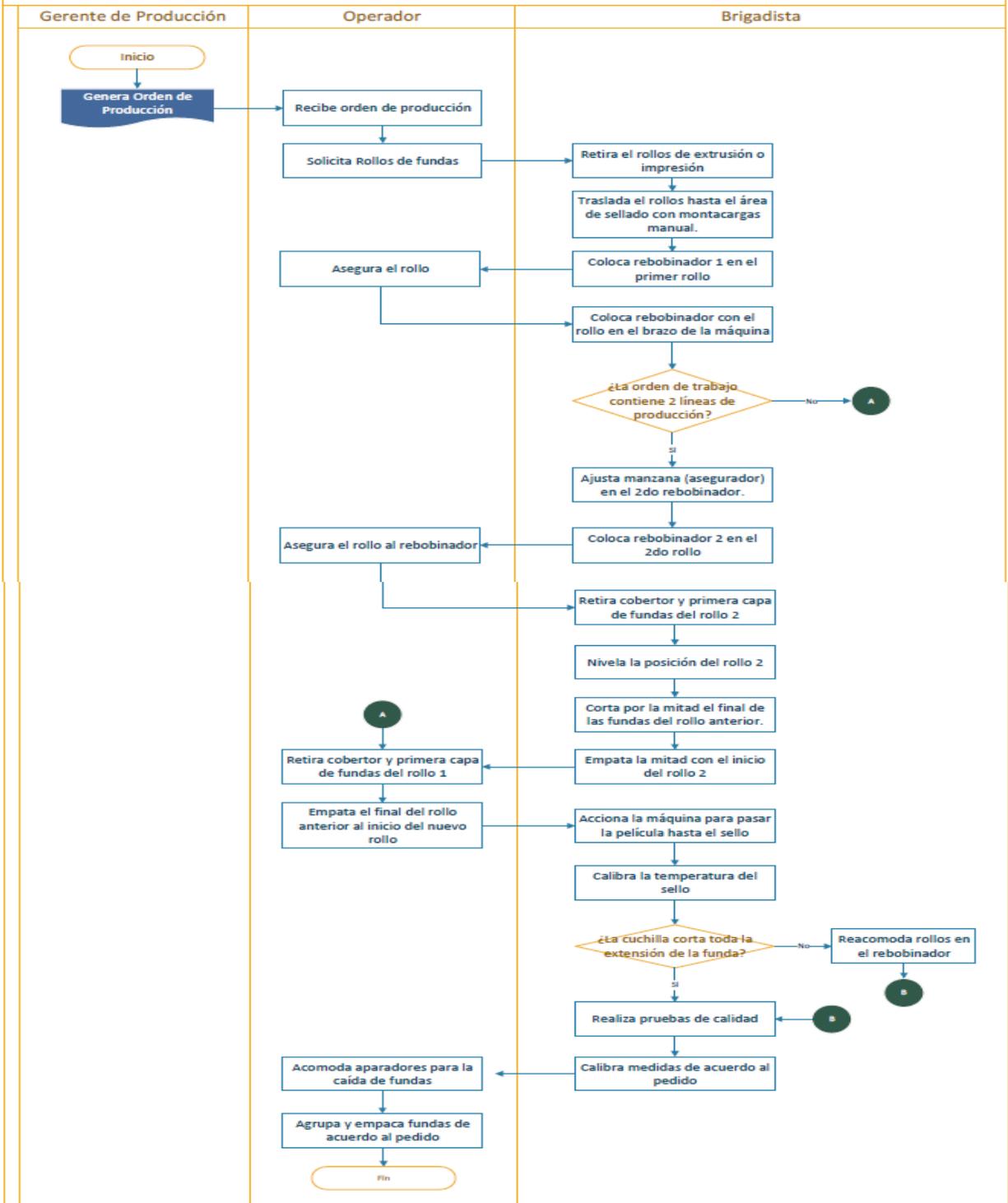


Diagrama Funcional del Proceso de Sellado en la máquina 2 – Fundas Cuadradas, Boutique con asas, Boutique Troquel Riñón; Sello de Fondo o Lateral

Analistas: Jijón Guadalupe; Montalvo Noeli

Fecha: 06/Jun/2017

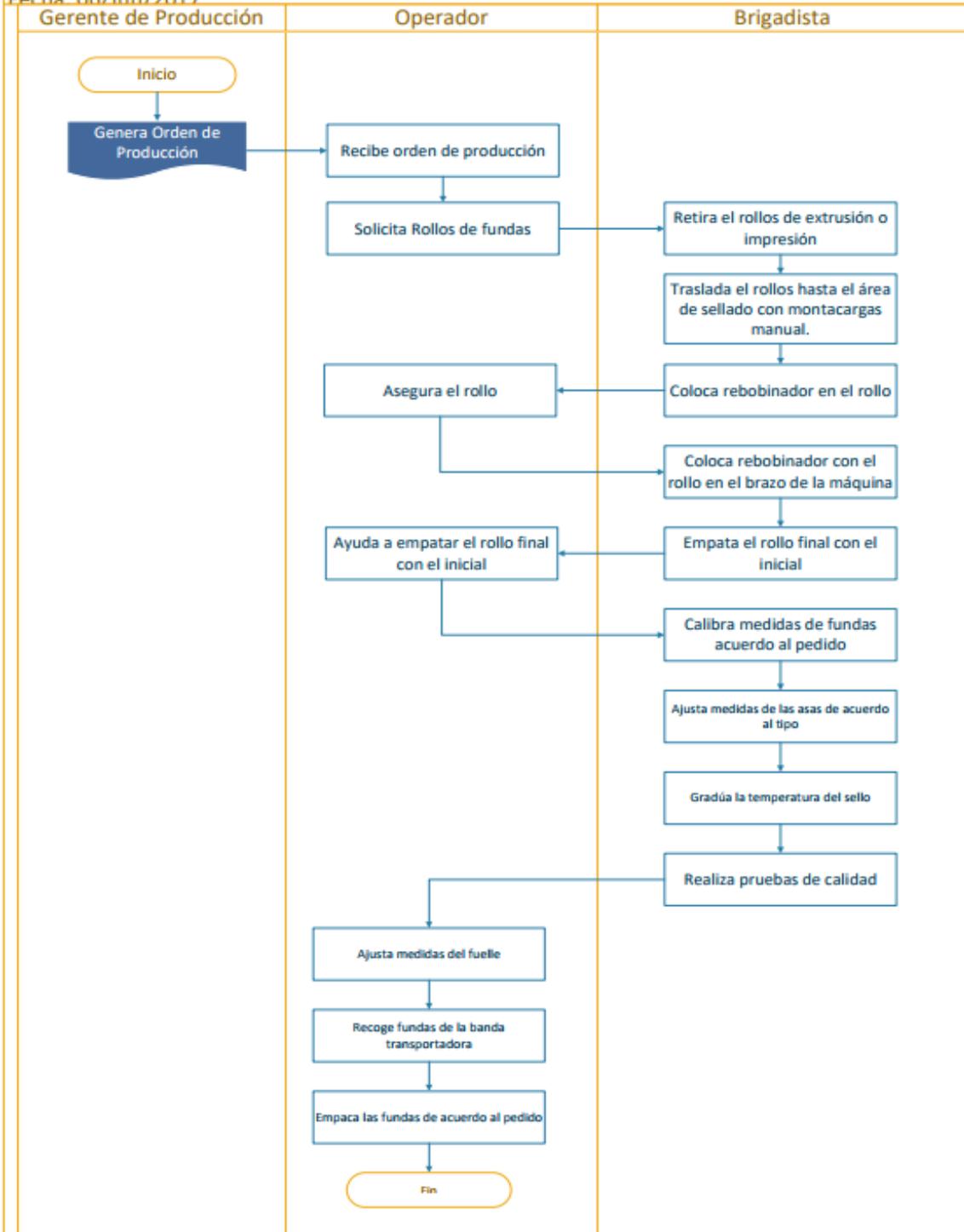


Diagrama Funcional del Proceso de Sellado en la máquinas 3 y 4 – Fundas Cuadradas, Sello de Lateral

Analistas: Jijón Guadalupe; Montalvo Noeli
 Fecha: 06/Jun/2017

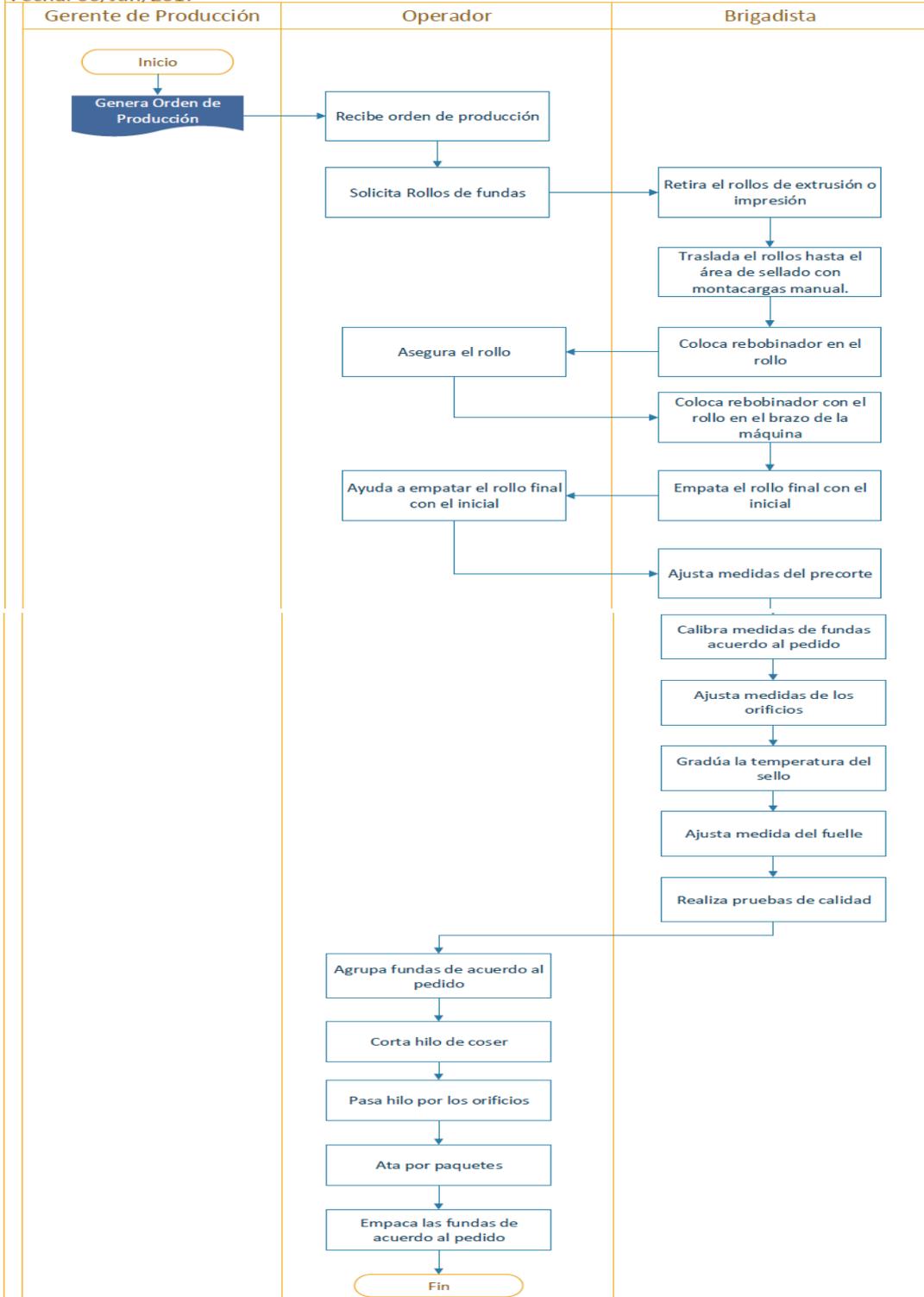
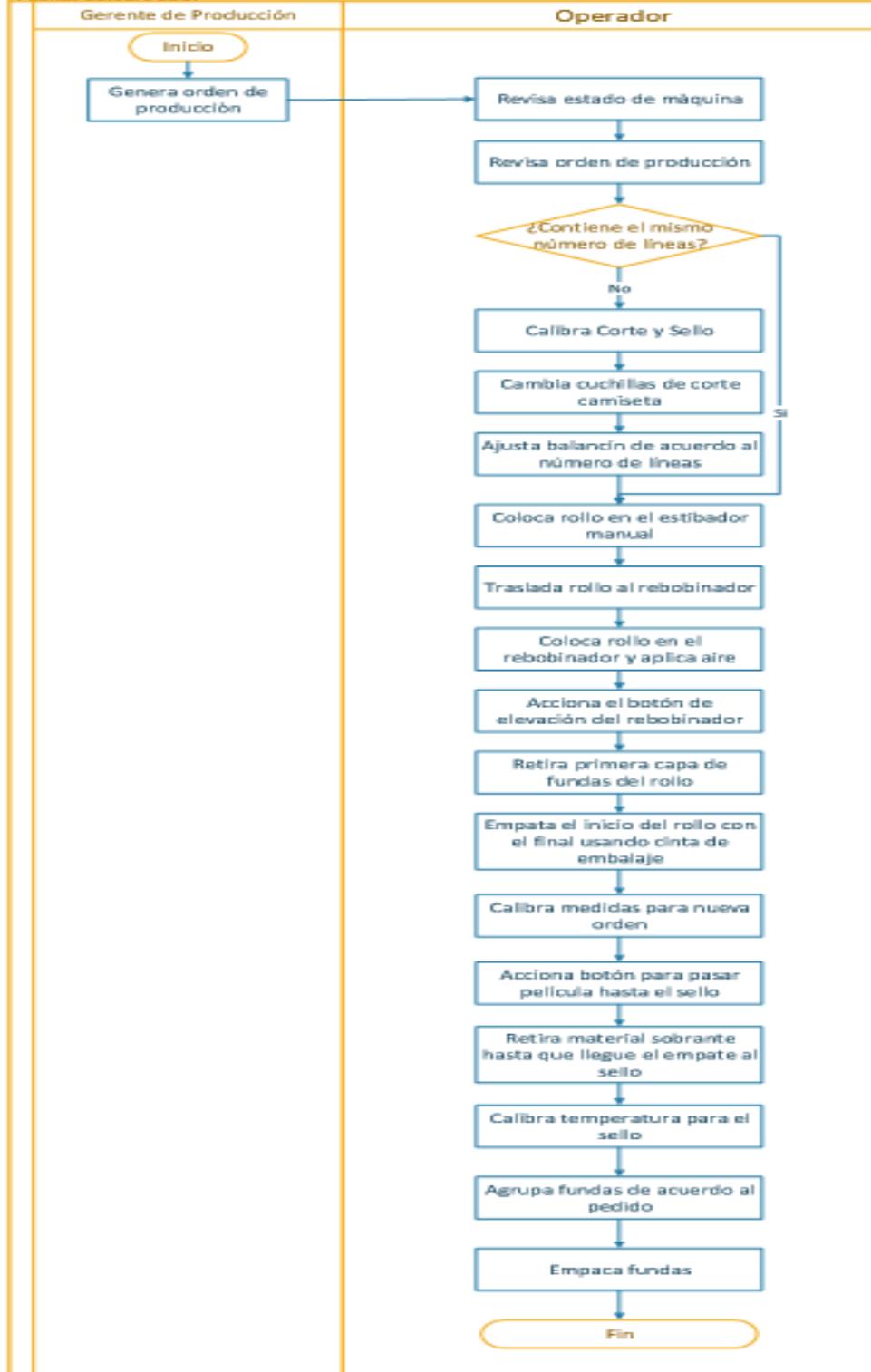


Diagrama Funcional del Proceso de sellado en la máquina 7 – Camisetas, Sello de Fondo

Analistas: Jijón Guadalupe, Montalvo Noel.
Fecha: 06/Jun/2017



APÉNDICE C
Certificaciones

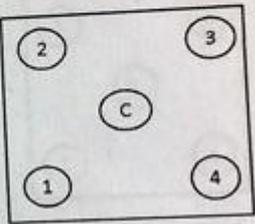
DATOS DEL CLIENTE
 Cliente: [Redacted] Teléfono: 3705653 Fax: 3705650
 Contactos: [Redacted]
 Dirección: [Redacted] e-mail: [Redacted]

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO:	Balanza	ÁREA:	SELLADO	Frecuencia de calibración:	TRIMESTRAL
MARCA:	CAS	CUARTO:	NA	Capacidad máxima:	500
MODELO:	CI-2001A	ITEM:	010	Resolución(d):	0,1
SERIE:	CI07402658	CÓDIGO:	NA	Valor de Verificación(e):	0,2
CLASE:	III	ESTADO:	en uso	Capacidad mínima:	4
UNIDAD DE MEDIDA:	Kg.	RANGO:	0 - 500 kg.	Observaciones:	Buen estado

DATOS DE LA CALIBRACIÓN

ENSAYO DE REPETIBILIDAD			ENSAYO DE EXCENTRICIDAD (Exc.)		
100			50		
Nº PRUEBA	LECTURA	ERROR ()	POSICIÓN	LECTURA	ERROR ()
1	100,1	0,1	(c) Centro	50,0	0,0
2	100,0	0,0	1	50,0	0,0
3	100,0	0,0	2	50,0	0,0
4	100,1	0,1	3	50,0	0,0
5	100,0	0,0	4	50,0	0,0
Dif. Max.		0,1	Exc. Max.		0,0
e.m.p.		0,2	e.m.p.		0,2
cumplimiento		Si cumple	cumplimiento		Si cumple



ENSAYO DE CARGA (kg)

NR	Patrón	Lectura Asc.	Lectura Desc.	Error Asc.	Error Desc.	Histéresis	emp	Cumplimiento
1	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	Si cumple
2	25	25,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,2	Si cumple
3	50	50,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,2	Si cumple
4	75	75,0	75,0	0,0	0,0	0,0	0,2	Si cumple
5	100	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,2	Si cumple
6								
7								
8								
9								

Análisis de incertidumbre (kg):

Por patrón utilizado:	0,0003000000	Resolución:	0,0288675135
Repetibilidad:	0,0547722558	Combinada:	0,0619146455
Excentricidad:	0,0000000000	Expandida:	0,1238292911
Histéresis:	0,0000000000		

PATRONES UTILIZADOS:

NOMBRE	MARCA	CLASE	SERIE	CERTIFICADO N°	F. Calibración	Fech Próx. Calibración
Juego de 5 pesos	N.N.	F	N.N.	LNM-M-2016-103	2016-03-31	mar-2017

MÉTODO UTILIZADO: GPE - ING - 01
REFERENCIAS: Los resultados de los ensayos de repetibilidad, excentricidad y carga son evaluados con los errores máximos permitidos, (e.m.p.) establecidos en la norma NTE - INEN 2 - 134:2000 y las incertidumbres en base a la guía OAE G002 R00

Realizado por: [Redacted] RECIBIDO POR: Ing. Pedro Anzules

APÉNDICE D

CONTROL REGISTRO DE TIEMPOS PERDIDOS "SELLADO"

		CONTROL DE REGISTRO DE TIEMPOS PERDIDOS "SELLADO"					Código:						
							Versión: 01 (2017-08-01)						
							Página N°: 1/1						
Fecha:		Operador:			Turno:			Máquina:					
Medida:				# Orden de Producción:				Golpe/Min:					
Unid/Paq:		# Líneas:						Golpe/Blco:					
Hora Inicio:				Hora de Finalización:									
CAMBIOS DE TRABAJO		Código	Timepo en Minutos				FALLAS EN LA MÁQUINA		Código	Timepo en Minutos			
Cambio de medida		CT-101					Cambio de troquel		FM-201				
Cambio de tipo de sello		CT-102					Cambio de teflón		FM-202				
Cambio de rollo		CT-103					Cambio de cuchilla		FM-203				
Ajuste de perforadora		CT-104					Daños mecánicos		FM-204				
FALLAS DE MATERIAL		Código					Trabajo en una sola línea		FM-205				
Arranques		MT-301					LIMPIEZA		Código				
Material se pega en la cuchilla		MT-302					Limpieza profunda semanal		LP-401				
Fallas en la impresión		MT-303					Limpieza de rodillos		LP-402				
Producto en mal estado		MT-304					Limpieza de lugar de trabajo		LP-403				
PERDIDAS GENERALES		Código					OBSERVACIONES						
Daño Eléctrico		PG-501											
Falta de Agua		PG-502											
Falta de Energía		PG-503											

APÉNDICE E

MÉTODOS DE CONTROL DE MEJORAS

AUDITORÍA DE 5'S "SELLADO"							
Nombre del Auditor:						Fecha:	
#	Check Item	Descripción	Calificación				
			0	1	2	3	4
1	Estantería 1	¿Están es su lugar, limpias y ordenada las recámaras de aire de M3-M4-M5?					
2		¿Están en su lugar, limpias y ordenadas las folleras?					
3		¿Están en su lugar, limpios y ordenados los discos para fuele?					
4		¿Están en su lugar, limpias y ordenadas las cuchillas de sello de fondo?					
5		¿Están en su lugar, limpias y ordenadas las cuchillas de sello lateral para material grueso?					
6		¿Están en su lugar, limpias y ordenadas las cuchillas de sello latera?					
#	Check Item	Descripción	Calificación				
			0	1	2	3	4
7	Estantería 2	¿Están en su lugar, limpios y ordenados los balancines de M1?					
8		¿Están en su lugar, limpios y ordenados los balancines de M3-M4?					
9		¿Están en su lugar, limpias y ordenadas las cuchillas de sello de fondo?					
10		¿Están en su lugar, limpias y ordenadas la base de sello de fondo?					
#	Check Item	Descripción	Calificación				
			0	1	2	3	4
11	Estantería 3	¿Están en su lugar, limpios y ordenados los troqueladores?					
12		¿Están en su lugar, limpios y ordenados los separadores o abridores?					
13		¿Está en su lugar, limpio y ordenado el rodillo?					
14		¿Están en su lugar, limpias y ordenadas la cuchila de sello lateral, el rodillo y la plancha de la M1?					
15		¿Están en su respectiva gaveta los pistones, perforadores, tornillos, tuercas y arandelas?					
16		¿Están en su lugar y ordenados los dispensadores de aceite, desengrasante y alcohol?					
#	Check Item	Descripción	Calificación				
			0	1	2	3	4
17	Estantería 4 (Zona de M7 y M8)	¿Están en su lugar, limpios y ordenados los moldes de troquel de la M8?					
18		¿Están en su lugar, limpios y ordenados los model de torquel?					
		¿Están en su lugar y ordenadas las cajas de cintha pega y despega?					
19		¿Están en su lugar, limpios y ordenados los implementos de la M8?					
#	Check Item	Descripción	Calificación				
			0	1	2	3	4
20	Zona de Limpieza	Las escobas y recogedores se encuentran en su lugar establecido					
21		¿Los botes de basura están dentro de su zona delimitada?					

0=Muy Malo 1=Malo 2=Promedio 3=Bueno 4=Muy Bueno

Lección de un Punto (LUP-OLP)

Título	Cambio de turno de los operarios del área de sellado	Número de LUP	001
		Fecha de Implementación	ago-17

RECORDAR

Antes de comenzar el turno:

Llegar temprano para alistar herramientas de trabajo

Ingresar al área de sellado 10 minutos antes.

Buscar fundas para depositar scrap

Llenar campos iniciales de formulario de calidad.

Leer reporte de novedades de la máquina.

Verificar trabajo que esta siendo procesado.



Al finalizar el turno:

NO apagar la maquina selladora, al menos que se tenga que realizar un cambio de trabajo o rollo.

Realizar la limpieza de su lugar de trabajo.

Dejar utencilios de limpieza en su lugar.

Llenar reporte de novedades de la máquina.

Si durante los últimos 30 minutos de la jornada laboral se tiene que realizar un cambio de rollo el operario **debe** dejarlo listo.



Lección de un Punto (LUP-OPL)

Título	Cambio de trabajo en las máquinas del área de sellado	Número de LUP	002
		Fecha de Implementación	ago-17

PROCESO DE CAMBIOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE SELLADO	
Ayudante/Líder	Operador
Pre-cambio de Rollo	
Revisa orden de producción	
Busca estibador manual	
Busca rollo a procesar	
Cambio de Rollo	
	Retira rollo de trabajo terminado
	Retira scrap
	Traslada rollo al rebobinador con estibador manual
	Coloca rollo nuevo en el rebobinador
	Ajusta posición del rollo
	Empatar el rollo nuevo con lámina anterior
Calibración	
Búsqueda de herramientas	Cambio de medida
Ajuste de fuelle	Ajuste de precorte
Ajuste de temperatura de sello	
Control de calidad	
Verifica medidas con el estándar de producción	Coloca agua/tinta en la funda
Verifica resistencia del sello de la funda	Ajuste del ojo electrónico
Salida de fundas	
Verifica que no haya fugas en la funda	Acomoda mesa y aparadores para salida de fundas

Todos los rollos para cada orden de producción deberán ser ubicados a un lado de la máquina

Se empezará con medidas mínimas para corte hasta encontrar la temperatura ideal con la cinta a la menor velocidad posible.

La cantidad máxima para retirar de lámina en cada rollo para realizar el empate será el correspondiente a la primera vuelta.

Es importante mantener preparados los sacos para empaque encima de la mesa de trabajo e ir guardando los paquetes de fundas con el fin de disminuir el tiempo de empaquetado.

Lección de un Punto (LUP-OPL)

Título	Cambio de trabajo de 1 a 2 líneas en las máquinas 3 del área de sellado	Número de LUP	003
		Fecha de Implementación	ago-17

	Ayudante/Líder	Operador		
Todos los rollos para cada orden de producción deberán ser ubicados a un lado de la máquina	Pre-Cambio de Rollo	Revisa orden de producción		Estas actividades que son realizadas antes de hacer el cambio de rollo 00:00
		Busca estibador manual		
		Busca rollo a procesar		
	Cambio de Rollo		Retira rollo de trabajo terminado	
			Retira scrap	
			Traslada rollo al rebobinador con estibador manual	
			Coloca rollo nuevo en el rebobinador	
			Ajusta posición del rollo	
Las barras deberán estar listas para ser usadas por el líder o ayudante previo al cambio.	Calibración	Búsqueda de herramientas	Cambio de medida	04:23
		Buscar perforadora central	Ajuste de precorte	
		Instala perforadora central	Instala perforadora central	
		Ajuste de perforadora central	Ajuste de perforadora central	
		Cambio de balancines		
		Ajuste de fuelle	Ajuste de perforadora de extremos	
		Ajuste de temperatura de sello		
Se empezará con medidas mínimas para corte hasta encontrar la temperatura ideal con la cinta a la menor velocidad posible.	Control de calidad	Verifica medidas con el estándar de producción		54:49
		Verifica resistencia del sello de la funda	Coloca agua/tinta en la funda	
		Verifica que no haya fugas en la funda	Ajuste del ojo electrónico	
Es importante mantener preparados los sacos para empaque encima de la mesa de trabajo e ir guardando los paquetes de fundas con el fin de disminuir el tiempo de empaquetado.	Salida de fundas	Verifica que no haya fugas en la funda	Acomoda mesa y aparadores para salida de fundas	59:60 64:00

La cantidad máxima para retirar de lámina en cada rollo para realizar el embate será el correspondiente a la primera

Las mangueras de aire serán todas desconectadas y conectadas en orden para evitar enredos entre los operarios.