

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE
FLEXIBLES DE UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE PRODUCTOS
PLÁSTICOS DESCARTABLES MEDIANTE LA METODOLOGÍA LEAN
MANUFACTURING

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTADA POR

BACH. FERREYRA HERNÁNDEZ, JORGE LUIS

BACH. NATIVIDAD HERRERA, LADY PAOLA

ASESOR: DR. VELÁSQUEZ COSTA, JOSÉ ANTONIO

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres y hermanos por apoyarme y aconsejarme a lo largo de toda mi carrera.

Ferreya Hernández, Jorge Luis.

Dedico esta tesis a mis padres, hermanos, a mi sobrina Valeria, y un reconocimiento especial a mi hermano Raúl por el apoyo durante toda la carrera.

Natividad Herrera, Lady Paola.

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarnos en este camino, a nuestras familias por brindarnos su apoyo en todo momento, y a nuestros profesores por transmitirnos sus conocimientos a lo largo de nuestra carrera profesional.

Ferreyra Hernández, Jorge Luis.

Natividad Herrera, Lady Paola.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos	2
1.2 Objetivo General y Específico	4
1.3 Delimitación de la Investigación	5
1.4. Importancia y Justificación del estudio	5
1.4.1 Importancia del estudio	5
1.4.2. Justificación teórica	5
1.4.3. Justificación práctica	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes del estudio de Investigación	7
2.1.1. Marco Histórico	7
2.1.2. Investigaciones relacionadas con el tema	8
2.1.2.1. Nacionales	8
2.1.2.2. Internacionales	10
2.2 Bases Teóricas Vinculadas a la variable o variables de Estudio	12
2.2.1. Productividad	12
2.2.2. Lean Manufacturing	12
2.2.2.1 Despilfarro o Desperdicio	13
2.2.2.2. Tipos de Despilfarro en Lean Manufacturing:	14
2.2.2.3. Beneficios de Lean Manufacturing	15
2.2.2.4. Herramientas del Lean Manufacturing:	15
2.2.2.5. Metodología de las 5's	16
2.2.2.5.1. Primera 'S': Clasificar:	16
2.2.2.5.2. Segunda 'S': Ordenar: (Un lugar para cosa y cada cosa en su lugar).	17
2.2.2.5.3. Tercera 'S': Limpiar:	18
2.2.2.5.4. Cuarta 'S': Mantener	18
2.2.2.5.5. Quinta 'S': Disciplina	18

2.2.2.6. Poka Yoke	18
2.2.2.6.1. Categoría de los elementos Poka Yoke	19
2.2.2.6.2. Clasificación de los mecanismos Poka Yoke	19
2.2.2.6.3. Motivos para utilizar Poka Yoke	19
2.2.2.6.4. Ventajas del Poka Yoke	20
2.2.2.7. SMED (Single Minute Exchange of Die – Cambios rápidos)	20
2.2.2.7.1. Tipos de operaciones	21
2.2.2.7.2. Etapas de la Metodología SMED	21
2.3 Definición de términos básicos	23
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS	24
3.1 Hipótesis	24
3.1.1. Hipótesis Principal	24
3.1.2. Hipótesis Secundarias	24
3.2 Variables	25
3.2.1. Definición conceptual de las variables independientes	25
3.2.2. Definición conceptual de las variables dependientes	26
3.2.3. Operacionalización de las Variables Independientes	27
3.2.4. Operacionalización de variables dependientes	28
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	29
4.1 Tipo y Nivel de investigación	29
4.1.1. Tipo de Investigación	29
4.1.2. Nivel de Investigación	29
4.2 Diseño de la Investigación	29
4.3 Población y Muestra	30
4.3.1. Población	30
4.3.2. Muestra	30
4.4 Técnica e instrumento de Recolección de Datos	31
4.5 Técnicas de Procesamiento y análisis de información	32
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	33
5.1 Presentación de Resultados	33
5.1.1. Descripción de la Realidad	33
5.1.1.1. Antecedentes de la empresa	33
5.1.1.2. Misión	33

5.1.1.3. Visión	33
5.1.1.4. Política de Calidad	34
5.1.1.5 Organigrama de la empresa	35
5.1.1.6. Organigrama del área de Flexibles	36
5.1.1.7. Lay Out actual del área de Flexibles	36
5.1.1.8. Descripción de la familia de productos.	37
5.1.1.9. Descripción de la Lista Maestra de productos	38
5.1.1.10. Descripción de los procesos del área de Flexibles	39
5.1.2. Análisis de la realidad	42
5.1.2.1. Evaluación Interna	42
5.1.2.2. Evaluación Externa	42
5.1.2.3. Identificación de la zona piloto en el área de Flexibles	43
5.1.2.4. Análisis de los problemas en el proceso de sellado	44
5.1.2.5. Análisis de las causas	46
5.1.2.6. Distribución de las causas según el nivel de productividad	46
5.1.2.6.1. Problema Específico 1: Bajo nivel de productividad causado por desorganización durante el proceso de sellado.	46
5.1.2.6.2. Problema Específico 2: Bajo nivel de productividad durante los cambios de bobina en el proceso de sellado.	56
5.1.2.6.3. Problema Específico 3: Bajo nivel de productividad durante los cambios de herramienta en el proceso de sellado.	59
5.1.3. Propuestas de solución	64
5.1.3.1. Aplicación de las 5'S	64
5.1.3.2. Aplicación del Poka Yoke	74
5.1.3.3. Aplicación de la Metodología SMED	77
5.2. Análisis de Resultados	83
5.2.1. Resultados de 5'S	83
5.2.1.1. Prueba de Hipótesis 1	85
5.2.2. Resultados Poka Yoke	87
5.2.2.1. Prueba de Hipótesis 2	90
5.2.3. Resultados de SMED	92
5.2.3.1. Prueba de Hipótesis 3	95
CONCLUSIONES	98
RECOMENDACIONES	99

ANEXOS	102
Anexo 01: Matriz de Consistencia	102
Anexo 02: Tabla de Operacionalización de variables independientes	103
Anexo 03: Tabla de Operacionalización de variables dependientes	104
Anexo 04: Registro de Producción de Sellado - Flexibles	105
Anexo 05: Formato de Producción de Producto terminado	106
Anexo 06: Registro diario de producción - Administración	107
Anexo 07: Formato de Tarjeta Roja 5´S	108
Anexo 08: Lista de Responsables por estación de trabajo	109
Anexo 09: Formato de Limpieza N°1	109
Anexo 10: Formato de Limpieza N°2	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Definición conceptual de variables independientes	25
Tabla 2. Definición conceptual de variables independientes	26
Tabla 3. Operacionalización de variables independientes	27
Tabla 4. Operacionalización de variables dependientes	28
Tabla 5 : Familia de Productos.	37
Tabla 6 : Lista Maestra de Productos.	38
Tabla 7. Clasificación ABC según frecuencia de problemas	45
Tabla 8. Auditoría 5´S - Clasificación - antes	52
Tabla 9. Auditoría 5´S Organización antes	53
Tabla 10 : Auditoría 5´S – Limpieza - antes	54
Tabla 11. Tabla de tiempos antes de 5'S	55
Tabla 12. Toma de tiempos por día en el cambio de bobina	58
Tabla 13. Toma de tiempos durante cambio de herramienta antes de SMED	63
Tabla 14. Registro de objetos innecesarios en zona piloto	65
Tabla 15. Organización de herramientas	68
Tabla 16. Organización de bobinas	69
Tabla 17. Auditoría 5´S Clasificación - después	71
Tabla 18. Auditoría 5´S Organización después	72
Tabla 19 : Auditoría 5´S – Limpieza - después	73
Tabla 20. Porcentaje de Cumplimiento - Auditoría 5´S	73
Tabla 21. Identificación de tucos	74
Tabla 22. Tabla de tiempos después de 5´S	83
Tabla 23. Comparación de tiempos 5´S	85
Tabla 24. Tabla de tiempos después de Poka Yoke	88
Tabla 25. Reducción de tiempos aplicando Poka Yoke	90
Tabla 26. Tabla de tiempos después de SMED	93
Tabla 27. Reducción de tiempos aplicando SMED	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la empresa	35
Figura 2. Organigrama del área	36
Figura 3. Lay Out actual Flexibles	37
Figura 4. Flujograma del proceso de extrusión 1	39
Figura 5. Flujograma del proceso de extrusión 2	40
Figura 6. Flujograma del proceso de sellado	41
Figura 7. Matriz FODA	43
Figura 8. Zona Piloto	44
Figura 9. Diagrama de Pareto de frecuencias - Zona piloto	45
Figura 10. Diagrama de Ishikawa	46
Figura 11. Bolsas de merma en zona de bobinas	47
Figura 12. Zona de bobinas desordenada	48
Figura 13. Zona de tucos desordenada	48
Figura 14. Puertas de seguridad en zona de tránsito	49
Figura 15. Piezas de máquina en zona de tránsito	49
Figura 16. Herramientas desordenadas	50
Figura 17. Herramientas pertenecientes a otra área	50
Figura 18. Herramientas en mal estado	51
Figura 19. Llaves allen en mal estado	51
Figura 20. Prueba de Normalidad - variable tiempos	56
Figura 21. Raspado de tucos	57
Figura 22. Tuco raspado	57
Figura 23. Prueba de normalidad - variable tiempos 2	59
Figura 24. Cambio de herramienta en selladora	60
Figura 25. SMED-DAP Escenario 01-1	61
Figura 26. SMED-DAP Escenario 01-2	61
Figura 27. SMED Escenario 01-03	62
Figura 28. SMED -Escenario 01-04	62
Figura 29. Tabla de Normalidad - variable tiempos 3	64
Figura 30. Zona de montaje de bobina despejada	66
Figura 31. Zona de tránsito despejada	66
Figura 32. Zona de tránsito 2 despejada	67

Figura 33. Herramientas innecesarias con tarjeta roja 5'S	68
Figura 34. Bobinas organizadas	69
Figura 35. Flujograma de limpieza	70
Figura 36. Tucos con cinta de identificación	75
Figura 37. Dispositivo Poka Yoke	76
Figura 38. Dispositivo Poka Yoke en la bobina	76
Figura 39. Dispositivo Poka Yoke en la bobina 2	77
Figura 40. Dispositivo Poka Yoke en tuco contraído	77
Figura 41-DAP SMED -Escenario 02-01	79
Figura 42. DAP SMED-Escenario 02-02	80
Figura 43. DAP SMED-Escenario 02-03	80
Figura 44. DAP SMED-Escenario 02-04	81
Figura 45. DAP SMED Escenario 02-05	81
Figura 46-SMED Escenario 02-06	82
Figura 47. SMED Operario A-B	82
Figura 48. Prueba de Normalidad - variable tiempos después	84
Figura 49. Prueba de Hipótesis 1-A	86
Figura 50. Prueba de Hipótesis 1-B	87
Figura 51. Prueba de Normalidad - variable tiempos – Después 2	89
Figura 52. Prueba de Hipótesis 2-A	91
Figura 53. Prueba de Hipótesis 2-B	92
Figura 54. Prueba de Normalidad - variable tiempos después 3	94
Figura 55. Prueba de Hipótesis 3-A	96
Figura 56. Prueba de Hipótesis 3-B	97

RESUMEN

La presente investigación sobre mejora de la productividad en el área de flexibles de una empresa de plásticos en Lurín, tuvo como objetivo demostrar mediante una prueba piloto, en la zona de Sellado del Área de flexibles, la mejora de la productividad usando las herramientas 5'S, Poka Yoke y SMED de la Metodología Lean Manufacturing. El tipo de investigación fue explicativa de tipo cuasiexperimental. Se hizo el análisis de la producción de la zona de sellado de bolsas asa en el periodo comprendido de octubre 2018 a setiembre 2019, se analizaron los reportes de producción, así como la toma de tiempos en tareas que no agregaban valor dentro del proceso, se pudo identificar la pérdida de tiempo en la búsqueda de herramientas y la ubicación de las bobinas de materia prima para el proceso de sellado, la pérdida de tiempo en el cambio de bobina y la pérdida de tiempo en los cambios de herramienta. El resultado de la prueba piloto dio como resultado un incremento en la productividad. Las conclusiones son la reducción en los tiempos muertos en la búsqueda de material en proceso y herramientas mediante la implementación de las 5'S, la reducción de tiempos muertos en los cambios de bobina del proceso mediante el Poka Yoke y la reducción de tiempos en cambio de herramienta mediante el SMED.

Palabras claves: 5'S, Poka Yoke, SMED, productividad.

ABSTRACT

The present research on productivity improvement in the flexible area of a plastics company in Lurín, aimed to demonstrate, through a pilot test, in the sealing area of the Flexible Area, the improvement of productivity using 5'S tools, Poka Yoke and SMED of the Lean Manufacturing Methodology. The type of investigation was explanatory of experimental type. The analysis of the production of the sealing area of asa bags in the period from October 2018 to September 2019 was made, the production reports were analyzed, as well as the taking of time in tasks that did not add value within the process, was able to identify the loss of time in the search for tools and the location of the coils of raw material for the sealing process, the loss of time in the change of coil and the loss of time in the changes of tool. The result of the pilot test resulted in an increase in productivity. The conclusions are the reduction in downtime in the search for material in process and tools through the implementation of the 5'S, the reduction of downtimes in the coil changes of the process through the Poka Yoke and the reduction of times in tool change through the SMED.

Keywords: 5'S, Poka Yoke, SMED, productivity.

INTRODUCCIÓN

La investigación se realiza con la finalidad de mejorar los niveles de productividad del área de flexibles de una empresa de plásticos en Lurín, para ello se ejecutará un piloto en la zona de sellado del área que genera mayor impacto en toda la cadena del proceso de sellado. Para el análisis situacional se levantó información documentaria tales como los reportes de producción, así como la revisión de los indicadores, así como la revisión diaria de la ejecución del proceso por parte de los operarios y maquinistas de la zona.

Los resultados de las investigaciones nos muestran la importancia de la aplicación de las herramientas 5'S, Poka Yoke y SMED para mejorar la productividad de la zona piloto, área de sellado y la viabilidad en su ejecución en las demás áreas de la empresa.

El desarrollo de la tesis se divide en 5 capítulos los cuales abarcan el desarrollo secuencial de la investigación.

En el capítulo I, se desarrolla la descripción del problema, los objetivos, la delimitación espacial, así como la justificación e importancia.

En el capítulo II, se describe y se cita los antecedentes que sirven de aporte en el estudio de investigación, así como las bases teóricas y la definición de términos básicos.

En el capítulo III, se describe la hipótesis general como las secundarias, la definición conceptual y la operacionalización de variables.

En el capítulo IV, se define la población y la muestra, el tipo, nivel y diseño de investigación, los instrumentos de recolección de datos y el análisis de la investigación.

En el capítulo V, se desarrolla el análisis de resultados análisis de la realidad, correlación de variables, validación de la hipótesis, análisis y resultados.

Finalmente se tiene los anexos y las referencias bibliográficas.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos

La investigación se realiza en una empresa manufacturera de productos plásticos descartables que cuenta con una gran variedad de productos de distintos materiales, formas, tamaños y colores. En la actualidad forma parte de las empresas nacionales líderes en su rubro.

Esta empresa cuenta con 6 líneas de producción. La línea de producción que se abarcará es la línea de producción de bolsas plásticas, que se encuentra en el área de Flexibles.

El área de Flexibles es un área relativamente nueva, creada hace 3 años, que cuenta con un total de 6 máquinas especializadas en la producción de bolsas tipo Asa, bolsas tipo Rollo, bolsas tipo chequera, bolsas negras, y bolsas fundas para abastecer el pedido interno de las demás áreas.

Para la producción de bolsas se utiliza como materia prima el polietileno. Según el producto que se desee producir se utiliza el tipo de polietileno y el porcentaje adecuado. A continuación, se muestra los tipos de polietileno:

- Polietileno de alta densidad
- Polietileno de baja densidad
- Polietileno lineal

En la línea de producción de bolsas se distinguen dos procesos:

El proceso de extrusión: Este proceso comprende la producción de bobinas con las medidas requeridas, e incluye la carga de la materia prima al área, la regulación de la máquina, pesaje de la bobina y almacenamiento en zona de bobinas.

El proceso de sellado: Este proceso comprende la producción del producto terminado e incluye el sellado de bolsas, empaquetado, enfardado, y apilaje en paletas.

Se tiene como objetivo de estudio la zona piloto que comprende el proceso de sellado durante la producción de bolsas asa en la máquina selladora camiseta. En esta zona se presencian diversos factores que afectan la productividad e impiden su crecimiento. Los principales problemas son la falta de organización, los retrasos durante el cambio de bobina y cambio de herramienta.

Esta zona se encuentra de manera desorganizada. Las principales incidencias son las siguientes:

- Zona de bobinas desorganizada, las bobinas no tienen un criterio de clasificación para su almacenamiento. Además, las bobinas se encuentran mezcladas con las bolsas de merma generada en extrusión. Así mismo, hay bobinas pendientes por cortar ocupando innecesariamente espacio en la zona.
- Materiales y objetos no necesarios en el área: Debido a que en su momento fue requerido dicho material, se quedó almacenado, pero ya no se utiliza actualmente.
- Falta de limpieza en la zona de trabajo, por la constante producción en cada máquina, se descuida el orden y limpieza.

Estos problemas ocasionan un tiempo promedio de 30.75 minutos diarios por retrasos en las búsquedas de herramientas, búsqueda de bobinas y traslado de bobinas a máquina.

Durante los cambios de bobina se observan las siguientes incidencias:

- Durante el abastecimiento a máquina de la bobina, hay retrasos para retirar la bobina deseada y trasladarla a la máquina selladora.
- Durante la colocación de la bobina en el eje de bobinas de la máquina selladora, hay con frecuencia problemas de tucos contraído. El tucos al haberse contraído durante el proceso de extrusión, ya no posee el diámetro necesario para introducirse en el eje de bobinas. Cuando sucede esto, el maquinista raspa el interior del tucos para aumentarle el diámetro y así pueda ingresar la bobina en el eje de bobinas.

Estos problemas ocasionan un tiempo promedio de 34.83 minutos diarios de retrasos durante cambios de bobina en el proceso de sellado.

Durante el cambio de herramienta se observan las siguientes incidencias:

- El maquinista ejecuta el mayor tiempo de cambio de herramienta sin ayudante. Un ayudante lo apoya en las actividades que solo se pueden realizar entre dos personas.
- Hay varias actividades que se pueden realizar con la máquina funcionando, y no necesariamente durante el cambio de herramienta.

- Las herramientas se encuentran desorganizadas.

Estos problemas ocasionan un tiempo promedio considerable de 346.38 minutos por cambio de herramienta.

Todos los problemas descritos anteriormente afectan la productividad de la zona piloto del área de Flexibles.

1.1.1 Problema general:

¿En qué medida la aplicación de la metodología Lean Manufacturing mejora la productividad del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?

1.1.2. Problemas específicos:

- a) ¿En qué medida la aplicación de la metodología 5'S reduce los tiempos muertos por desorganización en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?
- b) ¿En qué medida la aplicación de la metodología Poka Yoke reduce los tiempos muertos durante el cambio de bobina en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?
- c) ¿En qué medida la aplicación de la metodología SMED reduce los tiempos de cambio de herramienta en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?

1.2 Objetivo General y Específico

1.2.1. Objetivo General

Cuantificar la mejora de la productividad del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables aplicando la metodología Lean Manufacturing

1.2.2. Objetivos Específicos

- a) Reducir los tiempos muertos por desorganización en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables aplicando la metodología 5'S

- b) Reducir los tiempos muertos durante el cambio de bobina en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables aplicando la metodología Poka Yoke
- c) Reducir los tiempos de cambio de herramienta en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables aplicando la metodología SMED

1.3 Delimitación de la Investigación

1.3.1. Delimitación Temporal

El estudio abarca el periodo comprendido entre octubre del 2018 a setiembre del 2019.

1.3.2 Delimitación Espacial

Esta investigación se lleva a cabo en la zona de piloto que comprende el proceso de sellado durante la producción de bolsas asa en la máquina selladora camisetaera del área de Flexibles de una empresa de manufactura de productos plásticos descartables, ubicado en el distrito de Lurín, Lima.

1.4. Importancia y Justificación del estudio

1.4.1 Importancia del estudio

La presente investigación se realiza debido a la necesidad de mejorar la productividad de la zona de sellado, para ello, se hace la revisión de la documentación de los partes de producción, así como videos de planta donde se evidencia la existencia de tiempos muertos durante el proceso de sellado, desde el arranque de la maquina selladora Camisetera hasta la salida de producto terminado. Los tiempos muertos que se evidencian en el proceso de sellado impactan en la producción ya que al estar presentes disminuye el tiempo de un flujo continuo y no agregan valor al producto final ni al mismo proceso en sí.

1.4.2. Justificación teórica

Womack, J. (2017) indica lo siguiente:

“La producción lean proporciona mejores productos, proporcionando más incentivos y gratificación en el trabajo.” (p.123)

La investigación presentada busca identificar y reducir las causas que generan tiempos muertos en la productividad de la zona de sellado, mediante las herramientas de Lean Manufacturing; SMED, Poka Yoke, 5'S.

1.4.3. Justificación práctica

La presente investigación se realiza porque se tiene la necesidad de eliminar tiempos que no agregan valor al proceso de producción de sellado, ayuda a reconocer las causas que originan los tiempos muertos y a la toma de medidas correctivas, proporcionando información con respecto al proceso de sellado y los tiempos estándar en cada estación.

1.4.4. Justificación Social

La investigación tiene una importancia social ya que la aplicación de las herramientas SMED, 5'S, Poka Yoke busca reducir considerablemente las causas que generan los retrasos en los procesos, y de esta manera el personal ejecute las tareas sin retrasos y riesgos en su zona de trabajo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio de Investigación

2.1.1. Marco Histórico

El concepto Lean se originó en Japón después de la Segunda Guerra Mundial cuando los fabricantes japoneses se dieron cuenta de que no podían permitirse la inversión masiva requerida para reconstruir las instalaciones devastadas. Toyota produce automóviles con menor inventario, el esfuerzo humano, la inversión y los defectos e introdujo una mayor y creciente variedad de productos. Lean Manufacturing da a los fabricantes una ventaja competitiva mediante la reducción de coste y la mejora de la productividad y la calidad.

(Kuldip, J., 2014, p. 877).

El concepto moderno de Lean Manufacturing gestión se puede remontar al Sistema de Producción Toyota (TPS), iniciada por los ingenieros japoneses Taiichi Ohno y Shigeo Shingo. Sugimori et al. (1977). Ellos retratan TPS hecho de dos componentes - Just-In-Time (JIT) sistema de producción y un respeto al sistema humano - con el foco en empleado activo la participación y la eliminación de los movimientos perdidos por los trabajadores. (p.75) [...]

Monden (1983) introdujo los conceptos JIT a una amplia audiencia en los EE.UU. haciendo hincapié en la importancia de pequeños tamaños de lote de producción, modelo mixto, trabajadores multifuncionales, mantenimiento preventivo y la entrega JIT por los proveedores. (p.98) [...]

Se puede decir que las prácticas Lean fueron implementados con base en varias ideologías que aparecían antes de ella tales como JIT-Monden, 1983, inventarios cero -Hall, 1983, de fabricación japonesa Técnicas-Schonberger,1982, y TPS-Ohno, 1979; Monden, 1983. (p.34) [...]

2.1.2. Investigaciones relacionadas con el tema

2.1.2.1. Nacionales

Polanco, F. y Ore K. (2017) en su tesis indica que:

Frente a una necesidad de mejora de la productividad, y luego de una revisión de indicadores históricos de calidad y productividad, se vio necesaria, y adecuada la aplicación de las herramientas de Manufactura esbelta tales: Mantenimiento autónomo, 5'S, SMED, Lay Out, estandarización, Lay Out y Kaizen para resolver los problemas que se presentan en la empresa. Dicha implementación busca resolver los principales problemas de desperdicios hallados en la línea de producción, considerando elevar la disponibilidad, eficiencia y calidad.

Se observa el impacto del TIR, superando el costo de oportunidad en 16.33% lo que quiere decir que el proyecto es muy rentable y se ve reflejado en las ganancias cualitativas y cuantitativas de la empresa.

Araníbar, M. (2016) en su tesis postula que:

La implementación y correcto seguimiento de la Metodología Lean Manufacturing sienta las bases para un sistema de producción exitoso.

Se evaluó la situación de la empresa haciendo un levantamiento de información, y se muestra entonces la necesidad de la reducción de costos y aumento de la productividad. Se decide entonces en base a la información recabada, que la implementación de Kanban se ajusta a las condiciones presentadas por la empresa.

Se concluye del estudio que la implementación de la herramienta Kanban, mejora la productividad de la empresa en un 100%, ya que logra duplicar el flujo de producción en la etapa inicial; reduce plazos de servicios al menor costos. Con la aplicación de la herramienta se logra solo producir lo que el sistema es capaz, sin generar despilfarros.

Arias, N. (2017) en su tesis refiere:

La importancia en evidenciar el logro de resultado de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad.

Frente a la implantación de la metodología 5'S, se logra evidenciar los resultados y el nivel de logro de esta herramienta mediante el diagrama de flujo de valor (VSM) y una auditoria de las 5'S.

Se cruza dicha información con el trabajo de encuestas que se realizaron y se evidencio lo siguiente:

La implementación es factible de realizar en la línea de algodón en el área de confecciones. Se muestran los siguientes estados financieros VAN FCE de 4543.62 >0 y un TIR FCE de 36 >COK.

El resultado de implementación de la herramienta de la Metodología de Lean Manufacturing es garantizada en la medida que la aplicación de la 5'S sea desarrollada primero ya que dejara el escenario idóneo para las siguientes implementaciones.

Correa, K y Huamán, Z. (2016) en su tesis señala:

La necesidad de implementación de las herramientas de la metodología Lean Manufacturing para incrementar la productividad. Para ello se muestra la realidad de la empresa frente al análisis de indicadores de calidad y productividad, este análisis da como resultado la elección de las siguientes herramientas:

5'S, Mantenimiento Autónomo y Kanban. La aplicación de las 5'S elimina las distancias de transportes al unir operaciones, El Mantenimiento Autónomo incrementa la eficiencia general de los equipos (OEE) y finalmente con Kanban se logra controlar la cadena logística.

Los resultados que se estiman son: Aumento de la productividad de mano de obra de 66.66 Kg/H a 85.6 Kg/h. El proyecto será viable ya que el TIR es de 60.

Se concluye que para la implementación de las herramientas mencionadas es importante que el equipo se involucre por completo, de esta manera los

resultados serán lo más óptimo posible, así mismo se podrá tener un control interno de producción y a la vez el seguimiento del mismo.

Hualla, R. y Cárdenas, C. (2017) en su tesis refiere que:

La importancia en optimizar los procesos y reducir el inventario, este último mediante el incremento de consumo y la reducción de su generación.

Se opta por las siguientes herramientas: 5'S, SMED, TPM y Benchmarking.

El resultado de la aplicación de las 5'S se observa la disminución de los tiempos de tránsito y tiempos muertos, así como la estandarización de actividades.

Con la aplicación de la herramienta SMED se reduce los tiempos de abastecimiento permitiendo incrementar las horas de producción. Con la aplicación del TPM se puede observar el incremento de las horas de trabajo efectivo debido a la reducción de tiempos de para de máquina.

2.1.2.2. Internacionales

Alarcón, A. (2014) en su tesis de posgrado menciona que:

La reducción de costos de producción mediante las herramientas de Lean Manufacturing; Eficiencia general de los equipos (OEE-Overall Equipment Effectiveness) y SMED (Single Minute Exchange of Die). Los resultados del estudio demuestran que la aplicación de las herramientas es éxito a todo tipo de máquinas, la OEE muestra la pérdida productiva de cada máquina por tanto se puede identificar las falencias y crear un plan de mantenimiento correctivo, la herramienta SMED mejora la productividad de las maquinas.

Córdova, E y Rodríguez, K (2014) en su tesis señala:

La importancia de gestionar un plan de procesos de producción con la finalidad de elevar ganancias eliminando mermas en los procesos.

La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing, ofrecen a la empresa cumplir con las fechas de entrega y proyección, algo que se no se realizaba causando la pérdida de clientes. El modelo perfeccionando es bien aceptado por los clientes potenciales y a su vez por el equipo de trabajo que ve en él, la clave para el desarrollo exitoso de la empresa. El resultado de la aplicación arroja un

5% en reducción de costos de producción e incrementar en un 4 % el número de ventas.

Cubillos, L. y Ruiz, L. (2017) en su tesis postula:

La reducción de tiempo de producción sin desmerecer la calidad. Las herramientas que se ajustan al criterio de evaluación para la empresa son las siguientes: 5'S, Kanban y manufactura celular.

El resultado de la propuesta reflejada en PROMODEL son las siguientes; se reduce en 6.85% en el tiempo productivos total.

Se concluye de la tesis la efectividad del uso de la herramienta de Lean Manufacturing para disminuir el tiempo de producción sin disminuir la calidad de los procesos.

Umba, N. y Duarte, J. (2017) en su tesis menciona:

La importancia del seguimiento en el desarrollo de los procesos. Cuando no se tiene un mapeo de los procesos de producción y estos no son adecuados, genera un impacto económico negativo. La baja productividad eleva los costos de producción.

La reducción de tiempos de producción se evalúa frente al análisis situacional de la empresa diagnóstico de operaciones, mudas, cuellos de botella. Las herramientas aplicadas para ejecutar la mejora en los procesos serán: 5'S, células de trabajo y SMED.

La viabilidad económica que refleja la reducción del tiempo de horneado es en un 7.1%. Así mismo, se ve una disminución del tiempo de calentamiento de Horno en un 46% con la aplicación del SMED.

El resultado de los indicadores financieros TIR y VPN aseguran la viabilidad de la propuesta con un retorno del 41% anual.

Guerrero, D. y Guadrón, M. (2014) en su tesis señala que:

Luego de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing se llega a la conclusión que la importancia de establecer inspecciones en las etapas del proceso productivo garantizara el desarrollo final de la etapa de producción, las

inspecciones que se realizarán al final de la etapa serán correctivas seguida de la filosofía de la calidad.

2.2 Bases Teóricas Vinculadas a la variable o variables de Estudio

2.2.1. Productividad

Baca, G. y Cruz, M. (2014) menciona que:

La productividad hace referencia a mejorar continuamente en los procesos de trabajo, para poder hacer lo mejor con lo necesario dentro del dinamismo cotidiano de la empresa. Por otro lado, el fenómeno de la productividad y la mejora continua en los procesos rebasan en gran medida a las cuatro paredes de la empresa. (p.89)

Liker, J. (2016) indica lo siguiente:

Sobre el concepto de Toyota, la productividad se definiría como un resultado de su excelencia operacional, soportada por la filosofía de la organización basada en la cultura organizativa, el liderazgo y el constante aprendizaje. Así mismo, las herramientas que desarrolla Toyota en sus procesos están vinculadas a la mejora de los procesos, en consecuencia, el sistema LEAN. (p.59)

Eliyahu M (2014) menciona que:

En el libro la META se explica la importancia de hacer más productivo los cuellos de botella de planta, priorizar los procesos que están involucrados en los mismos si como los productos que se verán afectados por la línea. Se entiende la productividad alineada al objetivo de la empresa, si esta no tiene un objetivo definido la productividad no tendrá una correcta medida o lectura. (p.23)

2.2.2. Lean Manufacturing

Socconini, L. (2017) indica que:

Lean manufacturing es un proceso sistemático de identificación y eliminación del desperdicio para crear empresas más efectivas eficientes e innovadoras, mediante el trabajo de equipos de personas bien organizados y capacitados.

Entendiendo como desperdicio toda actividad que no agrega valor en un proceso, pero si costo y trabajo (p.48).

Guerrero, J. (2016) menciona que:

El Lean manufacturing pretende alcanzar la satisfacción del cliente mediante la eliminación del despilfarro, que lleva a reducir al mínimo los plazos de entrega, reduciendo al tiempo los costes y mejorando la calidad. (p. 17).

2.2.2.1 Despilfarro o Desperdicio

Socconini, L. (2017) indica que:

El principio 8 de Toyota refiere el despilfarro como una necesidad de eliminación para darle un flujo y equilibrio adecuado a los procesos. El principio 14 de Toyota establece los principios de reflexión contante (Hansei) y mejora continua (Kaizen). Para asegurar la eliminación de despilfarros, se tiene la necesidad de crear modelo de procesos estables y estandarizados, cuando se estabilizan los procesos los despilfarros son identificables.

- Muri (Sobrecarga): Es cuando se impone una carga de trabajo que sobrepasa los límites normales (su capacidad), provocando un agotamiento en los recursos de la empresa.
- Mura (Variabilidad): Hace referencia a la falta de uniformidad generada desde los elementos de entrada de los procesos, como las especificaciones, los materiales, el método, condiciones de máquina, entre otros.
- Muda (desperdicio): Es todo esfuerzo realizado que no agregue valor al producto. (p.35)

Wockman, J. y Jones, D. & Ross, D. (2017) indica que:

Muda significa "despilfarro", todo aquello que absorba recursos, pero no cree valor, tales como fallos que precisen rectificación, producción de artículos que nadie desea y el consiguiente amontonamiento de existencias, pasos innecesarios en un proceso, movimientos innecesarios, entre otros. (p.20)

2.2.2.2. Tipos de Despilfarro en Lean Manufacturing:

Liker J. (2018) menciona que:

Toyota identifica 8 tipos de desperdicios (Mudas) que son los siguientes:

1. Superproducción: se produce en función del pedido del cliente, si solo si, este ejecuta el pedido llegara la información hasta la última etapa de producción. La superproducción ejerce lo contrario se trabaja en función de lo que no se tiene en pedido, lo que genera utilización de recursos (insumos), elevar costes de almacenamiento y transporte.

2. Esperas: Cuando se hace esperar a los operarios por la falta de material, falla en los equipos y cuellos de botella. Originando tiempos muertos de inactividad, donde el operario estará sin producir, horas hombre perdidas adicional a las horas maquinas.

3. Transporte o movimientos innecesarios: Tiene referencia al traslado de productos en proceso en largos recorridos, originando perdidas de insumos, herramientas. Generando ineficiencias en el transporte.

4. Sobreprocesar o Procesar incorrectamente: Cuando se procesa de manera ineficiente debido a las fallas de la maquina o el diseño del producto, no se llega a las especificaciones requeridas para el siguiente proceso, perjudica también la ejecución del proceso que sobrepasa los estándares pedidos para esa etapa.

5. Exceso de Inventario: el exceso de inventario causa demoras en los demás procesos, ya que se invierte tiempo en el reordenamiento para el despacho de insumos tanto en almacén como para la ejecución de producción.

6. Movimiento innecesarios: Refiere a los movimientos inútiles del operario tales como, trasladar material, alcanzar herramientas, colocar rótulos, entre otros, que no genere una necesidad real para la parte operativa del proceso.

7. Defectos: Implica la producción de trabajos defectuosos o reprocesados que implican perdida de esfuerzo, tiempo y movimiento.

8. Creatividad no utilizada de los empleados: Se pierde ideas de mejora, tiempo y habilidades alienadas a las capacidades de los operarios que dan valor a los procesos. Optar por no considerar sus ideas implica pérdida de mejoras y desmotivación del personal comprometido. (p.28)

2.2.2.3. Beneficios de Lean Manufacturing

Gómez, M. (2014) indica que:

Algunos de los beneficios de Lean Manufacturing pueden incluir:

- Reducción de tiempos de espera
- Reducción de tiempos de producción
- Incremento de las ganancias
- Mejora de la productividad
- Productos con una mejor calidad
- Mejora de tiempo de los plazos de entrega.
- Mejora en la satisfacción y lealtad del cliente.
- Retención de los empleados. (p.24)

2.2.2.4. Herramientas del Lean Manufacturing:

Villaseñor A. & Galindo, E. (2016) menciona que:

Las herramientas de la metodología permiten alcanzar una mejora en la productividad, tener una organización más competitiva y más rentable. En las siguientes líneas se hará una descripción breve de los beneficios al emplear cada una de estas herramientas.

1) 5'S: Mejora los niveles de organización, orden y limpieza en el entorno de trabajo.

2) Kanban: Proporciona un mejor flujo de trabajo ya que el proceso productivo se divide en fases claramente acotadas.

3) TPM (Total Productive Maintenance): El personal conoce de una manera profunda maquinaria, procesos e instalaciones; y se responsabilizan de sus equipos.

4) Andon: Tableros de señales luminosas y acústicas que nos informan del estado o situación de las máquinas.

5) Poka Yoke: Evitar errores en las operaciones del proceso.

6) SMED (Single Minute Exchange of Die): Reducción de tiempos de preparación de máquinas y cambios de herramienta. (p.57).

2.2.2.5. Metodología de las 5's

Velásquez, J. (2018) define las 5'S como:

Una técnica de gestión japonesa que nació durante la Segunda Guerra Mundial como un movimiento de mejora de la calidad, productividad y competitividad de las empresas. Su metodología es de fácil aplicación y está basada en cinco principios simples que tienen por objetivo eliminar los obstáculos que impidan una producción eficiente.

Pérez, R (2018) refiere lo siguiente sobre las 5'S:

Es una metodología de origen japonés que tiene como finalidad obtener un ambiente de trabajo ordenado y limpio con una nueva mentalidad en los colaboradores.

Se basan en 5 etapas, cuyas palabras en japonés empiezan con la letra 'S.

siendo estas palabras japonesas:

SEIRI- Clasificar.

SEITON- Ordenar.

SEISO- Limpiar.

SEIKETSU- Mantener.

SHITSUKE- Disciplina. (p.10) [...]

2.2.2.5.1. Primera 'S: Clasificar:

Consiste en deshacerse de los objetos innecesarios y sacarlos fuera de las instalaciones de la empresa. Los pasos a seguir durante la etapa de clasificación son las siguientes:

- Definir que objeto es innecesario: Material, herramienta, máquina, equipo, documento, etc.
- Identificar si los objetos que son innecesarios para un área, pueden ser necesarios para otra.
- Utilizar tarjetas rojas para identificar los objetos innecesarios.
- Descartar los elementos innecesarios (vender, donar, desechar).
- Identificar las causas de la aparición de los objetos innecesarios y dar retroalimentación a los colaboradores para evitar su reaparición.

(p.17) [...]

A continuación, se muestran las causas de la aparición de objetos innecesarios.

- No se ha definido y difundido los criterios para identificar los objetos innecesarios.
- Se guardan las cosas en lugares no visibles y no identificados.
- No se tiene un adecuado control de los inventarios.
- Se compra en exceso.
- Se tienen la idea de que se va reutilizar.

(p.17) [...]

Tener un registro de objetos innecesarios servirá para retroalimentar a todos los colaboradores de lo logrado con esta S, y para evaluar los resultados. (p.21) [...]

2.2.2.5.2. Segunda 'S': Ordenar: (Un lugar para cosa y cada cosa en su lugar).

Los pasos a seguir durante la etapa de ordenar son los siguientes:

- Organizar los objetos necesarios según la frecuencia de uso. Mientras más frecuentemente un objeto es usado, debe estar más cerca y al contrario debe estar más alejado.
- Utilizar etiquetas tanto para los lugares donde se guardan la cosa, como sobre los mismos objetos.
- Definir un lugar específico para ubicar los necesarios de manera que sea fácil encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

(p.24-33) [...]

2.2.2.5.3. Tercera 'S: Limpiar:

Los pasos a seguir durante la etapa de ordenar son los siguientes:

- Identificar fuentes de suciedad y tomar medidas para eliminar sus causas. (p.46)
- Crear formatos de limpieza asignando a un trabajador como responsable por su zona de trabajo.
- Elaborar un flujograma con el procedimiento de limpieza, de manera que todo el personal tenga conocimiento del mismo.
- Hacer una revisión periódica de los instrumentos para la limpieza de las zonas de trabajo. (p.53 – 56) [...].

2.2.2.5.4. Cuarta 'S: Mantener

Para la etapa de mantener; el líder o el equipo de las 5'S tendrá la responsabilidad de darle continuidad a la implementación.

Las auditorias deben terminar en identificar nuevos problemas y desarrollar el respectivo plan de acción. (p.61) [...]

2.2.2.5.5. Quinta 'S: Disciplina

Se basa en un concepto simple, los cambios de hábitos requieren repetición como, por ejemplo: devolviendo las cosas en el lugar que se le asigna y de donde fue tomado.

Es preferible que los colaboradores cumplan las normas de manera voluntaria, ya que genera un sentimiento de compromiso con la implementación y el éxito de la herramienta 5'S. (p.70)

2.2.2.6. Poka Yoke

Guerrero, J. (2016) define lo siguiente:

Poka Yoke es un término japonés que significa a prueba de errores. Un Poka Yoke es un dispositivo a prueba de errores que impide la generación de defectos o hace muy fácil su detención.

El Poka Yoke puede implementarse para el control los errores o como advertencia sobre estos. (pág. 160).

2.2.2.6.1. Categoría de los elementos Poka Yoke

Socconini (2017) refiere lo siguiente:

Los dispositivos Poka Yoke pueden tener la función de advertencia o de prevención:

1. Poka Yoke de advertencia: Avisa al trabajador antes de que ocurra el error. Sin embargo, el hecho de que el mecanismo lo advierta no necesariamente significa que se evitará el error.

2. Poka Yoke de prevención: Se busca prevenir los errores utilizando mecanismos que hagan imposibles cometerlos. (pág. 217) [...]

2.2.2.6.2. Clasificación de los mecanismos Poka Yoke

Se definen 4 tipos de Poka Yoke:

1) Poka Yokes Físicos: Estos dispositivos orientados a prevenir errores en productos y/o procesos, sirve para identificar errores o inconsistencias físicas.

2) Poka Yokes secuenciales: Estos dispositivos buscan la manera de seguir un orden predeterminado, debido a que cualquier cambio u omisión en el mismo puede resultar en error.

3) Poka Yokes de agrupamiento: Estos dispositivos utilizan kits que preparan los elementos como materiales o piezas, de tal manera que se tenga todo listo y no falte ninguno al realizar la operación.

4) Poka Yokes de información: Estos sistemas retroalimentan a la persona con información clara, sencilla y completa de lo que es necesario para evitar errores. (pag.217) [...].

2.2.2.6.3. Motivos para utilizar Poka Yoke

A continuación, se indican las situaciones donde se sugiere utilizar Poka Yoke:

- Cuando existen procesos que continuamente generan defectos o son inseguros y pueden originar daños o accidentes a los trabajadores.

- Cuando en el análisis del modo y efecto de fallas hay fallas con gravedad alta que pueden generar accidentes o defectos en los requerimientos críticos del cliente.
- Cuando hay controles de procesos que presentan un bajo nivel de detectabilidad de defectos.
- Cuando la ocurrencia de defectos, fallas o accidentes obliga al uso de mecanismos a prueba de errores.
- Cuando el cliente solicita que se implementen mecanismos Poka Yoke para producir sus productos. (pág. 214)

2.2.2.6.4. Ventajas del Poka Yoke

Guerrero (2016) menciona las siguientes ventajas del Poka Yoke:

- Se reduce el riesgo de incurrir en errores y defectos.
- El operario puede enfocarse en operaciones que añaden valor en vez de esforzarse en inspecciones, y comprobaciones de error.
- Implantar un Poka Yoke supone mejorar la calidad actuando sobre la fuente del defecto, en lugar de sobrecontroles posteriores.
- Se caracterizan por ser simples y económicos. (p.161)

2.2.2.7. SMED (Single Minute Exchange of Die – Cambios rápidos)

Socconnini, L. (2017) menciona lo siguiente:

SMED son las siglas de Single- Minute Exchange of Die refiriéndose a cambio de prensa en menos de 10 minutos.

SMED es una metodología que tiene como objetivo la reducción de los tiempos de preparación en un proceso productivo. Es decir, el tiempo que se requiere para preparar una máquina o célula de trabajo para pasar de producir de un producto a otro distinto (p. 124).

Ramos, J (2018) menciona lo siguiente sobre la metodología SMED:

Son cambios de herramienta en un solo dígito, es decir realiza el cambio de herramienta en menos de un minuto. Este concepto se desarrolla según las

características de los procesos de producción que tiene cada industria. Cabe señalar que el tiempo que transcurre una máquina parada por falta de suministro representa una de las mayores pérdidas en una organización. (p.87) [...]

2.2.2.7.1. Tipos de operaciones

Se tienen 2 tipos de operaciones:

Operaciones Internas

Son operaciones, que no se pueden ejecutar con la máquina en marcha, pero, se pueden realizar en menos tiempo, optimizando el flujo de operaciones (Dap), eliminando las operaciones innecesarias, y mejorando los tiempos.

Operaciones Externas

Operaciones que se realizan con la máquina en marcha, son de tipo organizativo, preparación de materia prima, personal capacitado para el cambio, preparación de las herramientas, inspecciones previas, etc. (p.87) [...]

2.2.2.7.2. Etapas de la Metodología SMED

Existen 4 etapas que se deben implementar de manera secuencial, es decir, pasar a la etapa siguiente solo cuando se haya concluido la etapa anterior. Además, existe una etapa preliminar de observación.

Etapas Preliminar: Observación:

En esta fase se filma la secuencia de cada operador que interviene en el proceso para visualizar posteriormente cada operación.

Una vez realizada la filmación, se analizarán los videos junto con el equipo que ha intervenido, donde se irán describiendo cada una de las operaciones y anotando el tiempo de inicio y fin y total de la duración. Los desplazamientos también se consideran operaciones, ya que son pérdidas importantes. (p.88) [...]

Etapas 1: Identificar operaciones:

Se identifican cuales son las operaciones internas y externas, y cuál de las internas deberían ser externas y por tanto realizarse fuera del tiempo de parada de máquina. Es común encontrar grandes ahorros de tiempo en esta fase.

Etapa 2: Convertir operaciones internas y externas:

En esta etapa se deben tener 2 conceptos importantes:

- 1) Hacer una reevaluación de las operaciones para considerar si algunas de las operaciones están erróneamente consideradas como internas.
- 2) Encontrar la manera de convertir las operaciones en externas.

En esta etapa se debe ser creativos para encontrar soluciones alternativas. Las mejoras que lleven consigo una inversión inicial, deberán ser analizadas desde el punto de vista financiero. (p.88) [...]

Etapa 3: Organizar operaciones externas:

Se siguen los siguientes pasos:

- Preparar documentación.
- Organizar el equipo.
- Preparar utilitajes
- Trasladar utilitaje
- Preparar herramientas
- Preparar materia prima.
- Preparar embalaje de producto. (p.89) [...]

Etapa 4: reducir tiempo de operaciones internas

La cuarta etapa representa un análisis profundo de las operaciones internas para minimizar el tiempo. Donde es importante seguir los siguientes pasos:

- Análisis de las secuencias de operaciones
- Propuestas para cambios rápidos.
- Incorporación de elementos rápidos
- Actualización de tecnologías. (p.89) [...]

Se evalúa la opción de incluir a un operario más para las acciones o tareas en paralelo, de esta forma se busca optimizar el tiempo en desplazamientos para coger herramientas.

Se señalan los siguientes beneficios.

- Se extiende la participación del personal.
- Se encuentran nuevas vías de mejora.
- Se amplían las competencias del personal.
- Se minimizan las pérdidas. (p.89)

2.3 Definición de términos básicos

- a) Área de Flexibles: Espacio delimitado dentro de la empresa donde se realiza la producción de bolsas plásticas.
- b) Productividad: Es la relación entre la cantidad producida y los recursos utilizados.
- c) Extrusión: Es el proceso utilizado para crear objetos con sección transversal definida y fija.
- d) Sellado: Cierre de algo de forma hermética o para que no se abra.
- e) Tiempos muertos: Hace referencia a los tiempos que agregan valor añadido al producto.

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis

3.1.1. Hipótesis Principal

La aplicación de la metodología Lean Manufacturing mejora la productividad en el proceso de sellado del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.

3.1.2. Hipótesis Secundarias

- a) La aplicación de la metodología 5'S reduce los tiempos muertos por desorganización en el proceso de sellado del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.
- b) La aplicación de la metodología Poka Yoke reduce los tiempos muertos durante el cambio de bobina en el proceso de sellado del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.
- c) La aplicación de la metodología SMED reduce los tiempos de cambio de herramienta en el proceso de sellado de bolsas del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.

3.2 Variables

3.2.1. Definición conceptual de las variables independientes

Tabla 1. Definición conceptual de variables independientes

PROBLEMA	TIPO	VARIABLE	DEFINICIÓN	TÉCNICAS
¿En qué medida la aplicación de la metodología Lean Manufacturing mejora la productividad en el área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Lean Manufacturing	Según Soconini, L. (2017): Lean manufacturing es un proceso sistemático de identificación y eliminación del desperdicio para crear empresas más efectivas eficientes e innovadoras, mediante el trabajo de equipos de personas bien organizados y capacitados. Entendiendo como desperdicio toda actividad que no agrega valor en un proceso, pero si costo y trabajo	Técnicas de Recolección de datos: Para la información se procederá a recoger información mediante observación directa y revisión de los partes de producción del proceso de sellado.
¿En qué medida la aplicación de la metodología 5'S reduce los tiempos muertos por desorganización en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Metodología 5'S	Según Guerrero, J (2016): Las 5'S es una metodología que sigue 5 pasos, que en su versión japonesa empiezan con "S". Estos son: Seiri (clasificación), Seiton (organización), Seiso (limpieza), Seiketsu (estandarizar), Shitzuke (sostener).	Se solicitó el registro de producción del proceso de sellado, y los tiempos de producción.
¿En qué medida la aplicación de la metodología Poka Yoke reduce los tiempos muertos durante el cambio de bobina en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Metodología Poka Yoke	Según Guerrero, J. (2016): Poka Yoke es un término japonés que significa a prueba de errores. Un Poka Yoke es un dispositivo a prueba de errores que impide la generación de defectos o hace muy fácil su detención.	Técnicas de Procesamiento de datos: Para la presente investigación se utilizó el programa Microsoft Excel para el procesamiento de data de producción de cada proceso de producción.
¿En qué medida la aplicación de la metodología SMED reduce los tiempos de cambio de herramienta en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Metodología SMED	Según Socconini (2017): SMED son las siglas de Single- Minute Exchange of Die refiriéndose a cambio de prensa en menos de 10 minutos.SMED es una metodología que tiene como objetivo la reducción de los tiempos de preparación en un proceso productivo. Es decir, el tiempo que se requiere para preparar una máquina o célula de trabajo para pasar de producir de un producto a otro distinto	Además, se utilizó el programa Minitab para el análisis estadístico de las muestras antes de la prueba piloto y después de la prueba piloto.

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia.

3.2.2. Definición conceptual de las variables dependientes

Tabla 2. Definición conceptual de variables independientes

PROBLEMA	TIPO	VARIABLE	DEFINICIÓN	TÉCNICAS
¿En qué medida la aplicación de la metodología Lean Manufacturing mejora la productividad en el área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE DEPENDIENTE	Productividad	Según Jeffrey K. (2016): Sobre el concepto de Toyota, la productividad se definiría como un resultado de su excelencia operacional, soportada por la filosofía de la organización basada en la cultura organizativa, el liderazgo y el constante aprendizaje. Así mismo, las herramientas que desarrolla Toyota en sus procesos están vinculadas a la mejora de los procesos, en consecuencia, el sistema LEAN	Técnicas de Recolección de datos: Para la información se procederá a recoger información mediante observación directa y revisión de los partes de producción del proceso de sellado.
¿En qué medida la aplicación de la metodología 5'S reduce los tiempos muertos por desorganización en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE DEPENDIENTE	Tiempos muertos por desorganización	Se refiere a los tiempos que no agregan valor añadido al producto debido a una falta de organización en el proceso de sellado.	Se solicitó el registro de producción del proceso de sellado, y los tiempos de producción.
¿En qué medida la aplicación de la metodología Poka Yoke reduce los tiempos muertos durante el cambio de bobina en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE DEPENDIENTE	Tiempos muertos durante cambio de bobina	Se refiere a los tiempos que no agregan valor añadido al producto durante el cambio de bobina en el proceso de sellado.	Técnicas de Procesamiento de datos: Para la presente investigación se utilizó el programa Microsoft Excel para el procesamiento de data de producción de cada proceso de producción.
¿En qué medida la aplicación de la metodología SMED reduce los tiempos de cambio de herramienta en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE DEPENDIENTE	Tiempos durante cambio de herramienta	Se refiere al periodo de tiempo que comprende el cambio de herramienta en una máquina.	Además, se utilizó el programa Minitab para el análisis estadístico de las muestras antes de la prueba piloto y después de la prueba piloto.

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia.

3.2.3. Operacionalización de las Variables Independientes

Tabla 3. Operacionalización de variables independientes

PROBLEMA	TIPO	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR
¿En qué medida la aplicación de la metodología Lean Manufacturing mejora la productividad en el área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Lean Manufacturing	5'S, Poka Yoke, SMED.	SI
¿En qué medida la aplicación de la metodología 5'S reduce los tiempos muertos por desorganización en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Metodología 5'S	Clasificación, organización, limpieza, estandarización, disciplina.	-
¿En qué medida la aplicación de la metodología Poka Yoke reduce los tiempos muertos durante el cambio de bobina en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Metodología Poka Yoke	Identificación de tucos, dispositivo Poka Yoke.	-
¿En qué medida la aplicación de la metodología SMED reduce los tiempos de cambio de herramienta en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Metodología SMED	Identificación de actividades internas, identificación de actividades externas.	-

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia.

3.2.4. Operacionalización de variables dependientes

Tabla 4. Operacionalización de variables dependientes

PROBLEMA	TIPO	VARIABLE	DIMENSION	INDICADOR
¿En qué medida la aplicación de la metodología Lean Manufacturing mejora la productividad en el área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE DEPENDIENTE	Productividad	Tiempos por desorganización, tiempos por cambio de bobina, tiempos de cambio de herramienta.	SI
¿En qué medida la aplicación de la metodología 5'S reduce los tiempos muertos por desorganización en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE DEPENDIENTE	Tiempos muertos por desorganización	Tiempos, merma, bobina, materia prima.	$I1 = \text{Tiempo por desorganización actual} / \text{tiempos de desorganización mejorado}$
¿En qué medida la aplicación de la metodología Poka Yoke reduce los tiempos muertos durante el cambio de bobina en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE DEPENDIENTE	Tiempos muertos durante cambio de bobina	Tiempos, tucos, merma, bobina.	$I2 = \text{Tiempo de cambio de bobina actual} / \text{tiempo mejorado de cambio de bobina}$
¿En qué medida la aplicación de la metodología SMED reduce los tiempos de cambio de herramienta en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE DEPENDIENTE	Tiempos durante cambio de herramienta	Tiempos, herramientas, personal.	$I3 = \text{Tiempo de cambio de herramienta actual} / \text{tiempo mejorado de cambio de herramienta}$

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia.

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo y Nivel de investigación

4.1.1. Tipo de Investigación

Muñoz, C. (2015) menciona lo siguiente:

“La investigación explicativa se centra fundamentalmente en determinar los orígenes y las causas del fenómeno u objeto sujeto a investigación, decir, conocer por qué sucede o se presenta determinados hechos, en qué condiciones ocurre y que lo produce o provoca. Explica la razón, el porqué de las cosas”. (P.213).

La investigación que se analizó es explicativa ya que se exponen las causas que originan y las circunstancias que ocurren, los tiempos muertos sujetos a los desórdenes del área, en los cambios de bobina, así como en el cambio de herramienta.

4.1.2. Nivel de Investigación

Barriga, A. y Luna, A. (2014) indican lo siguiente:

La investigación es descriptiva correlacional, ya que utiliza un muestreo probabilístico para la delimitación de la población. Existe un conocimiento acerca de las variables existentes en el problema y su relación con la hipótesis son relacionadas. (P.73).

El estudio que se realizó fue de carácter descriptiva correlacional ya que se presenta la relación de la variable dependiente, tiempo con las variables independientes; SMED, 5'S, Poka Yoke.

4.2 Diseño de la Investigación

Ñaupas, H. y Mejia, E (2014) mencionan lo siguiente:

“Es una derivación de los estudios experimentales, la asignación de la variable de estudio no es aleatoria, aunque si el factor de exposición” (p.87).

El diseño apropiado para la investigación es del tipo cuasiexperimental ya que se utiliza cuando no es posible realizar la selección aleatoria.

4.3 Población y Muestra

4.3.1. Población

La población es la producción del área de Flexibles de una empresa de manufactura de productos plásticos descartables producidos en el periodo 2018 – 2019.

4.3.2. Muestra

A continuación, se presentan las muestras pre, correspondiente a las muestras antes de la prueba piloto.

Muestra Pre Hipótesis 1: La producción de bolsas tipo asa en la selladora camiseta en el área de Flexibles de una empresa de manufactura de productos plásticos descartables producidos durante 20 días del mes de octubre del 2018.

Muestra Pre Hipótesis 2: La producción de bolsas tipo asa producidas en la selladora camiseta en el área de Flexibles de una empresa de manufactura de productos plásticos descartables producidos durante 20 días del mes de noviembre del 2018.

Muestra Pre Hipótesis 3: La producción de bolsas tipo asa producidas en la selladora camiseta en el área de Flexibles de una empresa de manufactura de productos plásticos descartables producidos durante 20 cambios de herramienta en el periodo de diciembre del 2018 a marzo 2019.

A continuación, se presentan las muestras post, correspondiente a las muestras después de la prueba piloto.

Muestra Post Hipótesis 1: La producción de bolsas tipo asa en la selladora camiseta en el área de Flexibles de una empresa de manufactura de productos plásticos descartables producidos durante 20 días del mes de abril del 2019.

Muestra Post Hipótesis 2: La producción de bolsas tipo asa producidas en la selladora camiseta en el área de Flexibles de una empresa de manufactura de productos plásticos descartables producidos durante 20 días del mes de mayo del 2019.

Muestra Post Hipótesis 3: La producción de bolsas tipo asa producidas en la selladora camiseta en el área de Flexibles de una empresa de manufactura de productos plásticos descartables producidos durante 20 cambios de herramienta en el periodo de junio del 2019 a Setiembre 2019.

Las muestras se han escogido por conveniencia de acuerdo al tipo de producto y a la zona analizada. Dado que es indiferente la cantidad de muestras y el mes escogido, se toman las muestras como representativas de la población.

4.4 Técnica e instrumento de Recolección de Datos

Martínez, C. (2014) indica lo siguiente:

Sobre las técnicas e instrumentos de recolección de datos:

La generalización de los resultados de una investigación es parcialmente estadística y parcialmente sustantiva en relación con el tema investigado. La primera guarda relación con la representatividad de las muestras, y las segunda con la representatividad y adecuación de las preguntas introducidas en los instrumentos de recogida de información. (p.10)

Tipo recolección de Datos:

Para la información se procederá a recoger información mediante observación directa y revisión de los partes de producción del proceso de sellado.

Se solicitó el registro de producción del proceso de sellado, y los tiempos de producción.

También se solicitó el registro de producción de productos terminados, que se realiza en el proceso de sellado, para tener la data de los tiempos de producción de cada lote de producción.

Además, se solicitó los registros de video de los días en que hubo un cambio de producto en la máquina objeto de estudio.

Además, se recolectaron fotos donde se muestra la falta de organización dentro del área.

4.5 Técnicas de Procesamiento y análisis de información

Para la presente investigación se utilizó el programa Microsoft Excel para el procesamiento de data de producción de cada proceso de producción.

Además, se utilizó el programa Minitab para el análisis estadístico de las muestras antes de la prueba piloto y después de la prueba piloto.

También, se utilizaron las herramientas de calidad, tales como el diagrama de Pareto, diagrama Ishikawa.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Presentación de Resultados

5.1.1. Descripción de la Realidad

5.1.1.1. Antecedentes de la empresa

La empresa inició sus actividades industriales en 1987 en su planta ubicada en la avenida colonial, dedicándose a la producción de bolsas plásticas. Tres años después, la empresa abandonó la producción de bolsas plásticas y se dedicó desde entonces a la producción de envases plásticos.

En 1994, gracias al crecimiento y la incorporación de nuevos productos, la empresa se trasladó al Callao. Dieciocho años después, en el 2012, la empresa trasladó su planta de producción a Lurín con maquinarias e instalaciones nuevas, abarcando 20,000 m².

En el 2016, la empresa retomó la producción de bolsas plásticas como una de las 6 líneas de producción que posee.

Su experiencia en manufactura de productos plásticos descartables se demuestra en cada uno de los productos que forman parte de su portafolio, brindando soluciones optimas a sus clientes.

5.1.1.2. Misión

Diseñar, fabricar y comercializar envases plásticos descartables y complementos para productos de consumo masivo del sector alimenticio que satisfagan las necesidades de los clientes, priorizando la calidad y el precio competitivo en el mercado nacional e internacional.

5.1.1.3. Visión

Ser líderes en el rubro de productos plásticos descartables a nivel nacional e ingresar a nuevos mercados internacionales, siendo reconocidos por la innovación y calidad de sus productos.

5.1.1.4. Política de Calidad

La política de calidad de la empresa se basa en:

Ser una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de productos plásticos descartables y complementos para productos de consumo masivo del sector alimenticio, logrando la satisfacción plena de las necesidades de los clientes mediante la innovación de la gama de productos y la tecnología aplicada en el desarrollo de estos; mejorando de manera continua los procesos y actividades, así como el Sistema de Gestión de Calidad, para afianzar la posición de la empresa dentro del mercado nacional e internacional.

5.1.1.5 Organigrama de la empresa

En la figura 1 se muestra el organigrama general de la empresa, que se ramifica en gerencia administrativa y gerencia de operaciones. A su vez, el departamento de producción es una de las ramas de Gerencia de operaciones. El área de Flexibles, que es donde se encuentra nuestra zona piloto, es una de las áreas de producción del Departamento de Producción.

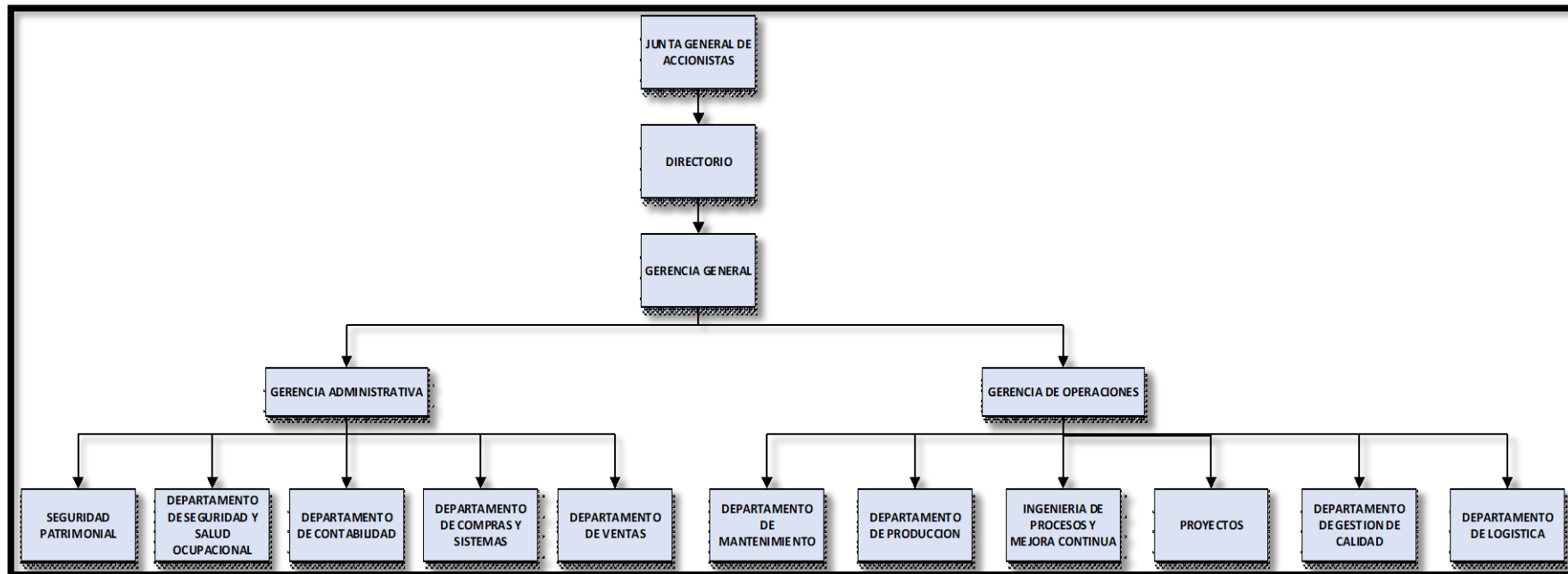


Figura 1. Organigrama de la empresa

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia.

5.1.1.6. Organigrama del área de Flexibles

El área de Flexibles está conformada jerárquicamente por el siguiente personal, tal y como se muestra en la figura 2:

Nivel 1: Jefe de área.

Nivel 2: Maquinista de extrusión, maquinista de sellado.

Nivel 3: Ayudante de extrusión, ayudante de empaquetado, ayudante de enfardado y apilado.

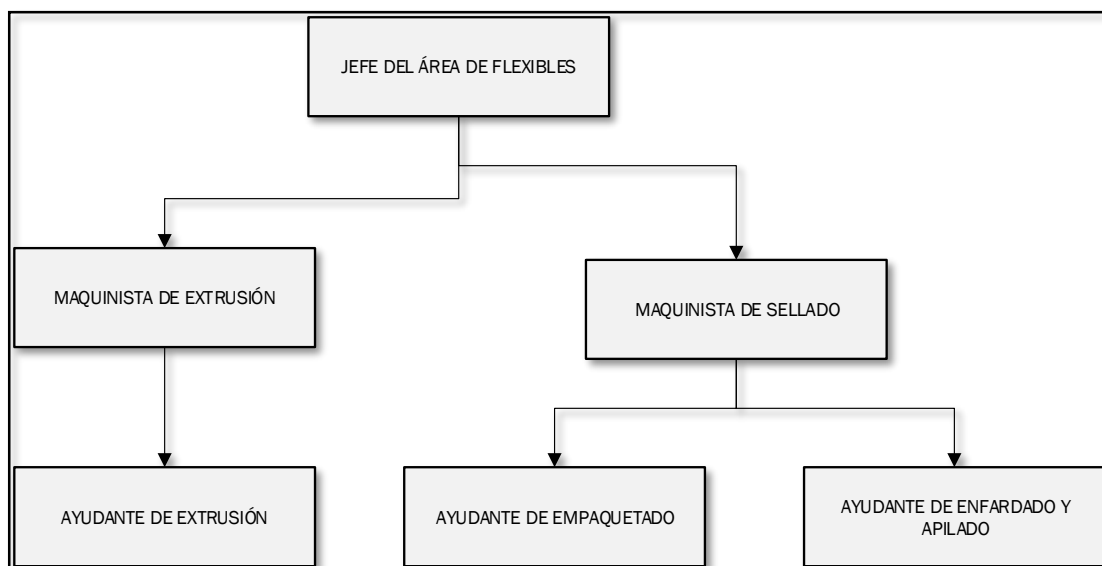


Figura 2. Organigrama del área
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia.

5.1.1.7. Lay Out actual del área de Flexibles

En la figura 3 se muestra el Lay Out actual de la empresa donde se observa la distribución de las máquinas, los pasillos, las zonas asignadas para materia prima, merma, productos en proceso y producto terminado.

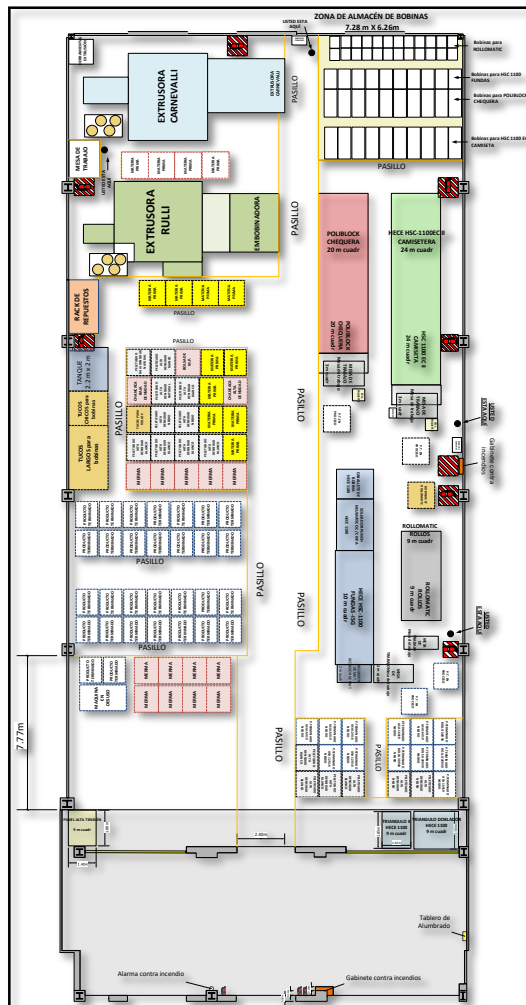


Figura 3. Lay Out actual Flexibles
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia.

5.1.1.8. Descripción de la familia de productos.

En la tabla 5 se muestra la descripción de familias del área de Flexibles:

Tabla 5 : Familia de Productos.

N° de Familia	Descripción de Familias de Productos
Familia 1	Bolsas Tipo Rollo
Familia 2	Bolsas Tipo Asa
Familia 3	Bolsas Tipo Chequera
Familia 4	Bolsas Tipo Convencional

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia.

Los productos del área de flexibles están segmentados en un total de 4 familias, las cuales se describen brevemente a continuación:

- 1) La familia de bolsas tipo rollo cuenta con 4 productos, de 7 a 12 pulg. de ancho.
- 2) La familia de bolsas tipo asa cuenta con 7 productos, de 12 a 21 pulg. de ancho.
- 3) La familia de bolsas tipo chequera cuenta con 3 productos, de 8 a 12 pulg. de ancho
- 4) La familia de bolsas tipo convencional cuenta con 2 productos, de 20 a 26 pulg. de ancho.

5.1.1.9. Descripción de la Lista Maestra de productos

En la Tabla 6 se presenta la lista maestra de productos (código, descripción y familia del producto) del área de Flexibles que cuenta con un total de 16 productos:

Tabla 6 : Lista Maestra de Productos.

Código	Descripción	Familia
080101	BOLSA ASA PEAD 12 X 16 BLANCO 100 UNID	Asa
080102	BOLSA ASA PEAD 16 X 19 BLANCO 100 UNID	Asa
080103	BOLSA ASA PEAD 21 X 24 BLANCO 100 UNID	Asa
080104	BOLSA ASA PEAD 12 X 13 BLANCO 100 UNID	Asa
080105	BOLSA ASA PEAD 16 X 19 NEGRO 100 UNID	Asa
080106	BOLSA ASA PEAD 12 X 16 NEGRO 100 UNID	Asa
080107	BOLSA ASA PEAD 12X16 ECONOMICO BLANCO 100 UNID	Asa
080201	BOLSA CHEQUERA PEAD 10 X 15 BLANCO 100 UNID	Chequera
080202	BOLSA CHEQUERA PEAD 12 X 17 BLANCO 100 UNID	Chequera
080203	BOLSA CHEQUERA PEAD 08 X 12 BLANCO 100 UNID	Chequera
080301	BOLSA ROLLO PEAD 10 X 15 NATURAL 1 KG	Rollo
080302	BOLSA ROLLO PEAD 12 X 17 NATURAL 1 KG	Rollo
080304	BOLSA ROLLO PEAD 08 X 12 NATURAL 1 KG	Rollo
080305	BOLSA ROLLO PEAD 07 X 10 NATURAL 1 KG	Rollo
080401	BOLSA CONV. PEAD 26 X 40 NEGRO	Convencional
080402	BOLSA CONV. PEAD 20 X 30 NEGRO	Convencional

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia.

5.1.1.10. Descripción de los procesos del área de Flexibles

1) Proceso de Extrusión

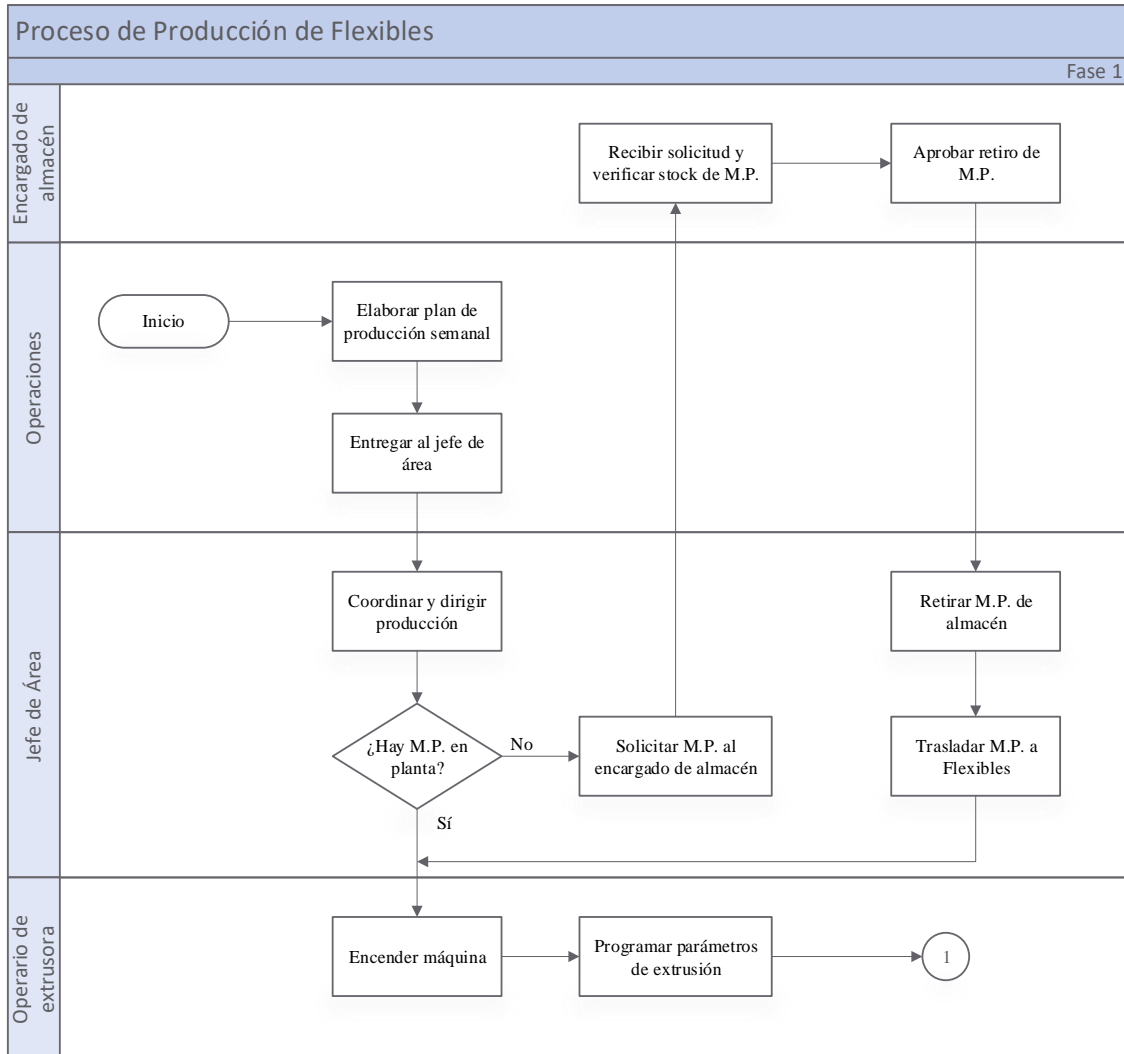


Figura 4. Flujograma del proceso de extrusión 1
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

En la figura 4 se muestra el inicio del proceso de extrusión con la elaboración del plan de producción por parte del área de operaciones, que le entrega al jefe del área, para la coordinación y dirección de la producción.

El jefe de área verifica que haya la materia prima necesaria para cumplir con el plan de producción, en caso no haya, le solicita la materia prima al encargado de almacén, quien recibe la solicitud, verifica el stock y aprueba el retiro de materia prima. Entonces, el jefe del área retira la materia prima y la traslada a Flexibles.

Una vez se cuenta con la materia prima necesaria, el operario de extrusora procede a encender la máquina extrusora, y prender los calefactores de la máquina para que entre en fase de calentamiento. Luego, programa los parámetros de producción de acuerdo al producto deseado.

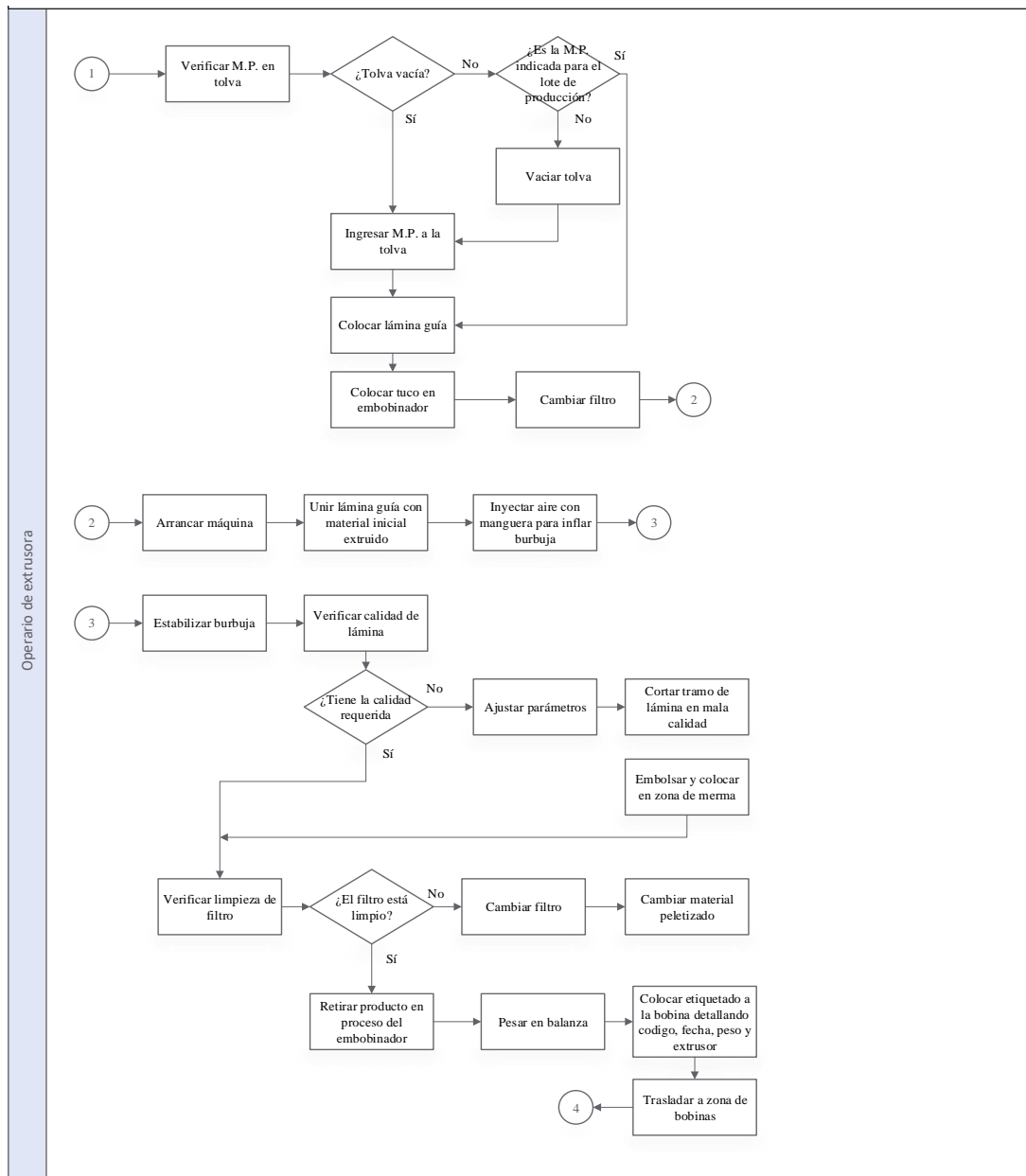


Figura 5. Flujograma del proceso de extrusión 2
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

En la figura 5 se muestra el proceso luego de colocar los parámetros de máquina. Se verifica que la tolva se encuentre con la materia prima necesaria. Se coloca la lámina guía y el tuco en el embobinador. Además, se cambia de filtro.

A continuación, se arranca la máquina, se une la lámina guía con el material inicial extruido, se inyecta aire y se estabiliza la burbuja. Se verifica que tenga la calidad de lámina requerida, de no ser así, se ajustan los parámetros y se corta el tramo de lámina de mala calidad, se embolsa y coloca en zona de merma.

Luego, se verifica que el filtro se encuentre limpio. De no ser así, se realiza cambio de filtro. Una vez se haya terminado de extruir la bobina, se retira del embobinador, se pesa en la balanza, se etiqueta, y se coloca en la zona de bobinas.

2) Proceso de sellado

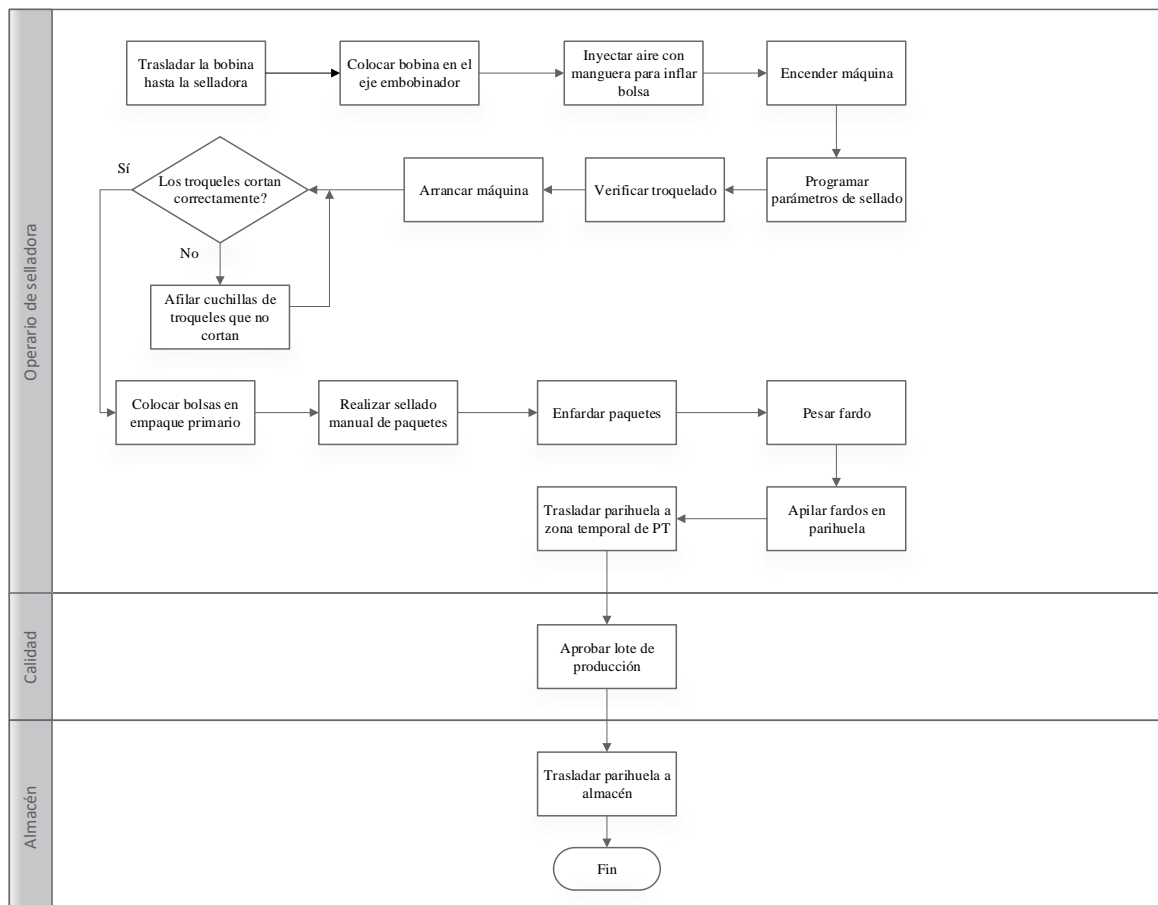


Figura 6: Flujograma del proceso de sellado
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia

En la figura 6 se muestra desde el inicio del proceso de sellado con el traslado de la bobina desde la zona de bobina hasta la selladora. Se coloca la bobina en el eje embobinador, se inyecta aire con la manguera para inflar la bolsa y se enciende la máquina. Se programan los parámetros de máquinas de acuerdo al producto que se desea sellar y se arranca la

máquina. Se verifica que los troqueles estén cortando correctamente, de no ser así, se afilan las cuchillas del troquel que no corta y se vuelve a verificar la operación de troquelado. Las bolsas pasan por una faja transportadora y se colocan en su empaque primario. Estos paquetes se sellan manualmente y se van colocando en fardos. Estos fardos se pesan y se van apilando en una parihuela. Esta parihuela se traslada a la zona temporal de producto terminado. Luego, recibe el aprobado de calidad y es trasladada a almacén.

5.1.2. Análisis de la realidad

5.1.2.1. Evaluación Interna

En el análisis de los factores internos se pudo notar actividades que no agregan valor en distintas etapas del proceso productivo de sellado; desde el abastecimiento a máquina de la bobina para el proceso de sellado, y posteriormente la colocación de la bobina en máquina donde se observan, tiempos muertos. La desorganización en el área, perjudicaba un flujo continuo de trabajo en el proceso productivo, ya que no se tenía asignadas zonas para mermas de procesos (extrusión, sellado, etc), materia prima y producto terminado. En el desarrollo de la actividad de cambio de herramienta se observó un tiempo considerable que afecta a la productividad y considerando que este se da cada 5 días se vio necesario hacer un estudio de esta actividad.

5.1.2.2. Evaluación Externa

Frente a la demanda de productos de exportación la empresa encontró un escenario apropiado para poder cubrir la misma, gracias a la variabilidad de sus productos (envases, contenedores, y demás materiales de plástico) permitió abastecer las diferentes necesidades que muestre el mercado. La disminución en cuanto al precio de la materia prima en estos años permitió a la empresa tener mayor rentabilidad frente a una mayor producción, observando las nuevas tecnologías que se van desarrollando para el rubro y que serían adaptables a la empresa en sus procesos productivos.

La figura 7 muestra la matriz FODA en base a la evaluación interna y externa de la empresa, en donde se pueden observar las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas.

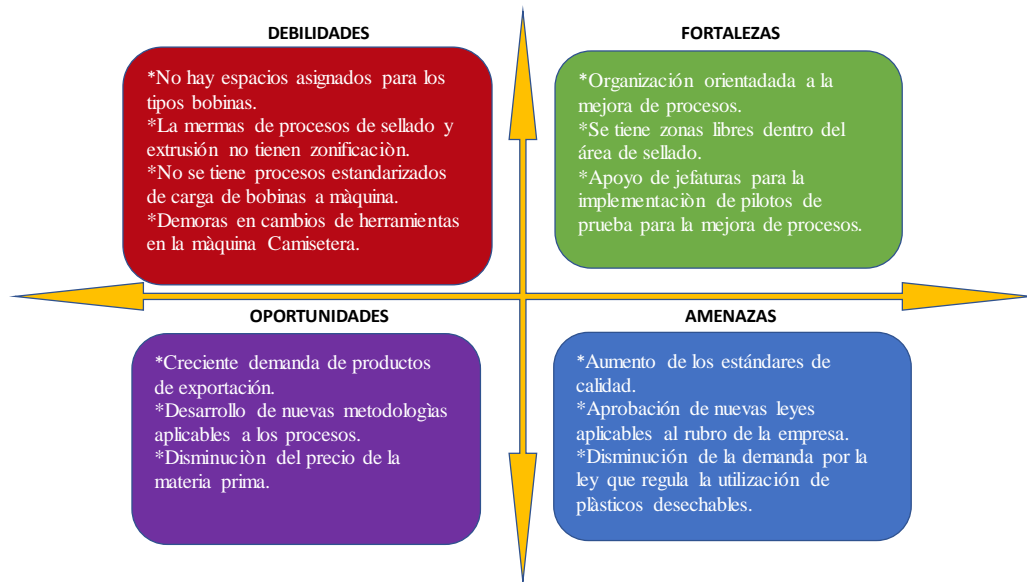


Figura 7. Matriz FODA
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

5.1.2.3. Identificación de la zona piloto en el área de Flexibles

De acuerdo a la matriz FODA se pudo analizar que la mayoría de los problemas en el área ocurren durante el proceso de sellado. Por lo cual, se ha designado una zona piloto como objetivo de estudio, para analizar a detalle los problemas durante este proceso.

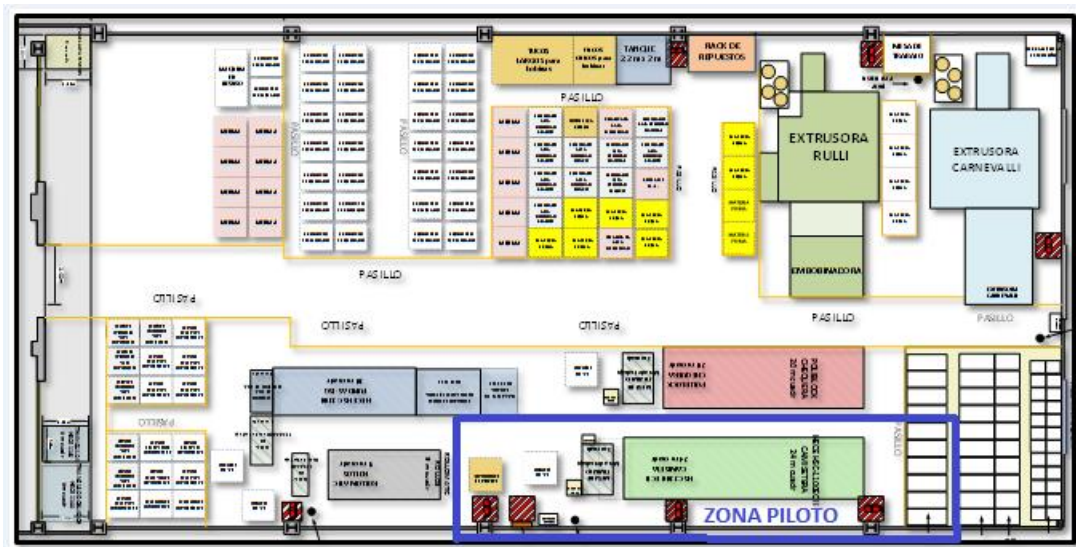


Figura 8. Zona Piloto
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

En la figura 8 se puede apreciar la zona piloto identificada con un marco azul en la parte inferior derecha de la imagen.

La zona piloto comprende el espacio en donde se realiza el proceso de sellado de las bolsas asa. En esta zona se encuentra la zona de almacén de bobinas tipo asa, zona de montaje de bobina, la máquina selladora camiseta, y la zona de empaquetado, enfardado y apilado.

5.1.2.4. Análisis de los problemas en el proceso de sellado

Utilizando el registro de producción de sellado de Flexibles (Anexo 4, 5 y 6) se pudo determinar los tiempos de producción de cada bobina sellada en Flexibles

Se elaboró un diagrama de Pareto para determinar cuáles son los problemas más frecuentes en el proceso de sellado. Los resultados se presentan en la tabla 7 y su representación gráfica en la figura 9.

Tabla 7. Clasificación ABC según frecuencia de problemas

Incidencias	Frecuencia	%	% Acumulado	ABC
Demoras en cambio de bobina	31	36%	36.0%	A
Demoras por desorganización	28	33%	68.6%	A
Demoras en cambio de herramienta	10	12%	80.2%	A
Falla de máquina	8	9%	89.5%	B
Bobina descalibrada	5	6%	95.3%	B
Problemas de teflón	4	5%	100.0%	C
Total	86	100%	-	-

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia.

De la clasificación ABC mostrada en la tabla 7, se observa que los principales problemas son las demoras durante el cambio de bobina, demoras por desorganización y demoras en cambio de herramienta, con un 80.2% de porcentaje acumulado.

En la figura 9 se observa gráficamente el diagrama de Pareto de acuerdo a la clasificación ABC mostrando los 3 principales problemas en la zona piloto.

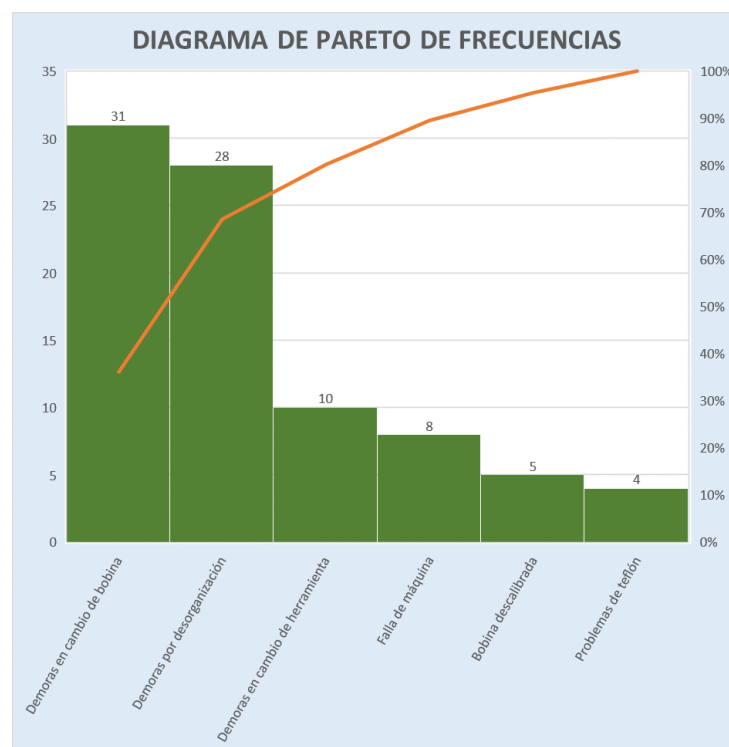


Figura 9. Diagrama de Pareto de frecuencias - Zona piloto
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

5.1.2.5. Análisis de las causas

Las causas de los problemas más frecuentes fueron plasmadas en un diagrama Ishikawa que se puede visualizar en la figura 10:

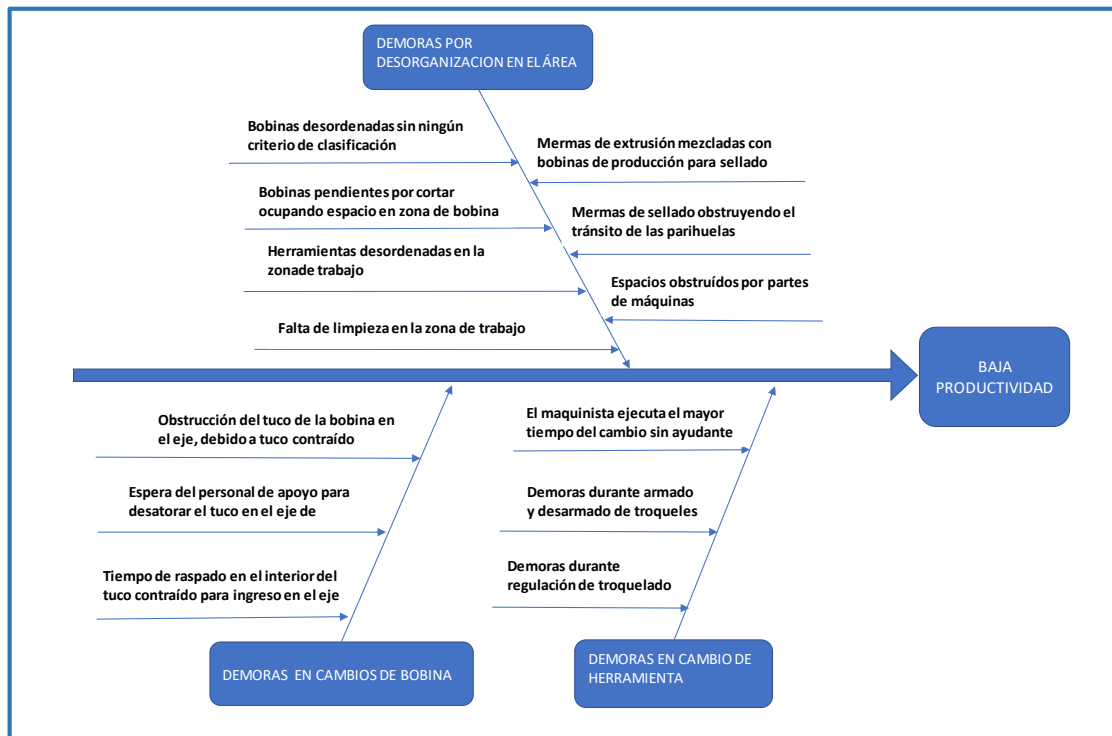


Figura 10: Diagrama de Ishikawa
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

5.1.2.6. Distribución de las causas según el nivel de productividad

5.1.2.6.1. Problema Específico 1: Bajo nivel de productividad causado por desorganización durante el proceso de sellado.

Mediante el diagrama de Ishikawa se pueden observar las causas de la desorganización en la zona piloto.



Figura 11: Bolsas de merma en zona de bobinas
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

En la figura 11 se observa que la zona de montaje de bobinas estaba obstaculizada por la escalera de que se usa para cambio de cabezal en extrusión, por lo que dificultaba los movimientos del maquinista sellador al momento de montar la bobina en el eje, y ralentizaba la operación de cambio de bobina.

También se pueden observar bolsas de merma en la zona de bobinas, dificultando la búsqueda del tipo de bobina deseada.



Figura 12. Zona de bobinas desordenada
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia.

En la figura 12 se observa desde otro enfoque la zona de bobinas mezclada con bolsas de merma. También se puede apreciar que no están ordenadas bajo algún criterio de clasificación, ya que son bobinas con distintas medidas y de diferentes tipos de material.

Además, en la última fila de la zona de bobinas se encontraban bobinas pendientes por cortar que están ocupando espacio innecesariamente, ya que debería cortarse y colocarse como merma en otra zona.



Figura 13. Zona de tucos desordenada
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

En la figura 13 se ve la zona de tucos, donde se encontraban los tucos de manera desordenada. Aquí se encontraban los tucos nuevos, tucos viejos, y de diferentes medidas. En esta zona estaban los tucos que se utilizan para producir las bobinas que se sellan en la zona piloto de sellado.



Figura 14. Puertas de seguridad en zona de tránsito
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

En la figura 14 se observan las puertas de seguridad de las máquinas en un espacio que no correspondía y dificultaba el tránsito del maquinista y ayudante en pleno proceso.



Figura 15. Piezas de máquina en zona de tránsito
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

En la figura 15 se puede ver que hay piezas de una de las extrusoras en un área de mucho tránsito por parte de los operarios de planta, así mismo, se observan bolsas de materia prima en un espacio que no le corresponde.

En las figuras 16, 17, 18 y 19 se muestran las herramientas desorganizadas y en mal estado en la zona piloto de sellado.



Figura 16. Herramientas desordenadas
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

La figura 16 muestra las herramientas dispersas en la mesa y sin un orden específico.



Figura 17. Herramientas pertenecientes a otra área
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

La figura 17 muestra cáncamos en la mesa de trabajo de sellado, sin embargo, estas herramientas le pertenecen a la zona de extrusión.



Figura 18. Herramientas en mal estado
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

La figura 18 muestra cáncamos en mal estado, y rotos, en la zona de trabajo de la zona piloto.



Figura 19. Llaves allen en mal estado
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

La figura 19 muestra llaves allen en mal estado en la mesa de trabajo de la zona piloto de sellado.

Se realizó una toma de tiempos durante 20 días, y se observaron retrasos por búsqueda de bobinas, traslado de bobinas a máquina y búsqueda de herramientas.

Auditoría 5'S – Antes de la prueba Piloto:

Se realizó una auditoría 5'S antes de la aplicación de la metodología, en la zona piloto en estudio.

Se realizó la puntuación tomando el siguiente criterio:

0 = No cumple, 1 = Cumple de forma regular, 2 = Cumple muy bien.

1S Seleccionar (SEIRI)

Objetivo: Identificar lo necesario y lo innecesario.

En la siguiente tabla 8 se observa el registro de una auditoría de clasificación (seiri) realizada antes de la prueba piloto.

Tabla 8. Auditoría 5'S - Clasificación - antes

Ítem	Aspecto	Se debe verificar	0	1	2
1	Separar lo que sirve de lo que no sirve	Que no existan elementos rotos, deteriorados, obsoletos	0		
2	Separar lo necesario de lo innecesario	Que no existan elementos innecesarios o sin función, solo lo estrictamente necesario.	0		
3	Seguridad en el área	Que no existan condiciones inseguras en el área (pisos mojados, filos cortantes, objetos que puedan caer golpear o tropezar	0		
4		¿Están claramente visibles salidas de emergencia, rutas de evacuación, extinguidores y procedimientos de emergencia?		1	
5	Aprovechamiento de recursos	Aprovechamiento de espacios, disminución de inventario, reducción en tiempos de búsqueda.	0		
6	Objetos personales o decorativos en número reducido	Que no dificulte el orden y la limpieza, que no interfieran en el buen desempeño del trabajo, dar prioridad a información institucional, objetos artísticos relacionados a los productos que se elaboran		1	
	Puntos posibles:12	Puntos ganados: 2		2	

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia.

De la tabla 8 se aprecia que de los 6 ítems mostrados, no cumple con 4 de ellos, y los otros 2 los cumple parcialmente.

2S Ordenar (SEITON)

Objetivo: Definir un lugar para cada artículo necesario manteniéndolo en su lugar para facilitar su localización.

En la tabla 9 se observa el registro de la auditoría 5'S de organización (seiton) antes de la prueba piloto.

Tabla 9. Auditoría 5'S Organización antes

Ítem	Aspecto	Se debe verificar	0	1	2
1	Asignación de un lugar para cada cosa	Asignar un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar	0		
2	Establecimiento de un sistema autoexplicativo práctico, funcional, que facilite las actividades en el área	Qué al determinar el lugar para cada artículo, se tome en cuenta la facilidad para tomar y devolver el material al lugar de origen, facilidad de localización para cualquier persona	0		
3	Establecimiento de un sistema autoexplicativo practico funcional, que facilite las actividades en el área	La mejor distribución de muebles, equipos maquinarias e implementos con el objetivo de maximizar la economía de movimientos	0		
4	Control Visual	Empleo de formatos estandarizados acorde con la identidad corporativa	0		
5	Control Visual	Se puede identificar de un vistazo, las áreas, documentos, carpetas, etc	0		
	Puntos posibles:10	Puntos ganados: 0			

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia.

De la tabla 9 se puede observar que no se cumple con ningún de los 5 items de este formato.

3S Limpieza (SEISO)

Objetivo: Mantener aseada y en óptimas condiciones el área de trabajo

En la tabla 10 se observa el registro de la auditoría 5'S de limpieza (seiso) antes de la prueba piloto.

Tabla 10 : Auditoría 5'S – Limpieza - antes

Ítem	Aspecto	Se debe verificar	0	1	2
1	Limpieza del área, equipos o herramientas	La limpieza en áreas individuales y comunes, incluye máquinas contenedoras, ayudas visuales, tableros, etc.	0		
2	Conservación y mantenimiento	El proceso de limpieza debe aprovecharse para inspeccionar fallas, defectos con la finalidad de corregir las anormalidades o programar su mantenimiento.	0		
3	Conservación y mantenimiento	Que estén en buen estado las instalaciones, mobiliario y equipo		1	
	Puntos posibles: 6	Puntos ganados: 1			

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia.

De la tabla 10 se puede observar que no se cumple con los 2 primeros ítems, y el tercero se cumple parcialmente.

Prueba paramétrica de Normalidad:

En la tabla 11 se observan los tiempos de retraso que hubo durante 20 días:

Tabla 11. Tabla de tiempos antes de 5'S

N° de día	Retrasos por búsqueda de bobinas	Traslado de bobina a máquina	Retrasos por búsqueda de herramienta	Tiempo Total Antes
Día 1	00:04:38	00:15:24	00:08:13	00:28:15
Día 2	00:05:16	00:17:24	00:09:16	00:31:56
Día 3	00:06:23	00:16:28	00:07:28	00:30:19
Día 4	00:04:19	00:18:48	00:09:25	00:32:32
Día 5	00:03:58	00:17:46	00:10:23	00:32:07
Día 6	00:04:54	00:13:48	00:09:32	00:28:14
Día 7	00:05:47	00:18:49	00:06:29	00:31:05
Día 8	00:05:12	00:15:49	00:08:35	00:29:36
Día 9	00:06:12	00:14:27	00:07:53	00:28:32
Día 10	00:05:38	00:16:28	00:09:42	00:31:48
Día 11	00:07:21	00:18:23	00:09:01	00:34:45
Día 12	00:07:29	00:14:42	00:08:41	00:30:52
Día 13	00:05:58	00:16:57	00:05:49	00:28:44
Día 14	00:05:35	00:16:31	00:11:02	00:33:08
Día 15	00:06:25	00:15:39	00:08:52	00:30:56
Día 16	00:04:59	00:17:14	00:07:59	00:30:12
Día 17	00:05:47	00:18:25	00:06:19	00:30:31
Día 18	00:06:18	00:15:29	00:07:14	00:29:01
Día 19	00:07:10	00:16:37	00:08:39	00:32:26
Día 20	00:04:58	00:17:28	00:07:28	00:29:54
Total (hrs: min: seg)	1:54:17	5:32:36	2:48:00	10:14:53
Total (min)	114.28	332.60	168.00	614.88
Promedio (min: seg)	00:05:43	00:16:38	00:08:24	00:30:45
Promedio (min)	5.72	16.63	8.40	30.74

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia

En la tabla 11 se muestra que el promedio de tiempos por retrasos de búsquedas de herramientas, bobinas y traslados de bobinas es de 30.75 minutos.

Con la información obtenida en la Tabla 11 se determinó si los datos tienen una distribución normal ($P > 0.05$) utilizando la Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (por contar con una muestra menor a 50 datos) en el Software Minitab.

Los resultados se muestran en la figura 20:

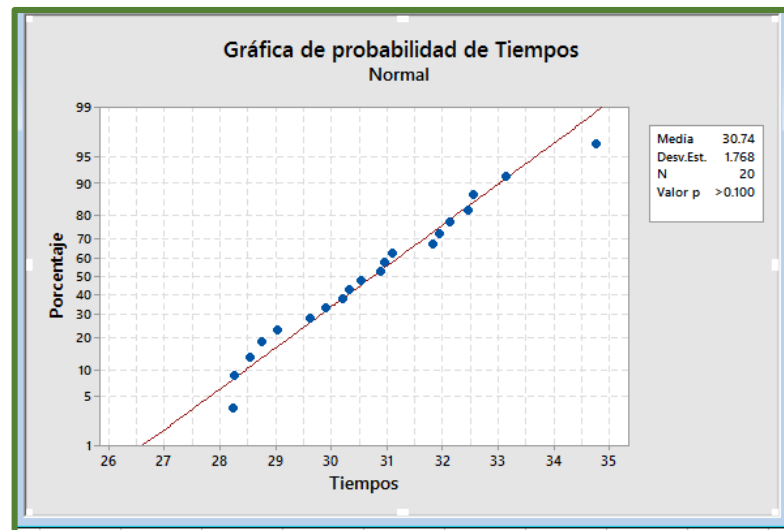


Figura 20. Prueba de Normalidad - variable tiempos
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia.

La Figura 20 muestra que el valor de “p” es > 0.100 , por lo tanto, los datos tienen una distribución normal debido a que su valor “p” es mayor a 0.05.

5.1.2.6.2. Problema Específico 2: Bajo nivel de productividad durante los cambios de bobina en el proceso de sellado.

Según el diagrama de Ishikawa se encontraron demoras durante los cambios de bobina en el proceso de sellado. Para el traslado de la bobina hacia la zona de montaje, el maquinista tenía retrasos mientras realizaba la búsqueda de la bobina con la medida requerida debido al desorden en la zona.

También se mostró retrasos durante la colocación de la bobina en el eje. Este retraso se debía a que los tucos con regular frecuencia se encontraban contraídos y se procedía a desatorar el tuco con apoyo de un ayudante. Luego, se raspaba el tuco hasta que tenga el diámetro requerido.

En la figura 21 se muestra al maquinista raspando el tucó contraído:



Figura 21. Raspado de tucos
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

En la figura 22 se aprecian los tucos contraídos luego de estar raspados, con la viruta consecuencia del raspado a un costado del tucó.



Figura 22. Tucó raspado
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

Prueba Paramétrica de Normalidad:

En la tabla 12 se muestra la toma de tiempos realizados durante dos semanas en el cambio de bobina:

Tabla 12. Toma de tiempos por día en el cambio de bobina

Nº de Día	Tiempo de cambio de bobina en minutos (antes)
Día 1	35.14
Día 2	37.27
Día 3	38.56
Día 4	39.49
Día 5	36.46
Día 6	28.4
Día 7	37.38
Día 8	36.12
Día 9	34.33
Día 10	36.17
Día 11	34.38
Día 12	28.6
Día 13	33.37
Día 14	33.82
Día 15	35.75
Día 16	36.71
Día 17	29.5
Día 18	33.81
Día 19	33.2
Día 20	38.11
Total (min)	696.57
Promedio (min)	34.83

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

En la tabla 12 se muestra que el promedio de tiempos por día durante el cambio de bobina es de 34.83 minutos.

Con la información obtenida en la Tabla 12 se determinó si los datos tienen una distribución normal ($P > 0.05$) utilizando la Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (por contar con una muestra menor a 50 datos) en el Software Minitab.

Los resultados se muestran en la figura 23:

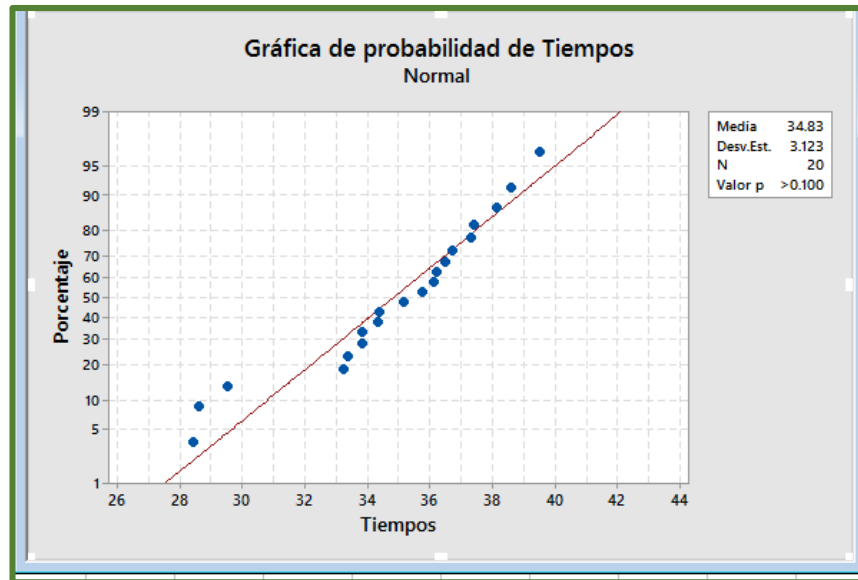


Figura 23. Prueba de normalidad - variable tiempos 2
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

La Figura 23 muestra que el valor de “p” es > 0.100 , por lo tanto, los datos tienen una distribución normal debido a que su valor “p” es mayor a 0.05.

5.1.2.6.3. Problema Específico 3: Bajo nivel de productividad durante los cambios de herramienta en el proceso de sellado.

Durante los cambios de herramienta se pudo observar que el maquinista ejecutaba la mayor parte del tiempo del cambio sin un ayudante. El maquinista solo recibía apoyo en las actividades en las que necesariamente se tenían que realizar entre dos personas. En la figura 24 se muestra el cambio de herramienta realizado por una persona.



Figura 24. Cambio de herramienta en selladora

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

También se observaron retrasos por búsquedas de herramientas, debido a la falta de organización en el área, y retrasos durante el montaje de la bobina debido a tucos contraídos.

También se observó retrasos durante el armado y desarmado de troqueles. Esto debido a que en repetidas ocasiones era necesario pasar macho a cada troquel para su correcto armado, y esperar a que mantenimiento realice la pasada de macho.

Además, se observó retrasos durante la regulación de troquel, por la falta de filo en los troqueles.

En las figuras 25, 26, 27, y 28 se muestra un diagrama de análisis del proceso donde se detallan las actividades durante el cambio de herramienta, así como el tipo de actividad, tipo de desperdicio, y los tiempos de cada una.

Diagrama de Análisis del Proceso

Proces De ensamble

Método: Antes de la prueba piloto

Cambio de Herramienta: De medida 12x16 a 16x19

N°	DESCRIPCION	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de Desperdicio	Tiempo en minutos y segundos	Tipo de actividad
0	Elementos almacenados					▼		0:00:00	No agrega valor
1	Transportar elementos necesarios a mesa de ensamble		→				Transporte	0:08:34	No agrega valor
2	Quitar parte superior del quemador de medida 12x16	●						0:04:20	Agrega valor
3	Quitar base y tapa inferior del quemador de medida 12x16	●						0:01:00	Agrega valor
4	Transportar base y tapa inferior del quemador 12x16		→				Transporte	0:00:20	No agrega valor
5	Transportar base superior del quemador 16x19		→				Transporte	0:00:11	No agrega valor
6	Quitar base de pinzas y faja	●						0:01:34	Agrega valor
7	Trasladar base de pinzas		→				Transporte	0:00:31	No agrega valor
8	Abrir el aire y probar funcionamiento de pinza.			■			Inspección	0:01:10	No agrega valor
9	Mover posición de pinzas para medida 16x19.	●						0:08:20	Agrega valor
10	Probar funcionamiento de las pinzas			■			Inspección	0:00:37	No agrega valor
11	Traer base del quemador para 16x19		→				Transporte	0:00:31	No agrega valor
12	Colocar base inferior del quemador para 16x19	●						0:00:47	Agrega valor
13	Traer tapa de base inferior del quemador		→				Transporte	0:00:14	No agrega valor
14	Colocar tapa de base inferior del quemador 16x19	●						0:00:11	Agrega valor
15	Traer base superior del quemador para 16x19		→				Transporte	0:00:15	No agrega valor
16	Colocar base superior del quemador 16x19	●						0:05:16	Agrega valor
17	Probar funcionamiento del quemador			■			Inspección	0:05:00	No agrega valor

Figura 25. SMED-DAP Escenario 01-1

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

N°	DESCRIPCION	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de Desperdicio	Tiempo en minutos y segundos	Tipo de actividad
18	Probar funcionamiento de las pinzas y el quemador			■			Inspección	0:02:40	No agrega valor
19	Traer base de pinzas 16x19		→				Transporte	0:00:17	No agrega valor
20	Colocar base de pinzas para 16x19, y faja	●						0:04:37	Agrega valor
21	Posicionar cuchillas de sello continuo	●						0:05:01	Agrega valor
22	Posicionar fuelle	●						0:02:30	Agrega valor
23	Limpiar guiador	●						0:02:10	Agrega valor
24	Posicionar guiador	●						0:04:57	Agrega valor
25	Realizar cambio de teflon	●						0:32:37	Agrega valor
26	Ajustar base de pinzas	●						0:00:35	Agrega valor
27	Quitar troqueles 12x16	●						0:09:00	Agrega valor
28	Traer discos 16x19		→				Transporte	0:00:00	No agrega valor
29	Quitar molde de los discos 12x16.	●						0:02:56	Agrega valor
30	Trasladar molde a la mesa		→				Transporte	0:00:10	No agrega valor
31	Llamada al operador 2				■		Retraso	0:01:30	No agrega valor
32	Llamada por celular del operador 2				■		Retraso	0:01:50	No agrega valor
33	Quitar piñones y discos 12x16	●						0:02:20	Agrega valor
34	Buscar linterna				■		Retraso	0:01:54	No agrega valor
35	Colocar discos 16x19	●						0:04:41	Agrega valor

Figura 26. SMED-DAP Escenario 01-2

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

36	Buscar llave allen						Retraso	0:02:30	No agrega valor
37	Traer molde de discos 16x19		→				Transporte	0:00:45	No agrega valor
38	Colocar molde de discos 16x19	●						0:06:30	Agrega valor
39	Trasladar discos y troqueles a la mesa		→				Transporte	0:02:20	No agrega valor
40	Desarmar troqueles 12x16 para extraer agarradores	●						0:07:24	Agrega valor
41	Pasar macho a cada troquel	●						0:20:50	Agrega valor
42	Armar troqueles 16x19	●						0:12:20	Agrega valor
43	Trasladar troqueles a zona de trabajo		→				Transporte	0:00:20	No agrega valor
44	Colocar troqueles 16x19	●						0:11:10	Agrega valor
45	Posicionar cuchillas de sello continuo.	●						0:05:00	Agrega valor
46	Quitar estructura amarilla de seguridad	●						0:00:45	Agrega valor
47	Despejar zona de bobinas para retirar bobina						Retraso	0:13:29	No agrega valor
48	Traer bobina de la zona de bobinas con la stoca		→				Transporte	0:03:45	No agrega valor
49	Raspar interior de tuco chupado.	●						0:16:58	Agrega valor
50	Colocar bobina en eje de bobina	●						0:04:50	Agrega valor
51	Cuadrar cuchillas de sello continuo.	●						0:05:22	Agrega valor
	Pasar lámina guía	●						0:16:00	Agrega valor
53	Cuadrar fuelle	●						0:11:46	Agrega valor

Figura 27. SMED Escenario 01-03

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

N°	DESCRIPCION	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de Desperdicio	Tiempo en minutos y segundos	Tipo de actividad
54	Traer llave allen		→				Transporte	0:00:22	No agrega valor
55	Cuadrar guiador	●						0:01:20	Agrega valor
56	Traer articulos de limpieza		→				Transporte	0:00:20	No agrega valor
57	Limpiar guiador	●						0:01:50	Agrega valor
58	Cuadrar guiador	●						0:03:55	Agrega valor
59	Cuadrar quemador	●						0:05:55	Agrega valor
60	Recoger merma de prueba	●						0:03:10	Agrega valor
61	Pegar carril y colocar estructura de seguridad	●						0:02:26	Agrega valor
62	Verificar funcionamiento de quemador y carril			■			Inspección	0:04:45	No agrega valor
63	Cuadrar troquel	●						0:45:07	Agrega valor
64	Verificar funcionamiento de troquel			■			Inspección	0:05:34	No agrega valor
65	Guardar elementos					▼	Almacenaje	0:08:54	No agrega valor
Resumen	Cantidad								
	Tiempo Total (horas, minutos y segundos)	4:35:30	0:18:55	0:19:46	0:21:13	0:08:54		5:44:18	
	Tiempo AV (horas, minutos y segundos)	4:35:30						4:35:30	
	Tiempo NV (horas, minutos y segundos)		0:18:55	0:19:46	0:21:13	0:08:54		1:08:48	
Leyenda		Se realiza entre 2 personas							

Figura 28. SMED -Escenario 01-04

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

Como se puede observar en la figura 28, el tiempo total de cambio de herramienta de una de las muestras arroja 5 horas, 44 minutos, siendo 1 hora y 8 minutos el tiempo de las actividades que no agregan valor, equivalente al 19.8% del tiempo total.

Prueba Paramétrica de Normalidad:

En la tabla 13 se muestra la toma de tiempos realizados durante 20 cambios de herramienta:

Tabla 13. Toma de tiempos durante cambio de herramienta antes de SMED

Nº de cambio	Tiempo de cambio de herramienta (antes) en hr: min: seg	Tiempo de cambio de herramienta (antes) en minutos
Cambio 1	05:44:18	344.30
Cambio 2	06:00:55	360.92
Cambio 3	06:49:03	409.05
Cambio 4	04:58:00	298.00
Cambio 5	04:50:13	290.22
Cambio 6	06:10:16	370.27
Cambio 7	05:08:38	308.63
Cambio 8	05:41:12	341.20
Cambio 9	06:21:18	381.30
Cambio 10	05:24:00	324.00
Cambio 11	05:14:00	314.00
Cambio 12	05:24:00	324.00
Cambio 13	06:14:00	374.00
Cambio 14	05:15:24	315.40
Cambio 15	06:05:15	365.25
Cambio 16	05:43:00	343.00
Cambio 17	05:55:00	355.00
Cambio 18	06:23:00	383.00
Cambio 19	05:45:00	345.00
Cambio 20	06:21:00	381.00
Total	115:27:32	6,927.53
Promedio	05:46:23	346.38

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia

En la tabla 13 se muestra que el promedio de tiempos por cambio de bobina es de 346.38 minutos.

Con la información obtenida en la Tabla 13 se determinó si los datos tienen una distribución normal ($P > 0.05$) utilizando la Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (por contar con una muestra menor a 50 datos) en el Software Minitab.

Los resultados se muestran en la figura 29:

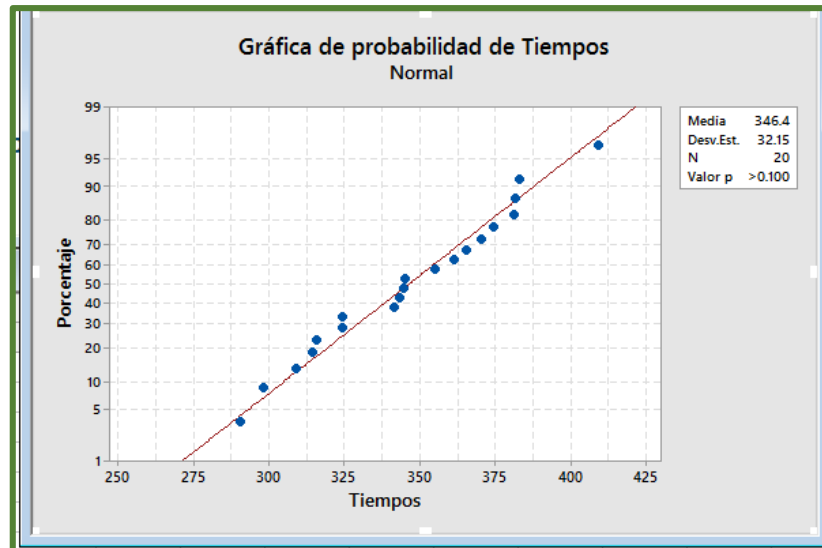


Figura 29. Tabla de Normalidad - variable tiempos 3
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

La Figura 29 muestra que el valor de “p” es > 0.100 , por lo tanto, los datos tienen una distribución normal debido a que su valor “p” es mayor a 0.05.

5.1.3. Propuestas de solución

Se aprobó por la gerencia de la empresa la implementación de una prueba piloto en la zona de sellado del área de Flexibles. A continuación, se muestran las 3 metodologías que se aplicaron con el objetivo de reducir tiempos para mejorar la productividad en el área.

5.1.3.1. Aplicación de las 5’S

Se logró implementar las etapas de las 5’S de la siguiente manera:

Primera ‘S’: Clasificación

Se identificaron los objetos que no son necesarios en la zona piloto estudiada. Se encontraron herramientas, accesorios y tucos en mal estado que fueron retirados de la zona.

Así mismo, se encontraron herramientas, piezas de máquina, accesorios, materia prima y merma que no pertenecían a la zona piloto. Se procedió a trasladarlo a la zona correspondiente.

En la tabla 14 se puede observar el registro de los objetos innecesarios en la zona piloto. En este registro se especifica el tipo de objeto, nombre, cantidad, el motivo por el cual es un objeto innecesario, la acción correctiva a realizar, y el área recuperada.

Tabla 14. Registro de objetos innecesarios en zona piloto

N°	Tipo	Nombre	Cantidad	Tiempo sin uso	Motivo	Acción	Área recuperada (m2)
1	Material	Merma PEAD blanco	3 bolsas	2 meses	No pertenece a zona piloto	Trasladarlo a zona de merma	1.43
2	Pieza	Pieza de extrusora	1 und	3 meses	No pertenece a zona piloto	Trasladarlo a rack de repuestos y accesorios	1.43
3	Material	Materia prima	1 paleta	2 meses	No pertenece a zona piloto	Trasladarlo a zona de materia prima	1.43
4	Material	Tucos	50 und	5 meses	Mal estado	Desecharlo	1.43
5	Accesorio	Puertas de seguridad	3 und	2 meses	Mal estado	Trasladarlo a almacén de repuestos	-
6	Accesorio	Escaleras de extrusión	1 und	2 meses	No pertenece a zona piloto	Trasladarlo a zona de extrusión	1.00
7	Herramienta	Cáncamo	3 und	4 meses	Mal estado	Trasladarlo a residuos sólidos	-
8	Herramienta	Cáncamo	4 und	4 meses	No pertenece a zona piloto	Trasladarlo a zona de extrusión	-
9	Herramienta	Llave allen	3 und	2 meses	Mal estado	Trasladarlo a almacén de repuestos	-
Total							6.72

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia

Se pudo retirar la escalera de extrusión y las bolsas de merma que obstruían el tránsito del maquinista para el montaje de la bobina. La escalera se trasladó a la zona de extrusión y las bolsas de merma se trasladaron a la zona de merma.

En la figura 30 se puede observar la zona de montaje de bobina despejada



Figura 30. Zona de montaje de bobina despejada
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia

Se pudo retirar de la zona de tránsito unas puertas de seguridad que se habían retirado de la selladora ya que no se encontraban en buen estado. Se trasladaron a la zona de almacén de repuestos.

En la figura 31 se puede observar la zona de tránsito despejada



Figura 31. Zona de tránsito despejada
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia

Se procedió a retirar las piezas de extrusión que estaba invadiendo parte del pasadizo y obstruía la zona de tránsito del maquinista. Así mismo se retiró la parihuela con bolsas de materia prima que dificultaba también el tránsito del personal del área. Las piezas de máquina se trasladaron a la zona de extrusión y la parihuela se trasladó a la zona de materia prima.

En la figura 32 se puede observar la segunda zona de tránsito despejada



Figura 32. Zona de tránsito 2 despejada
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia

Se procedió a identificar una zona de descarte para colocar temporalmente los objetos innecesarios fáciles de mover. Luego, se recolectó todas las herramientas innecesarias de la zona piloto y se colocaron en una caja asignada para herramientas innecesarias.

Luego, se procedió a elaborar un formato de tarjeta roja (Anexo 6) se llenó con los datos de la herramienta y se colocó en la caja asignada de herramientas innecesarias.

En la figura 33 se puede observar las herramientas innecesarias en la caja asignada con su respectiva tarjeta roja.



Figura 33. Herramientas innecesarias con tarjeta roja 5'S
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia

Posteriormente, se trasladaron las herramientas en mal estado a almacén de repuestos, y las herramientas pertenecientes a extrusión se trasladaron a zona de extrusión.

Segunda 'S: Organización

Se organizaron las herramientas por su frecuencia de uso. En la tabla 15 se observa la ubicación de cada herramienta de acuerdo a su frecuencia de uso.

Tabla 15. Organización de herramientas

Frecuencia de uso	Ubicación	Herramientas
A cada momento	Junto al maquinista	Huincha, cuchilla.
Varias veces al día	Cerca del maquinista	Balanza, llaves allen
Varias veces a la semana	Cerca de la zona de trabajo	Alicate, desarmadores
Algunas veces al mes	Guardado en la caja de herramientas	Llaves de broca, llave inglesa, llave francesa

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia

Esta organización facilitó al maquinista el uso de herramientas de la zona.

Además, se organizaron las bobinas de acuerdo a su tipo de material y dimensiones de la bobina, como se puede observar en la tabla 16.

Tabla 16. Organización de bobinas

Tipo de producto	Tipo de material	Ubicación
Asa	Polietileno alta densidad blanco	Fila 1A
Asa	Polietileno alta densidad negro	Fila 1B
Rollo	Polietileno alta densidad natural	Fila 2
Fundas	Polietileno baja densidad natural	Fila 3A
Fundas	Polietileno baja densidad negra	Fila 3B

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia

En la figura 34 se puede observar la organización de las bobinas de acuerdo al criterio de clasificación de la tabla 16.



Figura 34. Bobinas organizadas
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia

Tercera 'S: Limpieza:

Se logró identificar como elementos de suciedad las mermas generadas durante el proceso de sellado que estaban en el piso de la zona de trabajo. Por lo cual se procedió a crear un flujograma de limpieza para mantener la limpieza de la zona piloto.

En la figura 35 se puede observar el flujograma de limpieza en la zona piloto.

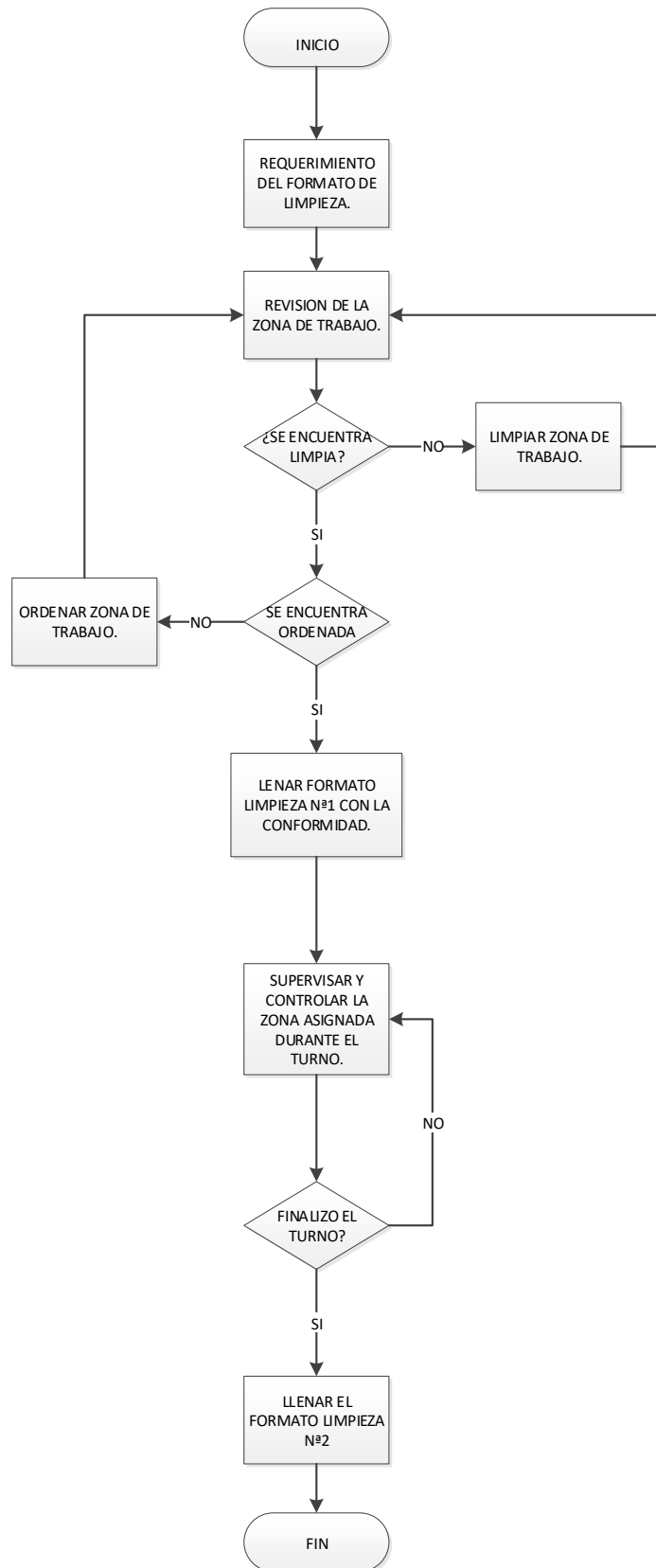


Figura 35. Flujograma de limpieza
 Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia

Así mismo, se asignó una lista de responsables para cada zona o estación de trabajo (Anexo 08) y se generaron formatos para el registro de los usuarios de las herramientas de limpieza (ver Anexo 09 y Anexo 10).

De esta forma se ha mantenido la limpieza en la zona de trabajo.

Cuarta 'S: Estandarización:

Se realizó una auditoría 5'S antes de la implementación de la prueba piloto mostrando solo un 10.7% de cumplimiento de las 3 primeras 'S y se realizó una auditoría 5'S después de la implementación de la prueba piloto llegando a un 85.7% de cumplimiento de las 3 primeras 'S.

En la siguiente tabla 17 se observa el registro de la auditoría de clasificación (seiri) realizada después de la prueba piloto.

Tabla 17. Auditoría 5'S Clasificación - después

Ítem	Aspecto	Se debe verificar	0	1	2
1	Separar lo que sirve de lo que no sirve	Que no existan elementos rotos, deteriorados, obsoletos			2
2	Separar lo necesario de lo innecesario	Que no existan elementos innecesarios o sin función, solo lo estrictamente necesario.			2
3	Seguridad en el área	Que no existan condiciones inseguras en el área (pisos mojados, filos cortantes, objetos que puedan caer golpear o tropezar			2
4		¿Están claramente visibles salidas de emergencia, rutas de evacuación, extinguidores y procedimientos de emergencia?			2
5	Aprovechamiento de recursos	Aprovechamiento de espacios, disminución de inventario, reducción en tiempos de búsqueda.			2
6	Objetos personales o decorativos en número reducido	Que no dificulte el orden y la limpieza, que no interfieran en el buen desempeño del trabajo, dar prioridad a información institucional, objetos artísticos relacionados a los productos que se elaboran		1	
	Puntos posibles:12	Puntos ganados: 11		1	10

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia.

De la tabla 17 se aprecia que los primeros 5 ítems están cumplidos, y el sexto se cumple parcialmente.

En la tabla 18 se observa el registro de la auditoría 5'S de organización (seiton) después de la prueba piloto.

Tabla 18. Auditoría 5'S Organización después

Ítem	Aspecto	Se debe verificar	0	1	2
1	Asignación de un lugar para cada cosa	Asignar un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar			2
2	Establecimiento de un sistema autoexplicativo práctico, funcional, que facilite las actividades en el área	Qué al determinar el lugar para cada artículo, se tome en cuenta la facilidad para tomar y devolver el material al lugar de origen, facilidad de localización para cualquier persona			2
3	Establecimiento de un sistema autoexplicativo practico funcional, que facilite las actividades en el área	La mejor distribución de muebles, equipos maquinarias e implementos con el objetivo de maximizar la economía de movimientos		1	
4	Control Visual	Empleo de formatos estandarizados acorde con la identidad corporativa			2
5	Control Visual	Se puede identificar de un vistazo, las áreas, documentos, carpetas, etc			2
	Puntos posibles:10	Puntos ganados: 9		1	8

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia.

De la tabla 18 se puede observar que se cumple con los ítems 1, 2, 4 y 5. El ítem 3 se cumple parcialmente.

En la tabla 19 se observa el registro de la auditoría 5'S de limpieza (seiso) después de la prueba piloto.

Tabla 19 : Auditoría 5´S – Limpieza - después

Ítem	Aspecto	Se debe verificar	0	1	2
1	Limpieza del área, equipos o herramientas	La limpieza en áreas individuales y comunes, incluye máquinas contenedoras, ayudas visuales, tableros, etc.			2
2	Conservación y mantenimiento	El proceso de limpieza debe aprovecharse para inspeccionar fallas, defectos con la finalidad de corregir las anomalías o programar su mantenimiento.		1	
3	Conservación y mantenimiento	Que estén en buen estado las instalaciones, mobiliario y equipo		1	
	Puntos posibles: 6	Puntos ganados: 4		2	2

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia.

De la tabla 19 se puede observar que el ítem 1 se cumple, y el ítem 2 y 3 se cumplen parcialmente.

Luego de realizar la auditoría de las 3 primeras ´S se contrastan los resultados del antes y después de la prueba piloto en la tabla 20:

Tabla 20. Porcentaje de Cumplimiento - Auditoría 5´S

Resultados Auditoría	Auditoría 5´S antes	Auditoría 5´S después
Ítems cumplidos primera ´S	2	11
Ítems cumplidos segunda ´S	0	9
Ítems cumplidos tercera ´S	1	4
Cantidad de Ítems cumplidos	3	24
Cantidad total de Ítems	28	28
% de cumplimiento	10.7%	85.7%

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia.

De acuerdo a la tabla 20, ha habido una mejora del 75% en el porcentaje de cumplimiento de los ítems mencionados en la auditoría.

Se propone realizar auditorías semanalmente para controlar el cumplimiento de las 3 primeras ´s.

Quinta 5S: Disciplina:

Se realizaron capacitaciones semanales a los operarios y maquinistas sobre el significado de cada una de las 5S, y como contribuye a una mejoría en los procesos productivos en la zona piloto.

Así mismo se les detalló como aportarían ellos al logro de los objetivos 5S.

Se propone continuar con el control semanal del cumplimiento de las 4 primeras 5S para que se convierta en un hábito en cada uno de los trabajadores.

5.1.3.2. Aplicación del Poka Yoke

Se estableció un equipo de trabajo conformado por el jefe del área, el encargado de la máquina y el analista de producción. Se identificaron las causas de los retrasos durante el cambio de bobina.

Dado que las causas de los retrasos eran debido al atascamiento por tucos contraídos, el primer paso fue de organizar de una mejor manera los tucos de cartón utilizados para la producción de bobinas. En la tabla 21 se observa el criterio de clasificación para la identificación de tucos.

Tabla 21. Identificación de tucos

Identificación	Estado	Tipo de bobina
Cinta roja	Nuevo	Asa
Cinta azul	Nuevo	Rollo
Cinta amarilla	Nuevo	Fundas
Cinta blanca	Usados	Asa, rollo y fundas
Cinta negra	Mal estado	Asa, rollo y fundas

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia.

En la figura 36 se puede observar la identificación de los tucos.



Figura 36. Tucos con cinta de identificación
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia.

Con las cintas de colores se facilitó la identificación de tucos y se pudo saber el estado de cada tucos.

El segundo control se estableció haciendo un tubo con una tapa con el diámetro adecuado para que ingrese en los tucos en buen estado y se quede atascado en los tucos contraídos. Este control se realizó en las bobinas donde se utilizaron los tucos usados ya que tenían una mayor posibilidad de contracción en el tucos. Este tubo se utilizó como un dispositivo Poka Yoke para identificar que bobinas tenían el tucos contraído y cuales estaban en buen estado.

De esta manera se procedió a separar las bobinas que mostraban el tucos contraído. Estos tucos se raspaban hasta darle el diámetro adecuado, en los momentos en los que el ayudante de extrusión tenga algún tiempo libre para el raspado.

Como consecuencia, se evitaron retrasos de raspar los tucos durante el cambio de bobina.

En la figura 37 se observa el dispositivo Poka Yoke utilizado.



Figura 37. Dispositivo Poka Yoke
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

En la figura 38 se observa el dispositivo Poka Yoke introducido en una bobina comprobando que el tucó se encuentra en buen estado.



Figura 38. Dispositivo Poka Yoke en la bobina
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

En la figura 39 se observa el dispositivo Poka Yoke introducido en otra bobina en su totalidad. Este dispositivo Poka Yoke tiene la función de advertencia, ya que el uso del dispositivo avisa al trabajador si se trata de un tucó contraído, antes de que ocurra el atascamiento. Así mismo, se trata de un Poka Yoke físico, ya que sirvió para identificar las inconsistencias físicas del tucó.



Figura 39. Dispositivo Poka Yoke en la bobina 2
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

En la figura 40 se observa como el dispositivo Poka Yoke no se pudo introducir más en la bobina. Esto, debido a que se encontró dificultad por estar el tucó contraído.



Figura 40. Dispositivo Poka Yoke en tucó contraído
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

Como resultado se redujo el riesgo de incurrir en atascamientos. El maquinista puede enfocarse en otras actividades que añadan valor en vez del raspado de tucos contraídos durante el cambio de bobina.

5.1.3.3. Aplicación de la Metodología SMED

Se siguieron 4 etapas para la aplicación de SMED, además de la etapa preliminar:

Etapa Preliminar:

En esta etapa se identificó y armó un equipo de trabajo con conocimientos relacionados para el estudio de las actividades de cambio de herramienta.

Luego, se procedió a filmar la secuencia de cada operador en el proceso, y posteriormente a analizar cada operación anotando la duración de cada actividad.

Además, se realizó un inventario de las herramientas y de los accesorios de la máquina selladora para identificar el escenario y los materiales con los cuales se dispone.

Etapa 1: Identificar operaciones

Se identificaron las actividades que no generaban valor al producto, que se clasificaron en traslados, inspecciones y retrasos.

Se identificó y separó las actividades internas y externas, y cuál de las internas deberían ser externas.

De esta manera las actividades internas que pasaron a ser externas fueron las siguientes:

- Pasar macho a cada troquel para incrementar el agujero de cada uno.
- Despejar la zona de bobinas para retirar la bobina deseada.
- Raspar interior del tucó contraído para que ingrese en el eje de bobinas.

Las demás actividades quedaron como actividades internas.

Además, con el apoyo de la metodología 5'S se redujeron las búsquedas de herramientas, y mejoró el orden y limpieza durante el cambio de herramienta.

Etapa 2: Convertir las operaciones internas en externas

Se hizo una reevaluación de las operaciones y se vio necesario considerar esta actividad como operación externa:

Afilado de cuchillas de troquel: Esta actividad se realiza ahora unos días antes del cambio de herramienta si es necesario.

Etapa 3: Organizar operaciones externas

Se organizó al equipo de trabajo para realizar estas operaciones con la máquina en funcionamiento.

- Pasar macho a cada troquel para incrementar el agujero de cada uno. Esta actividad se realiza ahora unos días antes del cambio de herramienta si es necesario.

- Despejar la zona de bobinas para retirar la bobina deseada. Esta actividad se realiza con la inspección diaria de las 5'S
- Raspar interior del tuco contraído para que ingrese en el eje de bobinas. Esta actividad la realiza el ayudante de extrusión en algún tiempo libre. Ya se tiene identificadas las bobinas con tuco contraído con la aplicación del Poka Yoke en el cambio de bobinas.

Etapa 4: Reducir tiempo de operaciones internas

Luego, de un análisis de las actividades realizadas en el cambio de herramienta, se solicitó y se aprobó para la prueba piloto, la incorporación de un ayudante para apoyo en todo lo posible al maquinista de turno.

Se realizó capacitación al ayudante para que pueda apoyar de manera más activa al maquinista de la selladora. Y luego, se hizo coordinación entre las dos personas que realizaron el cambio de herramienta para hacer actividades en paralelo.

En la figura 40, 41, 42, 43 y 44 se muestra el DAP realizado de una de las muestras tomadas en la prueba piloto del operario N°1.

Diagrama de Análisis del Proceso

Proceso: De ensamble

Método: Después de la prueba piloto

Cambio de Herramienta: De medida 16x19 a 12x16

N°	DESCRIPCION	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de Desperdicio	Tiempo en minutos y segundos	Tipo de actividad
0	Elementos almacenados					▼	Almacenaje	0:00:00	No agrega valor
1	Transportar elementos necesarios a mesa de ensamble		→				Transporte	0:03:51	No agrega valor
2	Traer herramientas necesarias		→				Transporte	0:00:40	No agrega valor
3	Quitar parte superior de quemador 16x19	●						0:04:35	Agrega valor
4	Trasladar parte superior de quemador 16x19		→				Transporte	0:00:11	No agrega valor
5	Traer parte superior de quemador 12x16		→				Transporte	0:00:13	No agrega valor
6	Quitar tapa y base de quemador 16x9	●						0:01:06	Agrega valor
7	Trasladar tapa y base de quemador 16x19		→				Transporte	0:00:09	No agrega valor
8	Traer tapa y base de quemador 12x16		→				Transporte	0:00:12	No agrega valor
9	Colocar tapa y base de quemador 12x16	●						0:01:17	Agrega valor
10	Colocar parte superior de quemador 12x16	●						0:04:54	Agrega valor
11	Quitar base de pinzas y faja	●						0:01:08	Agrega valor

Figura 41-DAP SMED -Escenario 02-01

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

N°	DESCRIPCION	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de Desperdicio	Tiempo en minutos y segundos	Tipo de actividad
12	Trasladar base de pinzas		➔				Transporte	0:00:20	No agrega valor
13	Quitar piñones y discos 16x19	●						0:03:32	Agrega valor
14	Trasladar discos 12x16 a zona de trabajo		➔				Transporte	0:00:35	No agrega valor
15	Trasladar discos 16x19 a mesa de ensamble		➔				Transporte	0:00:19	No agrega valor
16	Trasladar molde de discos 16x19 a mesa de ensamble		➔				Transporte	0:00:14	No agrega valor
17	Trasladar troqueles 16x19 a mesa de ensamble		➔				Transporte	0:01:04	No agrega valor
18	Colocar discos 12x16	●						0:07:08	Agrega valor
19	Traer herramienta		➔				Transporte	0:00:30	No agrega valor
20	Mover posición de pinzas para 12x16	●						0:10:07	Agrega valor
21	Traer base de pinzas para 12x16		➔				Transporte	0:00:15	No agrega valor
22	Colocar base de pinzas 12x16	●						0:06:32	Agrega valor
23	Verificar funcionamiento de pinzas			■			Inspección	0:05:00	No agrega valor

Figura 42. DAP SMED-Escenario 02-02

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

N°	DESCRIPCION	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de Desperdicio	Tiempo en minutos y segundos	Tipo de actividad
23	Verificar funcionamiento de pinzas			■			Inspección	0:05:00	No agrega valor
24	Traer herramienta		➔				Transporte	0:00:43	No agrega valor
25	Posicionar cuchillas de sello continuo	●						0:04:50	Agrega valor
26	Posicionar fuelle	●						0:02:31	Agrega valor
27	Limpiar guiador	●						0:01:50	Agrega valor
28	Posicionar guiador	●						0:04:50	Agrega valor
29	Traer bobina asa 12x16	●						0:08:00	Agrega valor
30	Cuadrar cuchillas de sello continuo	●						0:06:13	Agrega valor
31	Pasar lamina guia con ayuda	●						0:10:57	Agrega valor
32	Cuadrar fuelle	●						0:09:30	Agrega valor
33	Cuadrar guiador	●						0:06:49	Agrega valor
34	Cuadrar quemador	●						0:08:05	Agrega valor

Figura 43. DAP SMED-Escenario 02-03

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

N°	DESCRIPCION	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de Desperdicio	Tiempo en minutos y segundos	Tipo de actividad
35	Verificar funcionamiento de quemador			■			Inspección	0:04:21	No agrega valor
36	Cambio de teflon	●						0:23:01	Agrega valor
37	Pegar carril y colocar estructura de seguridad	●						0:02:01	Agrega valor
38	Verificar funcionamiento de quemador y carril			■			Inspección	0:03:34	No agrega valor
39	Cuadrar troquel	●						0:27:34	Agrega valor
40	Verificar funcionamiento de troquel			■			Inspección	0:05:41	No agrega valor
Resumen	Cantidad								
	Tiempo Total (horas, minutos y segundos)	2:36:30	0:09:16	0:18:36	0:00:00	0:00:00		3:04:22	
	Tiempo AV (horas, minutos y segundos)	2:36:30						2:36:30	
	Tiempo NV (horas, minutos y segundos)		0:09:16	0:18:36	0:00:00	0:00:00		0:27:52	
Leyenda		■ Se realiza entre 2 personas							

Figura 44. DAP SMED-Escenario 02-04

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

En la figura 45 y 46 se observa el DAP del operario N°2

Diagrama de Análisis del Proceso									
Proces De ensamble									
Método: Después de la prueba piloto									
Cambio de Herramienta: De medida 16x19 a 12x16									
N°	DESCRIPCION	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de Desperdicio	Tiempo en minutos y segundos	Tipo de actividad
0	Elementos almacenados					▼	Almacenaje	0:00:00	No agrega valor
1	Transportar elementos necesarios a mesa de ensamble		→				Transporte	0:03:51	No agrega valor
2	Traer herramientas necesarias		→				Transporte	0:00:45	No agrega valor
3	Quitar molde de discos 16x19	●						0:02:23	Agrega valor
4	Quitar troqueles 16x19	●						0:10:50	Agrega valor
5	Espera a operador A				■		Retraso	0:00:40	No agrega valor
6	Quitar piñones y discos 16x19	●						0:03:32	Agrega valor
7	Recepcionar discos 12x16	●						0:00:35	Agrega valor
8	Entregar discos 16x19	●						0:00:19	Agrega valor
9	Entregar molde de discos 16x19	●						0:00:14	Agrega valor
10	Entregar troqueles 16x19	●						0:01:04	Agrega valor
11	Colocar discos 12x16	●						0:07:08	Agrega valor
12	Traer herramienta		→				Transporte	0:00:30	No agrega valor
13	Colocar moldede discos 12x16	●						0:06:22	Agrega valor
14	Traslado a mesa de trabajo		→				Transporte	0:00:30	No agrega valor
15	Desarmar troqueles 16x19 para extraer agarradores	●						0:08:58	Agrega valor
16	Armar troqueles 12x16	●						0:11:30	Agrega valor

Figura 45. DAP SMED Escenario 02-05

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

N°	DESCRIPCION	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de Desperdicio	Tiempo en minutos y segundos	Tipo de actividad
17	Trasladar troqueles 12x16 a zona de trabajo		➔				Transporte	0:01:37	No agrega valor
18	Colocar troqueles 12x16	●						0:18:00	Agrega valor
19	Apoyo a extrusion	●						0:04:01	Agrega valor
20	Apoyo para pasar lamina guia	●						0:10:57	Agrega valor
21	colocar merma en bolsa de merma	●						0:17:53	Agrega valor
22	Corte de teflon	●						0:09:52	Agrega valor
23	Apoyo a extrusion	●						0:24:01	Agrega valor
24	Pegar carril	●						0:02:01	Agrega valor
25	Guardar elementos					▼	Almacenaje	0:04:58	No agrega valor
26	Apoyo a extrusion	●						0:31:51	Agrega valor
Resumen	Cantidad								
	Tiempo Total (horas, minutos y segundos)	2:51:31	0:07:13	0:00:00	0:00:40	0:04:58		3:04:22	
	Tiempo AV (horas, minutos y segundos)	2:51:31						2:51:31	
	Tiempo NV (horas, minutos y segundos)		0:07:13	0:00:00	0:00:40	0:04:58		0:12:51	
Leyenda		 Se realiza entre 2 personas El ayudante va como apoyo a extrusión							

Figura 46-SMED Escenario 02-06

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

En la figura 47 se puede observar al operario N°2 en ejecución.



Figura 47. SMED Operario A-B

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia

5.2. Análisis de Resultados

5.2.1. Resultados de 5'S

Se realizó una toma de tiempos de los retrasos por búsquedas de herramientas, bobinas y traslados después de haber realizado la prueba piloto. En la tabla 22 se observan los tiempos tomados.

Tabla 22. Tabla de tiempos después de 5'S

Nº de día	Retrasos por búsqueda de bobinas	Traslado de bobina a máquina	Retrasos por búsqueda de herramienta	Tiempo Total Antes
Día 1	00:00:55	00:04:52	00:04:31	00:10:18
Día 2	00:00:59	00:05:21	00:03:11	00:09:31
Día 3	00:01:10	00:06:42	00:03:43	00:11:35
Día 4	00:01:35	00:05:58	00:03:45	00:11:18
Día 5	00:01:09	00:06:49	00:04:01	00:11:59
Día 6	00:00:59	00:06:18	00:04:22	00:11:39
Día 7	00:01:21	00:06:32	00:04:28	00:12:21
Día 8	00:01:01	00:05:48	00:04:59	00:11:48
Día 9	00:01:03	00:05:56	00:04:57	00:11:56
Día 10	00:00:57	00:05:59	00:04:42	00:11:38
Día 11	00:00:51	00:06:01	00:03:57	00:10:49
Día 12	00:01:02	00:06:12	00:04:31	00:11:45
Día 13	00:00:56	00:04:52	00:03:43	00:09:31
Día 14	00:00:58	00:05:18	00:03:54	00:10:10
Día 15	00:01:21	00:04:59	00:03:58	00:10:18
Día 16	00:01:14	00:06:04	00:04:11	00:11:29
Día 17	00:01:17	00:06:12	00:03:52	00:11:21
Día 18	00:01:19	00:06:22	00:03:28	00:11:09
Día 19	00:01:12	00:05:29	00:04:41	00:11:22
Día 20	00:01:28	00:05:32	00:03:12	00:10:12
Total (hrs: min: seg)	0:22:47	1:57:16	1:22:06	3:42:09
Total (min)	22.78	117.27	80.05	220.10
Promedio (min: seg)	00:01:08	00:05:52	00:04:06	00:11:06
Promedio (min)	1.13	5.87	4.10	11.11

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia.

En la tabla 22 se muestra que el promedio de tiempos por retrasos de búsquedas de herramientas, bobinas y traslados de bobinas es de 11.11 minutos.

Con la información obtenida en la Tabla 22 se determinó si los datos tienen una distribución normal ($P > 0.05$) utilizando la Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (por contar con una muestra menor a 50 datos) en el Software Minitab.

Los resultados se muestran en la figura 48:

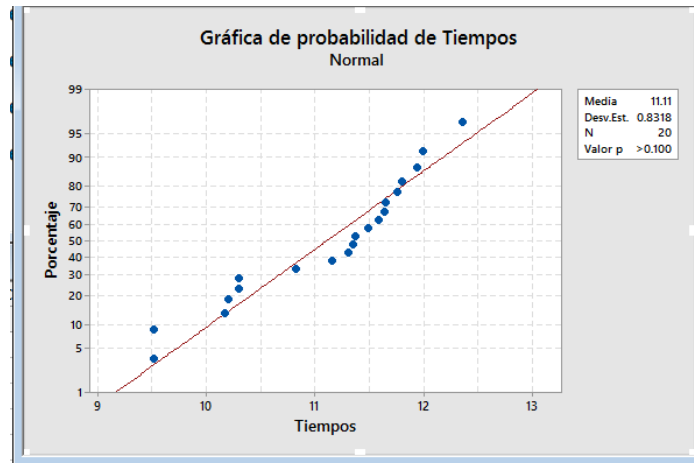


Figura 48. Prueba de Normalidad - variable tiempos después
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia.

En la tabla 23 se muestra la reducción de tiempos aplicando la metodología 5'S

Tabla 23. Comparación de tiempos 5'S

N° de día	Tiempo Total Antes (min)	Tiempo Total Después (min)
Día 1	28.25	10.30
Día 2	31.93	9.52
Día 3	30.32	11.58
Día 4	32.53	11.30
Día 5	32.12	11.98
Día 6	28.23	11.65
Día 7	31.08	12.35
Día 8	29.60	11.80
Día 9	28.53	11.93
Día 10	31.80	11.63
Día 11	34.75	10.82
Día 12	30.87	11.75
Día 13	28.73	9.52
Día 14	33.13	10.17
Día 15	30.93	10.30
Día 16	30.20	11.48
Día 17	30.52	11.35
Día 18	29.02	11.15
Día 19	32.43	11.37
Día 20	29.90	10.20
Total (min)	614.88	222.15
Promedio (min)	30.74	11.11

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 23, ha habido una reducción de tiempos promedio de 19.63 minutos por día. Es decir, ha habido una mejora de tiempos correspondiente al 63.87% en los tiempos de búsqueda de herramienta, de bobinas y traslado de bobinas.

5.2.1.1. Prueba de Hipótesis 1

Hipótesis específica 1

La aplicación de la metodología 5'S reduce los tiempos muertos por desorganización en el proceso de sellado del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.

Planteamiento de hipótesis 1:

- H₀: La aplicación de la metodología 5'S no reduce los tiempos muertos por desorganización en el proceso de sellado del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.
- H₁: La aplicación de la metodología 5'S reduce los tiempos muertos por desorganización en el proceso de sellado del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.

Para realizar esta prueba hemos utilizado la prueba t para tamaño de muestras independientes pequeñas (menores a 30) que viene incluido en software de MINITAB además los datos de la Tabla 23.

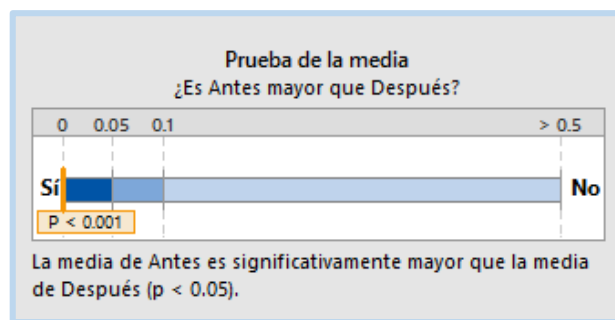


Figura 49. Prueba de Hipótesis 1-A
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia.

De la Figura 49 se puede observar que la media Antes de la mejora es mayor que Después en el nivel de significancia de 0.05, esto es debido a que el valor $p < 0.001$, por lo tanto < 0.05 . Luego podemos rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa que indica la reducción de los tiempos muertos por desorganización en el proceso de sellado del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.

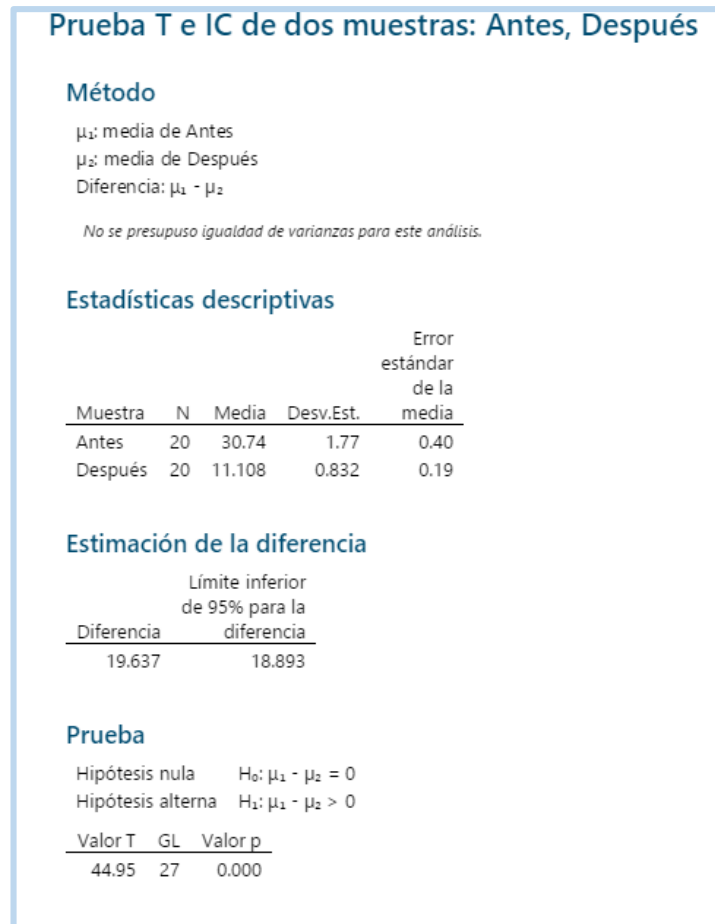


Figura 50. Prueba de Hipótesis 1-B
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia.

En la Figura 50 podemos observar el número de datos en este caso la muestra de 20 datos cada uno, la media de cada una de ellas, la desviación estándar y el valor de $p = 0.000$.

Comprobación de Hipótesis específica 1:

De la figura 49 y 50 se comprueba la hipótesis específica 1 que señala que la aplicación de la metodología 5'S reduce los tiempos muertos por desorganización en el proceso de sellado del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.

5.2.2. Resultados Poka Yoke

Se realizó una toma de tiempos de cambio de bobina después de haber realizado la prueba piloto. En la tabla 24 se observan los tiempos tomados.

Tabla 24. Tabla de tiempos después de Poka Yoke

N° de Día	Tiempo de cambio de bobina en minutos (después)
Día 1	14.11
Día 2	17.42
Día 3	15.23
Día 4	17.34
Día 5	16.69
Día 6	15.37
Día 7	18.23
Día 8	14.29
Día 9	15.25
Día 10	14.69
Día 11	16.47
Día 12	17.36
Día 13	16.27
Día 14	15.38
Día 15	14.27
Día 16	16.93
Día 17	15.83
Día 18	18.21
Día 19	15.31
Día 20	16.53
Total (min)	321.18
Promedio (min)	16.06

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración Propia.

En la tabla 24 se muestra que el promedio de tiempos por cambio de bobina es de 16.06 minutos.

Con la información obtenida en la Tabla 24 se determinó si los datos tienen una distribución normal ($P > 0.05$) utilizando la Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (por contar con una muestra menor a 50 datos) en el Software Minitab.

Los resultados se muestran en la figura 51:

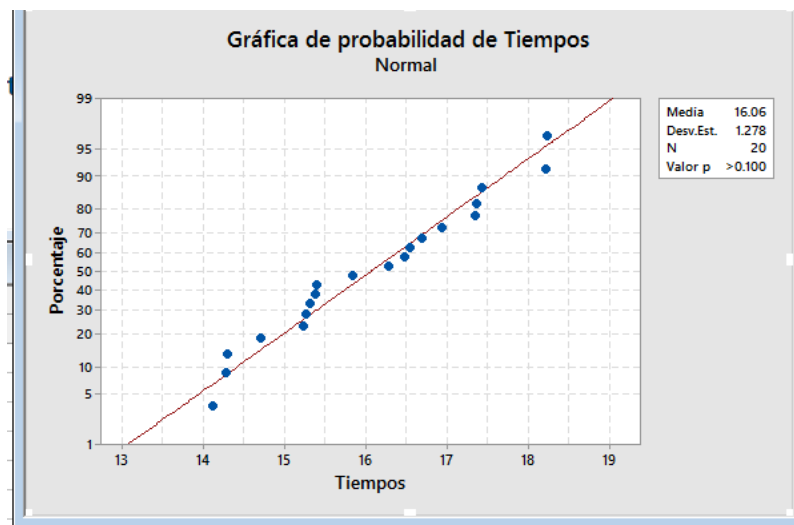


Figura 51. Prueba de Normalidad - variable tiempos – Después 2
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia.

La Figura 51 muestra que el valor de “p” es > 0.100 , por lo tanto, los datos tienen una distribución normal debido a que su valor “p” es mayor a 0.05.

En la tabla 25 se muestra una reducción de tiempos aplicando la metodología Poka Yoke.

Tabla 25. Reducción de tiempos aplicando Poka Yoke

N° de Día	Tiempo de cambio de bobina en minutos (antes)	Tiempo de cambio de bobina en minutos (después)
Día 1	35.14	14.11
Día 2	37.27	17.42
Día 3	38.56	15.23
Día 4	39.49	17.34
Día 5	36.46	16.69
Día 6	28.4	15.37
Día 7	37.38	18.23
Día 8	36.12	14.29
Día 9	34.33	15.25
Día 10	36.17	14.69
Día 11	34.38	16.47
Día 12	28.6	17.36
Día 13	33.37	16.27
Día 14	33.82	15.38
Día 15	35.75	14.27
Día 16	36.71	16.93
Día 17	29.5	15.83
Día 18	33.81	18.21
Día 19	33.2	15.31
Día 20	38.11	16.53
Total (min)	696.57	321.18
Promedio (min)	34.83	16.06

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 25, ha habido una reducción de tiempos promedio de 18.77 minutos por día. Es decir, ha habido una mejora de tiempos correspondiente al 53.89% en los tiempos de cambio de bobina.

5.2.2.1. Prueba de Hipótesis 2

Hipótesis específica 2

La aplicación de la metodología Poka Yoke reduce los tiempos muertos durante cambio de bobina en el proceso de sellado del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.

Planteamiento de hipótesis 2:

- H₀: La aplicación de la metodología Poka Yoke no reduce los tiempos muertos durante cambio de bobina en el proceso de sellado del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.
- H₁: La aplicación de la metodología Poka Yoke reduce los tiempos muertos durante cambio de bobina en el proceso de sellado del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.

Para realizar esta prueba hemos utilizado la prueba t para tamaño de muestras independientes pequeñas (menores a 30) que viene incluido en software de MINITAB además los datos de la Tabla 22.

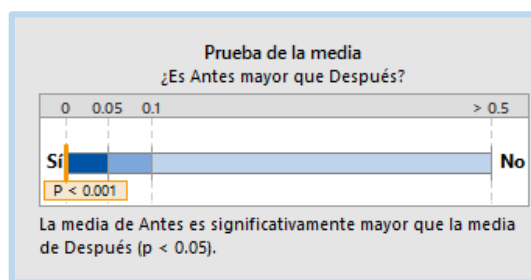


Figura 52. Prueba de Hipótesis 2-A
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia.

De la Figura 52 se puede observar que la media Antes de la mejora es mayor que Después en el nivel de significancia de 0.05, esto es debido a que el valor $p < 0.001$, por lo tanto < 0.05 . Luego podemos rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa que indica la reducción de los tiempos muertos durante cambio de bobina en el proceso de sellado del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.

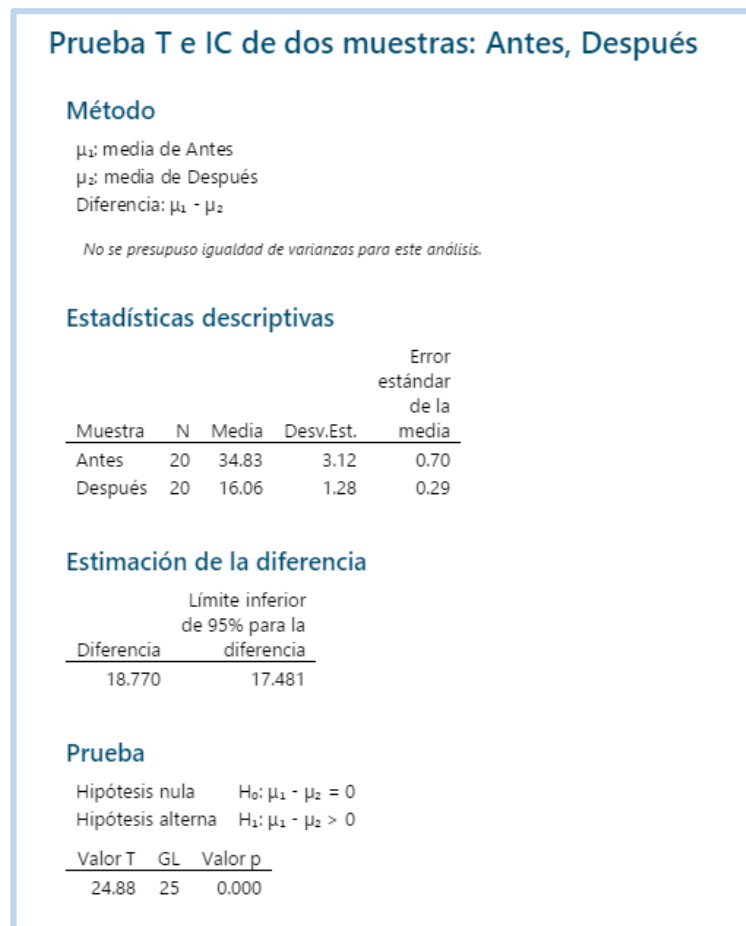


Figura 53. Prueba de Hipótesis 2-B
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia.

En la Figura 53 podemos observar el número de datos en este caso la muestra de 20 datos cada uno, la media de cada una de ellas, la desviación estándar y el valor de $p = 0.000$.

Comprobación de Hipótesis específica 2:

De la figura 52 y 53 se comprueba la hipótesis específica 2 que señala que la aplicación de la metodología Poka Yoke reduce los tiempos muertos durante cambio de bobina en el proceso de sellado del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.

5.2.3. Resultados de SMED

Se realizó una toma de tiempos de cambio de herramienta después de haber realizado la prueba piloto. En la tabla 26 se observan los tiempos tomados.

Tabla 26. Tabla de tiempos después de SMED

N° de cambio	Tiempo de cambio de herramienta (después) en hr: min: seg	Tiempo de cambio de herramienta (después) en minutos
Cambio 1	03:30:11	210.18
Cambio 2	03:18:23	198.38
Cambio 3	03:18:35	198.58
Cambio 4	03:15:18	195.30
Cambio 5	03:09:29	189.48
Cambio 6	03:14:45	194.75
Cambio 7	03:11:21	191.35
Cambio 8	03:02:19	182.32
Cambio 9	03:07:05	187.08
Cambio 10	03:04:24	184.40
Cambio 11	03:10:15	190.25
Cambio 12	03:10:25	190.42
Cambio 13	03:19:24	199.40
Cambio 14	03:07:46	187.77
Cambio 15	03:21:05	201.08
Cambio 16	03:11:21	191.35
Cambio 17	03:17:03	197.05
Cambio 18	03:19:21	199.35
Cambio 19	03:04:34	184.57
Cambio 20	03:05:32	185.53
Total	64:18:36	3858.6
Promedio	03:12:56	192.93

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia.

En la tabla 26 se muestra que el promedio de tiempos por cambio de bobina es de 192.93 minutos.

Con la información obtenida en la Tabla 26 se determinó si los datos tienen una distribución normal ($P > 0.05$) utilizando la Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (por contar con una muestra menor a 50 datos) en el Software Minitab.

Los resultados se muestran en la figura 54:

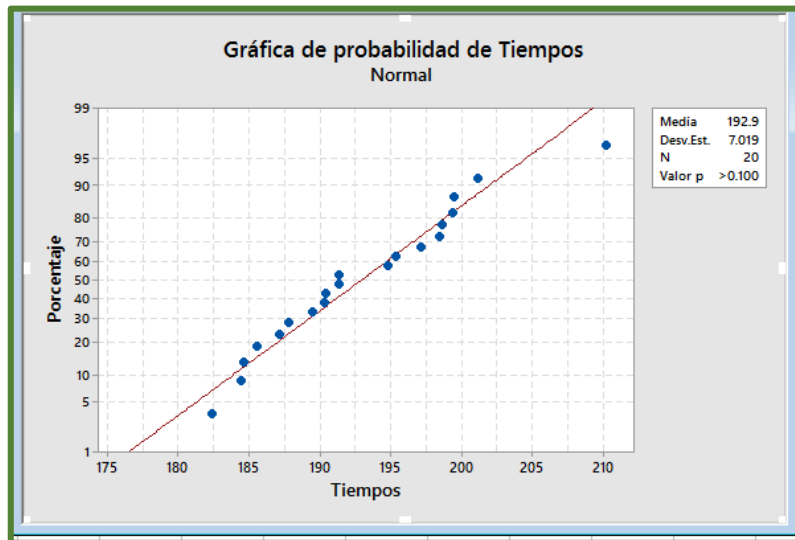


Figura 54. Prueba de Normalidad - variable tiempos después 3
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia.

La Figura 54 muestra que el valor de “p” es > 0.100 , por lo tanto, los datos tienen una distribución normal debido a que su valor “p” es mayor a 0.05.

En la tabla 27 se puede observar una reducción de tiempos aplicando la metodología SMED.

Tabla 27. Reducción de tiempos aplicando SMED

N° de cambio	Tiempo de cambio de herramienta (antes) en minutos	Tiempo de cambio de herramienta (después) en minutos
Cambio 1	344.30	210.18
Cambio 2	360.92	198.38
Cambio 3	409.05	198.58
Cambio 4	298.00	195.30
Cambio 5	290.22	189.48
Cambio 6	370.27	194.75
Cambio 7	308.63	191.35
Cambio 8	341.20	182.32
Cambio 9	381.30	187.08
Cambio 10	324.00	184.40
Cambio 11	314.00	190.25
Cambio 12	324.00	190.42
Cambio 13	374.00	199.40
Cambio 14	315.40	187.77
Cambio 15	365.25	201.08
Cambio 16	343.00	191.35
Cambio 17	355.00	197.05
Cambio 18	383.00	199.35
Cambio 19	345.00	184.57
Cambio 20	381.00	185.53
Total	6,927.53	3858.6
Promedio	346.38	192.93

Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 27, ha habido una reducción de tiempos promedio de 153.45 minutos por día. Es decir, ha habido una mejora de tiempos correspondiente al 44.30% en los tiempos de cambio de herramienta.

5.2.3.1. Prueba de Hipótesis 3

Hipótesis específica 3

La aplicación de la metodología SMED reduce los tiempos de cambio de herramienta en el proceso de sellado de bolsas del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.

Planteamiento de hipótesis 3:

H_0 : La aplicación de la metodología SMED no reduce los tiempos de cambio de herramienta en el proceso de sellado de bolsas del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.

H_1 : La aplicación de la metodología SMED reduce los tiempos de cambio de herramienta en el proceso de sellado de bolsas del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.

Para realizar esta prueba hemos utilizado la prueba t para tamaño de muestras independientes pequeñas (menores a 30) que viene incluido en software de MINITAB además los datos de la Tabla 27.

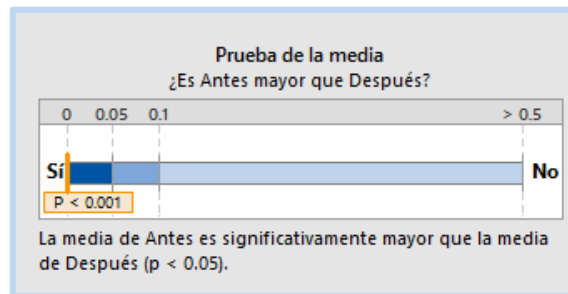


Figura 55. Prueba de Hipótesis 3-A
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia.

De la Figura 55 se puede observar que la media Antes de la mejora es mayor que Después en el nivel de significancia de 0.05, esto es debido a que el valor $p < 0.001$, por lo tanto < 0.05 . Luego podemos rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa que indica la reducción de los tiempos de cambio de herramienta en el proceso de sellado del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.

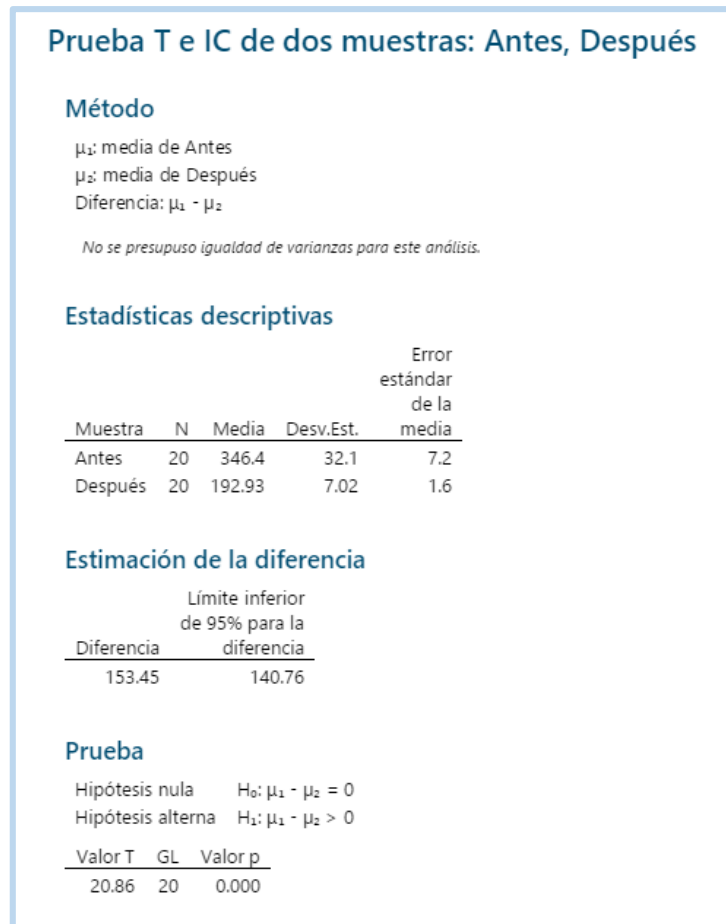


Figura 56. Prueba de Hipótesis 3-B
Fuente: Datos de la empresa. Elaboración propia.

En la Figura 56 podemos observar el número de datos en este caso la muestra de 20 datos cada uno, la media de cada una de ellas, la desviación estándar y el valor de $p = 0.000$.

Comprobación de Hipótesis específica 3:

De la figura 55 y 56 se comprueba la hipótesis específica 3 que señala que la aplicación de la metodología SMED reduce los tiempos de cambio de herramienta en el proceso de sellado de bolsas del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.

CONCLUSIONES

- 1) Aplicando la metodología Lean Manufacturing en el área de Flexibles, se logró mejorar la productividad del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables, mediante la reducción de tiempos muertos por desorganización, tiempos muertos por cambio de bobina y tiempos de cambio de herramienta.
- 2) Aplicando la metodología de las 5'S, se logró mejorar la productividad mediante una reducción de tiempos muertos por desorganización del 63.87%, reduciendo tiempos de búsqueda de herramientas, tiempos de búsqueda de bobinas, y traslados de bobina a máquina, aplicando mejores criterios de clasificación, liberando espacios, organizando y eliminando fuentes de suciedad.
- 3) Aplicando la metodología Poka Yoke, se logró un incremento en la productividad, mediante la reducción de tiempos durante el cambio de bobina en el proceso de sellado del 53.89%, mediante la identificación visual de los tucos y la aplicación de un dispositivo Poka Yoke que identificaba las bobinas con tuco contraído.
- 4) Aplicando la metodología SMED, se logró un incremento en la productividad mediante la reducción de tiempos de cambio de herramienta en el proceso de sellado del 44.30%, mediante la incorporación de un ayudante más en el proceso y su capacitación correspondiente, así como la identificación y reducción de las actividades que no agregan valor al producto.

RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda continuar con la implementación de Lean Manufacturing en el área de Flexibles para continuar mejorando la productividad del área elaborando manuales de procedimientos para cada puesto y formatos de control de procesos.
- 2) Se recomienda implementar la metodología 5'S en las demás zonas del área de Flexibles, empezando por las zonas de peletizado y materia prima, ya que después de la zona piloto, son las que presentan una mayor desorganización debido al volumen de material que se concentran en dichas zonas.
- 3) Se recomienda elaborar un registro de incidencias de los tucos que se contraen, para tener una trazabilidad del personal y recursos utilizados en el proceso y de esta manera identificar errores incurridos en los procesos.
- 4) Se recomienda mantener dos personas para el cambio de herramienta, y seguir capacitando al ayudante en cada una de las actividades para mejorar su técnica y destreza. Así como tener un registro de tiempos de inicio y fin de cambio de herramienta para tener un control sobre el tiempo empleado.

BIBLIOGRAFIA

- Alarcón, A. (2017). *La reducción de costos de producción mediante las herramientas de Lean Manufacturing (Tesis de pregrado)*. Universidad de la Salle, Bogota, Colombia.
- Araníbar, M. (2016). *Aplicacion de Lean Manufacturing para la mejora de la Productividad (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Peru.
- Arias, N. (2016). *Analizar que Herramientas de Lean Manufacturing emplea en su productividad la empresa TRADING QUALITY F e H.S.R.L de la Ciudad Juliaca (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional del Altiplano, Lima, Peru.
- Baca, G., & Cruz, M. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Ciudad de México, México: Patria.
- Córdoba, E., & Rodriguez, K. (2014). *Diseñar un modelo de gestión basado en el enfoque de LEAN MANUFACTURING para la empresa Fibro Acero S.A. (Tesis de pregrado)*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Correa, K., & Huamán, Z. (2016). *Propuesta de implementacion de las herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad en el proceso de produccion de panela organica de la empresa Agroindustrias Centurion S.R.L (Tesis de pregrado)*. Universidad Privada del Norte, Lima, Peru.
- Cubillos, L., & Ruiz, L. (2017). *Propuesta de mejora para el proceso productivo de la empresa prefabricar lavaeros S.A.S mediante el uso de la metodología Lean Manufacturing (Tesis de pregrado)*. Universidad de la Salle, Bogota, Colombia.
- Díaz, A., & Luna, A. (2014). *Metodología de la Investigación Educativa*. Ciudad de México, México: Díaz de Santos.
- Eliyahum, M. (2014). *La Meta, un proceso de mejora continua*. Mexico: Granica S.A.
- Gómez, M. (2014). *Lean Manufacturing. Como eliminar desperdicios e incrementar ganancias*. Estados Unidos: Editorial Imagen.
- Guerrero, D., & Guadrón, M. (2014). *Mejoras en el proceso productivo de la empresa Grupo Quiromar S.A.S. a partir de las herramientas propuestas por la filosofía de Lean Manufacturing (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de Colombia, Barranquilla, Colombia.
- Guerrero, J. (2016). *Lean es Lean*. Madrid, España: Independent Publishing Platform.

- Hualla, R., & Cárdenas, C. (2017). *Mejora de Procesos en el Area de Mezclado y Molienda en una empresa manufacturera de tubosistema PVC y PEAD aplicando herramientas de calidad y Lean Manufacturing (Tesis de pregrado)*. Universidad Pontificia Católica del Perú, Lima, Perú.
- Kuldip Singh Sangwan, J. (2014). Lean Manufacturing: Literature Review and Research Issues. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol 34.
- Liker, J. (2016). *The Toyota Way to Service Excellence: Lean Transformation in Service Organizations*. Londres, Reino Unido: Springer.
- Liker, J. (2018). *La claves del exito de Toyota*. Colombia: Planeta Colombia S.A.S.
- Martínez, C. (2014). *Técnicas e instrumentos de recogida y análisis de datos*. Madrid, España: UNED.
- Muñoz, C. (2015). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México, México: Oxford.
- Ñaupas, H., & Mejía, E. (2014). *Metodología de la Investigación*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Pérez, R. (2018). *5'S Kaizen Guía de Implementación, creando las bases de una empresa que mejora continuamente para ser más competitiva*. Lima, Perú: Edición: Director General de Innovación, Tecnología, Digitalización y Formalización.
- Polanco, F., & Ore, K. (2017). *Mejora del Proceso de Producción de Harina usada como materia prima para alimento balanceado de mascotas aplicando la metodología de Lean Manufacturing (Tesis de pregrado)*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Ramos, J. (2018). *SMED - Implementación Integral del sistema*. Estados Unidos: Amazon Digital Services LLC- kdp Print Us.
- Socconini, L. (2017). *Lean Manufacturing paso a paso*. Mexico: Pandora Impresores.
- Umba, N., & Duarte, J. (2017). *Propuesta para implementar Herramientas Lean Manufacturing para la reducción del tiempo de ciclo en la fábrica de almojanas el goloso (Tesis de pregrado)*. Universidad de la Salle, Bogota, Colombia.
- Velásquez, J. (21 de Mayo de 2018). *5'S Kaizen*. Obtenido de <http://jvelasquezc.com/5'S.html>
- Villaseñor, A., & Galindo, E. (2016). *Conceptos y Reglas de Lean Manufacturing*. Mexico: Limusa S.A.
- Wockman, J. y Jones, D, & Ross, D. (2017). *La máquina que cambió el mundo*. Barcelona, España: Bresca.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de Consistencia

TÍTULO DE INVESTIGACIÓN					
PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL AREA DE FLEXIBLES DE UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE PRODUCTOS DESCARTABLES MEDIANTE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA PRINCIPAL: ¿En qué medida la aplicación de la metodología Lean Manufacturing mejora la productividad del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?</p>	<p>OBJETIVO PRINCIPAL: Cuantificar la mejora de la productividad del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables aplicando la metodología Lean Manufacturing</p>	<p>HIPÓTESIS PRINCIPAL: La aplicación de la metodología Lean Manufacturing mejora la productividad del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables</p>	<p>Independiente: - Lean Manufacturing</p> <p>Dependiente: - Productividad</p>	<p>Dimensiones: - 5'S, Poka Yoke, SMED - Tiempos por desorganización, tiempos por cambio de bobina, tiempos de cambio de herramienta.</p>	<p>- Tipo y Nivel: explicativa / descriptiva correlacional.</p> <p>- Diseño de investigación: cuasiexperimental.</p>
<p>PROBLEMA ESPECÍFICO 1: En qué medida la aplicación de la metodología 5'S reduce los tiempos muertos por desorganización en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?</p>	<p>OBJETIVO ESPECÍFICO 1: Reducir los tiempos muertos por desorganización en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables aplicando la metodología 5'S</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1: La aplicación de la metodología 5'S reduce los tiempos muertos por desorganización en el proceso de sellado del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.</p>	<p>Independiente: - Metodología 5'S</p> <p>Dependiente: - Tiempos muertos por desorganización</p>	<p>Dimensiones: - Clasificación, organización, limpieza, estandarización, disciplina - Tiempos, merma, bobina, materia prima.</p> <p>Indicador: I1 = Tiempo por desorganización actual / tiempos de desorganización mejorado</p>	<p>- Población: Producción del área de Flexibles de una empresa de manufactura de productos plásticos descartables producidos en el periodo 2018 – 2019.</p> <p>-Muestras: Producción de bolsas tipo asa en la selladora camiseta en el área de Flexibles de una empresa de manufactura de productos plásticos descartables comprendido desde octubre 2018 hasta setiembre 2019</p>
<p>PROBLEMA ESPECÍFICO 2: ¿En qué medida la aplicación de la metodología Poka Yoke reduce los tiempos muertos durante el cambio de bobina en el proceso de sellado del área de flexibles del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?</p>	<p>OBJETIVO ESPECÍFICO 2: Reducir los tiempos muertos durante el cambio de bobina en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables aplicando la metodología Poka Yoke</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2: La aplicación de la metodología Poka Yoke reduce los tiempos durante el cambio de bobina en el proceso de sellado de bobinas del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.</p>	<p>Independiente: - Metodología Poka Yoke</p> <p>Dependiente: - Tiempos muertos durante cambio de bobina</p>	<p>Dimensiones: - Identificación de tucos, dispositivo Poka Yoke. - Tiempos, tucos, merma, bobina.</p> <p>Indicador: I2 = Tiempo de cambio de bobina actual / tiempo mejorado de cambio de bobina</p>	<p>Técnica de Recolección de Datos: Para la información se procederá a recoger información mediante observación directa y revisión de los partes de producción del proceso de sellado.</p> <p>Técnicas para el procesamiento de datos: Para la presente investigación se utilizó el programa MS Excel. También se utilizó el programa de análisis estadístico Minitab para la prueba de normalidad de cada muestra, y las pruebas de hipótesis. Además, se utilizaron las herramientas de calidad como el diagrama de Pareto, ishikawa,</p>
<p>PROBLEMA ESPECÍFICO 3: ¿En qué medida la aplicación de la metodología SMED reduce los tiempos de cambio de herramienta en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?</p>	<p>OBJETIVO ESPECÍFICO 3: Reducir los tiempos de cambio de herramienta en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables aplicando la metodología SMED</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3: La aplicación de la metodología SMED reduce los tiempos de cambio de herramienta en el proceso de sellado de bolsas del área de Flexibles de una empresa manufacturera de plásticos descartables.</p>	<p>Independiente: - Metodología SMED</p> <p>Dependiente: -Tiempos durante cambio de herramienta</p>	<p>Dimensiones: - Identificación de actividades internas, identificación de actividades externas. - Tiempos, herramientas, personal.</p> <p>Indicador: I3 = Tiempo de cambio de herramienta actual / tiempo mejorado de cambio de herramienta</p>	

Anexo 02: Tabla de Operacionalización de variables independientes

PROBLEMA	TIPO	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR
¿En qué medida la aplicación de la metodología Lean Manufacturing mejora la productividad en el área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Lean Manufacturing	5'S, Poka Yoke, SMED.	SI
¿En qué medida la aplicación de la metodología 5'S reduce los tiempos muertos por desorganización en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Metodología 5'S	Clasificación, organización, limpieza, estandarización, disciplina.	-
¿En qué medida la aplicación de la metodología Poka Yoke reduce los tiempos muertos durante el cambio de bobina en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Metodología Poka Yoke	Identificación de tucos, dispositivo Poka Yoke.	-
¿En qué medida la aplicación de la metodología SMED reduce los tiempos de cambio de herramienta en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Metodología SMED	Identificación de actividades internas, identificación de actividades externas.	-

Anexo 03: Tabla de Operacionalización de variables dependientes

PROBLEMA	TIPO	VARIABLE	DIMENSION	INDICADOR
¿En qué medida la aplicación de la metodología Lean Manufacturing mejora la productividad en el área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE DEPENDIENTE	Productividad	Tiempos por desorganización, tiempos por cambio de bobina, tiempos de cambio de herramienta.	SI
¿En qué medida la aplicación de la metodología 5S reduce los tiempos muertos por desorganización en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE DEPENDIENTE	Tiempos muertos por desorganización	Tiempos, merma, bobina, materia prima.	I1 = Tiempo por desorganización actual / tiempos de desorganización mejorado
¿En qué medida la aplicación de la metodología Poka Yoke reduce los tiempos muertos durante el cambio de bobina en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE DEPENDIENTE	Tiempos muertos durante cambio de bobina	Tiempos, tucos, merma, bobina.	I2 = Tiempo de cambio de bobina actual / tiempo mejorado de cambio de bobina
¿En qué medida la aplicación de la metodología SMED reduce los tiempos de cambio de herramienta en el proceso de sellado del área de Flexibles en una empresa manufacturera de plásticos descartables?	VARIABLE DEPENDIENTE	Tiempos durante cambio de herramienta	Tiempos, herramientas, personal.	I3 = Tiempo de cambio de herramienta actual / tiempo mejorado de cambio de herramienta

Anexo 04: Registro de Producción de Sellado - Flexibles

ÁREA:		FLEXIBLES			REGISTRO DIARIO DE PRODUCCIÓN		VERSIÓN:		INFORMACIÓN	
FUNCIÓN:		REGISTRO DIARIO DE PRODUCCIÓN DE SELLADORAS			02		FÓRMULAS		INGRESO DATOS	
ENCARGADO:		MÁQUINA:			FS01		Sell. HSC 1100 EC II - Hece			
FECHA:		TURNO :			D					
CÓDIGO PRODUCTO	PRODUCTO	CÓDIGO BOBINA	PESO (KG)	¿Se terminó BOBINA?	PESO DE BOBINA PROCESADA	H. INICIO	H. FIN	T.PROD	CANT. MILLARES	CANT. UNIDADES
O80102	BOLSA ASA 16" x 19" BLANCO	FE0207-050	418.80 kg	SI	Mismo peso 418.8 kg	08:10 a.m.	12:00 p.m.	3:50	80	
O80102	BOLSA ASA 16" x 19" BLANCO	FE0207-051	449.70 kg	SI	Mismo peso 449.7 kg	12:50 p.m.	04:20 p.m.	3:30	85	
O80102	BOLSA ASA 16" x 19" BLANCO	FE0207-052	416.00 kg	SI	Mismo peso 416.0 kg	04:20 p.m.	07:50 p.m.	3:30	80	
///	///		///		///			///		
///	///		///		///			///		
///	///		///		///			///		
///	///		///		///			///		
///	///		///		///			///		
///	///		///		///			///		
///	///		///		///			///		
///	///		///		///			///		
REPROCESOS DEL TURNO - MERMA		PRODUCCIÓN TOTAL						PESO PROM x MILLAR	PESO x UNIDAD	
TIPO DE MATERIAL	PESO KG.	PROCESO	PESO BOBINAS TOTALES (KG)					4.39 kg / M		
MERMA HDPE BLANCO	65	REGULACIÓN	MILLARES TOTALES							
MERMA HDPE BLANCO	145	TROQUELADO	UNIDADES TOTALES					Eficiencia	83.7%	
Observación			PESO PRODUCIDO TOTAL (KG)							
Se hizo cambio de teflón			1074.5 kg							
mes:										

Anexo 05: Formato de Producción de Producto terminado

		ÁREA:		FLEXIBLES			VERSIÓN:	
		FUNCIÓN:		REGISTRO DIARIO DE PRODUCCIÓN			02	
REGISTRO DIARIO DE PRODUCCIÓN DE SELLADORAS								
ENCARGADO:				MÁQUINA:				
FECHA:				TURNO :				
PRODUCTO "Ancho x Largo" - pulg	COD. BOBINA	PESO BOBINA (KG)	¿SE TERMINÓ BOBINA ?	H. INICIO	H.FIN	CANT. FARDOS	CANT. MILLARES	
REPROCESOS DEL TURNO - MERMA				PRODUCCIÓN TOTAL				
TIPO DE MATERIAL		PESO KG.		PESO (KG)				
				MILLARES				
Observaciones:								
*Si no se termina de sellar totalmente una bobina, hacer el cálculo del peso restante para el siguiente turno								
		ÁREA:		FLEXIBLES			VERSIÓN:	
		FUNCIÓN:		REGISTRO DIARIO DE PRODUCCIÓN			01	
REGISTRO DIARIO DE PRODUCCIÓN DE SELLADORAS								
ENCARGADO:				MÁQUINA:				
FECHA:				TURNO :				
PRODUCTO "Ancho x Largo" - pulg	COD. BOBINA	PESO BOBINA (KG)	¿SE TERMINÓ BOBINA ?	H. INICIO	H.FIN	CANT. FARDOS	CANT. MILLARES	
REPROCESOS DEL TURNO - MERMA				PRODUCCIÓN TOTAL				
TIPO DE MATERIAL		PESO KG.		PESO (KG)				
				MILLARES				
Observaciones:								
MAQUINA: FS01=Hece 1100 ec II; FS02= Polimaquina; FS03=Rollomatic, FS04= Hece 1100								

Anexo 06: Registro diario de producción - Administración

ÁREA:		FLEXIBLES		CÓDIGO:	VERSIÓN:
FUNCIÓN:		PRODUCCIÓN DIARIA		-	01
REGISTRO DIARIO DE PRODUCCIÓN - ADMINISTRACIÓN					
Encargado:					
FECHA:			TURNO :		
MÁQUINA	PRODUCTO :	CANT. FARDOS	CANT. MILLARES	PESO KG.	
Observaciones:					
MAQUINA: FS01=Hece 1100 ec II; FS02= Polimaquina; FS03=Rollomatic, FS04= Hece 1100					

ÁREA:		FLEXIBLES		CÓDIGO:	VERSIÓN:
FUNCIÓN:		PRODUCCIÓN DIARIA		-	01
REGISTRO DIARIO DE PRODUCCIÓN - ADMINISTRACIÓN					
Encargado:					
FECHA:			TURNO :		
MÁQUINA	PRODUCTO :	CANT. FARDOS	CANT. MILLARES	PESO KG.	
Observaciones:					
MAQUINA: FS01=Hece 1100 ec II; FS02= Polimaquina; FS03=Rollomatic, FS04= Hece 1100					

TARJETA ROJA			
Clasificación	1. Material		6. Elemento de manipuleo
	2. Herramienta		7. Producto en Proceso
	3. Molde		8. Producto Terminado
	4. Mueble		9. Material o Producto defectuoso
	5. Máquina		10.
Nombre del Objeto			
Cantidad			
Razón			
Departamento responsable			
Medidas	1. Venderlo		
	2. Donarlo		
	3. Desecharlo		
Fecha de colocado de tarjeta roja	Fecha Limite de descarte		
Colocado por			

Anexo 08: Lista de Responsables por estación de trabajo

LISTA DE RESPONSABLE POR ESTACION DE TRABAJO O MAQUINA			
Zona de Trabajo	ASIGNADO A	FECHA	MAQUINA
Zona de Montaje de Bobinas.	Maquinista 01		HECE HSC 1100 EC-II.
Zona de Sello continuo.	Maquinista 01		HECE HSC 1100 EC-II.
Zona de Fuelle y Guiador.	Maquinista 01		HECE HSC 1100 EC-II.
Zona de Quemador y Pinzas.	Operario 01		HECE HSC 1100 EC-II.
Zona de Troquelado.	Operario 02		HECE HSC 1100 EC-II.
Zona de Empaque	Operario 01		HECE HSC 1100 EC-II.
Zona de Empaque	Operario 02		HECE HSC 1100 EC-II.
Zona de Producto Terminado	Operario 01		HECE HSC 1100 EC-II.

Anexo 09: Formato de Limpieza N°1

FORMATO DE LIMPIEZA N° 1					
FECHA :					
INSTRUMENTO DE LIMPIEZA	ESTADO	ZONA	REONSABLE	FECHA	OBSERVACIONES
ESCOBA	REGULAR	SELLADO			
RECOGEDOR	REGULAR	SELLADO			
GUANTE DE LIMPIEZA	REGULAR	SELLADO			
TRAPOS	REGULAR	SELLADO			
OTROS	REGULAR	SELLADO			

Anexo 10: Formato de Limpieza N°2

FORMATO DE LIMPIEZA N° 2					
FECHA :					
INSTRUMENTO DE LIMPIEZA	ESTADO	ZONA	REONSABLE	FECHA	OBSERVACIONES
ESCOBA	REGULAR	SELLADO			
RECOGEDOR	REGULAR	SELLADO			
GUANTE DE LIMPIEZA	REGULAR	SELLADO			
TRAPOS	REGULAR	SELLADO			
OTROS	REGULAR	SELLADO			