



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

**METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING EN LOS PROCESOS
PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA CONFECCIONES DEPORTIVAS
PISCIS**

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la
obtención del título de Ingeniero Industrial

ÁREA: Producción y operaciones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, materiales y producción

AUTOR: Kevin Stalin Santiana Navarrete

TUTOR: Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero, Mg

Ambato - Ecuador

febrero – 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: **METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA CONFECCIONES DEPORTIVAS PISCIS**, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el/la señor Kevin Stalin Santiana Navarrete, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

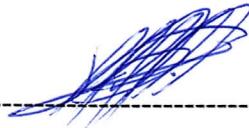
Ambato, febrero 2024

Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero, Mg
TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA CONFECCIONES DEPORTIVAS PISCIS es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, febrero 2024



Kevin Stalin Santiana Navarrete

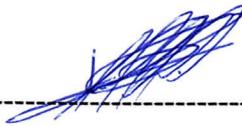
C.C. 1805808126

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, febrero 2024



Kevin Stalin Santiana Navarrete

C.C. 1805808126

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el/la señor Kevin Stalin Santiana Navarrete, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA CONFECCIONES DEPORTIVAS PISCIS, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, febrero 2024

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Christian Ortiz Sailema, Mg

PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Edith Tubón Núñez, Mg.

PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Con gratitud y humildad, dedico este proyecto de investigación a Dios, por la salud y sabiduría que me ha otorgado, permitiéndome superar los obstáculos y alcanzar mis objetivos.

A mis padres, Baltazar y María, les dedico este logro en reconocimiento a su apoyo incondicional y sacrificio a lo largo de este proceso académico.

A mi hermana, Diana, por su respaldo y confianza inquebrantable, además de ser un ejemplo inspirador de superación y bondad.

A todas las personas que han contribuido con su apoyo a lo largo de este camino, reconozco que su respaldo ha sido fundamental en este proyecto.

Kevin Stalin Santiana Navarrete

AGRADECIMIENTO

Agradezco A Dios por su sabiduría divina que me ha guiado en cada paso de este camino, impulsando mi mejora constante.

A mis padres, Baltazar y María, por su sacrificio, amor incondicional y apoyo inquebrantable que son fuentes inagotables de inspiración para mí.

A mi querida hermana, Diana, por ser mi compañera en risas y desafíos, Su constante aliento y comprensión han enriquecido de manera significativa este viaje.

Al Sr. Luis Santiana, gerente de la empresa Confecciones Deportivas Piscis y a su personal, les agradezco infinitamente por su colaboración en el desarrollo del proyecto.

A la Ing. Daysi Ortiz, por su orientación, paciencia y dedicación incansable. Su experiencia y guía han sido elementos fundamentales para mi desarrollo académico y culminación exitosa de este proyecto.

A Thalía, mi constante apoyo en cada paso, le agradezco por enseñarme a sonreír incluso en los momentos más difíciles.

A todos ustedes, mi sincero agradecimiento por formar parte esencial de mi vida cotidiana y académica.

Kevin Stalin Santiana Navarrete

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

| | |
|---|--------------|
| PORTADA | i |
| APROBACIÓN DEL TUTOR | ii |
| AUTORÍA | iii |
| DERECHOS DE AUTOR | iv |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO | v |
| DEDICATORIA | vi |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS | xii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xviii |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xx |
| RESUMEN EJECUTIVO | xxi |
| ABSTRACT | xxii |
| CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO | 1 |
| 1.1 Tema de investigación | 1 |
| 1.1.1 Planteamiento del problema | 1 |
| 1.2 Antecedentes investigativos | 3 |
| 1.3 Fundamentación teórica | 5 |

| | |
|--|-----------|
| 1.3.1 Lean Manufacturing | 5 |
| 1.3.2 Desperdicios de Lean Manufacturing | 6 |
| 1.3.3 Herramientas de Lean Manufacturing | 7 |
| 1.3.4 Proceso | 24 |
| 1.3.5 Producción..... | 24 |
| 1.3.6 Estudio de tiempos | 25 |
| 1.4 Objetivos | 30 |
| 1.4.1 Objetivo general..... | 30 |
| 1.4.2 Objetivos específicos | 30 |
| CAPÍTULO II. METODOLOGÍA | 31 |
| 2.1 Materiales..... | 31 |
| 2.2 Métodos..... | 32 |
| 2.2.1 Modalidad de la investigación | 32 |
| 2.2.2 Población y muestra | 33 |
| 2.2.3 Recolección de información..... | 34 |
| 2.2.4 Procesamiento y análisis de datos | 35 |
| CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 36 |
| 3.1 Historia de la empresa..... | 36 |
| 3.2 Datos empresariales | 36 |
| 3.3 Política empresarial | 37 |
| 3.4 Organigrama estructural..... | 38 |

| | |
|---|----|
| 3.5 Productos ofertados por la empresa | 39 |
| 3.6 Producto de mayor rentabilidad | 41 |
| 3.7 Áreas de la empresa | 43 |
| 3.8 Cursograma analítico | 44 |
| 3.9 Estudio de tiempos | 49 |
| 3.9.1 Número de mediciones..... | 49 |
| 3.9.2 Factor de desempeño..... | 50 |
| 3.9.3 Tiempo normal..... | 52 |
| 3.9.4 Suplementos | 52 |
| 3.9.5 Tiempos estándar | 54 |
| 3.9.6 Frecuencia | 54 |
| 3.9.7 Tiempo homologado | 55 |
| 3.10 Capacidad de producción actual..... | 58 |
| 3.11 VSM para la fabricación del conjunto (actual) | 61 |
| 3.11.1 Cálculo del nivel de inventario | 61 |
| 3.12 Definición los problemas presentes en el proceso productivo. | 67 |
| 3.13 Cuantificación de los desperdicios generados..... | 75 |
| 3.13.1 Defectos..... | 75 |
| 3.13.2 Sobre producción | 77 |
| 3.13.3 Tiempos de espera..... | 81 |
| 3.14 Priorización de los problemas encontrados, según su frecuencia | 83 |

| | |
|--|------------|
| 3.14.1 Defectos..... | 83 |
| 3.14.2 Sobre producción | 85 |
| 3.14.3 Tiempo de espera | 86 |
| 3.15 Selección de las herramientas del Lean Manufacturing..... | 88 |
| 3.15.1 Análisis de las herramientas seleccionadas..... | 89 |
| 3.16 VSM propuesto | 90 |
| 3.17 Herramienta JIDOKA para eliminar los desperdicios de defectos de producción..... | 96 |
| 3.18 Herramienta Total Productive Maintenance (TPM) para eliminar los desperdicios de defectos y tiempos de esperas | 105 |
| 3.19 Herramienta Kaizen para eliminar y reducir los desperdicios de la sobreproducción | 120 |
| 3.20 Herramienta 5'S para reducir o eliminar los desperdicios de defectos y sobreproducción | 130 |
| CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 151 |
| 4.1 Conclusiones | 151 |
| 4.2 Recomendaciones..... | 153 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 154 |
| ANEXOS | 163 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Desperdicios en Lean Manufacturing | 6 |
| Tabla 2. Pasos para realizar un diagrama de flujo | 10 |
| Tabla 3. Simbología de un cursograma analítico | 11 |
| Tabla 4. Ventajas y aspectos positivos de un cursograma analítico | 12 |
| Tabla 5. Simbología de un VSM..... | 14 |
| Tabla 6. Etapa de las 5S | 15 |
| Tabla 7. Pasos para implementar las 5S..... | 15 |
| Tabla 8. Ventajas y aspectos positivos de las 5S | 16 |
| Tabla 9. Pasos para implementar el SMED | 17 |
| Tabla 10. Pasos para implementar TPM | 18 |
| Tabla 11. Pasos para implantar KANBAN | 19 |
| Tabla 12. Pasos para implementar KPI's | 20 |
| Tabla 13. Pasos para implementar el OEE..... | 22 |
| Tabla 14. Pasos para implementar la gestión visual | 23 |
| Tabla 15. Número de observaciones por el Método General Electric | 26 |
| Tabla 16. Factor de desempeño..... | 26 |
| Tabla 17. Suplementos según la OIT | 28 |
| Tabla 18. Materiales Utilizados | 31 |
| Tabla 19. Población y muestra | 34 |
| Tabla 20. Técnicas y herramientas..... | 34 |

| | |
|---|----|
| Tabla 21: Datos empresariales | 36 |
| Tabla 22: Productos empresa Confecciones Deportivas PISCIS | 40 |
| Tabla 23: Unidades vendidas | 41 |
| Tabla 24. Proceso productivo de los productos | 42 |
| Tabla 25. Áreas de la empresa | 43 |
| Tabla 26. Cursograma analítico para la fabricación de camisetas | 45 |
| Tabla 27. Cursograma analítico para la fabricación de chompas..... | 46 |
| Tabla 28. Cursograma analítico para la fabricación de pantalones..... | 47 |
| Tabla 29. Cursograma analítico para la fabricación de pantalonetas..... | 48 |
| Tabla 30. Mediciones preliminares | 50 |
| Tabla 31. Justificación del factor de desempeño | 51 |
| Tabla 32. Factor de desempeño para la fabricación de camisetas..... | 51 |
| Tabla 33. Cálculo del tiempo normal | 52 |
| Tabla 34. Suplementos para la fabricación de camisetas..... | 53 |
| Tabla 35. Cálculo del tiempo estándar | 54 |
| Tabla 36. Frecuencia de camisetas..... | 55 |
| Tabla 37. Cálculo del tiempo homologado | 55 |
| Tabla 38. Resumen del estudio de tiempos | 56 |
| Tabla 39. Cálculo para la capacidad de producción..... | 59 |
| Tabla 40. Nivel de inventario..... | 61 |
| Tabla 41. Unidades fabricadas en exceso | 66 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 42. Desperdicios encontrados en la empresa | 68 |
| Tabla 43. Desperdicios críticos en el proceso productivo..... | 72 |
| Tabla 44. Productos defectuosos..... | 74 |
| Tabla 45. Cuantificación de defectos | 75 |
| Tabla 46. Origen de las fallas..... | 76 |
| Tabla 47. Cuantificación de la sobre producción..... | 78 |
| Tabla 48. Precio total de cada producto del conjunto deportivo..... | 80 |
| Tabla 49. Costo de sobre producción..... | 80 |
| Tabla 50. Cuantificación de tiempos de espera..... | 81 |
| Tabla 51. Frecuencia de las fallas encontradas en defectos | 83 |
| Tabla 52. Frecuencia de las fallas encontradas en sobre producción..... | 85 |
| Tabla 53. Frecuencia de las fallas encontradas en los tiempos de espera | 86 |
| Tabla 54. Selección de la herramienta | 88 |
| Tabla 55. Análisis de las herramientas seleccionadas..... | 89 |
| Tabla 56. Frecuencia de las fallas, mes de octubre | 96 |
| Tabla 57. Número de verificaciones | 99 |
| Tabla 58. Responsabilidades de las diferentes áreas..... | 100 |
| Tabla 59. Cuantificación de las fallas raíces | 101 |
| Tabla 60. Formato para documentar las fallas | 103 |
| Tabla 61. Registro de la falla | 103 |
| Tabla 62. Formato de plan de acción | 104 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 63. Plan de acción para eliminar los defectos | 104 |
| Tabla 64. Tiempo de espera presentes en el proceso productivo..... | 105 |
| Tabla 65. Tiempo total de las esperas | 107 |
| Tabla 66. Cálculo del índice de disponibilidad | 107 |
| Tabla 67. Cálculo del índice de rendimiento | 107 |
| Tabla 68. Cálculo del índice de calidad | 108 |
| Tabla 69. Clasificación del índice OEE | 109 |
| Tabla 70. Lista de verificación para la máquina de coser | 111 |
| Tabla 71. Lista de verificación para la máquina de bordar | 112 |
| Tabla 72. Lista de verificación para la máquina de cortar | 112 |
| Tabla 73. Presupuesto anual para el mantenimiento autónomo..... | 113 |
| Tabla 74. Presupuesto para la máquina de coser..... | 114 |
| Tabla 75. Presupuesto para la máquina de bordar..... | 114 |
| Tabla 76. Presupuesto para la máquina de cortar..... | 114 |
| Tabla 77. Presupuesto del mantenimiento preventivo | 115 |
| Tabla 78. Costo del mantenimiento autónomo y preventivo | 115 |
| Tabla 79. Planificación anual para el seguimiento del programa de mantenimiento | 116 |
| Tabla 80. Tiempos de espera esperados | 116 |
| Tabla 81. Cálculo del índice de disponibilidad (futuro) | 117 |
| Tabla 82. Cálculo del índice de rendimiento (futuro) | 117 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 83. Cálculo del índice de calidad (futuro)..... | 118 |
| Tabla 84. Causa raíz - errores en el proceso de corte..... | 122 |
| Tabla 85. Causa raíz – errores en la planificación semanal | 122 |
| Tabla 86. Causa raíz – inventario desactualizado | 123 |
| Tabla 87. Causa raíz – órdenes de producción inexactas..... | 124 |
| Tabla 88. Formato de una orden de producción..... | 125 |
| Tabla 89. Hoja de registro de especificaciones | 126 |
| Tabla 90. Pasos para la implementación de Kaizen..... | 127 |
| Tabla 91. Indicadores para medir evaluar la sobreproducción | 128 |
| Tabla 92. Fases de la implementación de la metodología 5'S..... | 130 |
| Tabla 93. Responsabilidades del comité 5'S | 131 |
| Tabla 94. Cronograma de actividades | 132 |
| Tabla 95. Lista de verificación de Seire..... | 133 |
| Tabla 96. Lista de verificación de Seiton..... | 134 |
| Tabla 97. Lista de verificación de Seiso | 134 |
| Tabla 98. Lista de verificación de Seiketsu | 135 |
| Tabla 99. Lista de verificación de Shitsuke | 135 |
| Tabla 100. Resumen de la evaluación 5'S | 136 |
| Tabla 101. Registro de tarjetas rojas | 139 |
| Tabla 102. Plan de limpieza propuesto | 141 |
| Tabla 103. Lista de verificación de Seire..... | 144 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 104. Lista de verificación de Seiton..... | 145 |
| Tabla 105. Lista de verificación de Seiso | 145 |
| Tabla 106. Lista de verificación de Seiketsu | 146 |
| Tabla 107. Lista de verificación de Shitsuke | 146 |
| Tabla 108. Resumen de la evaluación post implementación 5'S | 147 |
| Tabla 109. Indicador de pedidos realizados a tiempo..... | 149 |
| Tabla 110. Indicador de pedidos satisfactorios | 150 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Casa Toyota | 8 |
| Figura 2. Modelo de un VSM | 9 |
| Figura 3. Fases para la implementación de la metodología Lean Manufacturing | 33 |
| Figura 4. Organigrama Estructural..... | 39 |
| Figura 5. VSM de la fabricación de camisetas..... | 62 |
| Figura 6. VSM de la fabricación de chompa..... | 63 |
| Figura 7. VSM de la fabricación de pantalones | 64 |
| Figura 8. VSM de la fabricación de pantalonetas | 65 |
| Figura 9. Desperdicios críticos en el proceso productivo | 72 |
| Figura 10. Origen de las fallas | 77 |
| Figura 11. Frecuencia de las fallas de desperdicios - defectos | 84 |
| Figura 12. Frecuencia de las fallas de desperdicios - sobre producción..... | 85 |
| Figura 13. Frecuencia de las fallas de tiempos de esperas..... | 87 |
| Figura 14. VSM propuesto para la fabricación de camisetas..... | 91 |
| Figura 15. VSM propuesto para la fabricación de chompas | 92 |
| Figura 16. VSM propuesto para la fabricación de pantalones | 93 |
| Figura 17. VSM propuesto para la fabricación de pantalonetas | 94 |
| Figura 18. Diagrama de correlación herramienta – desperdicio | 95 |
| Figura 19. Porcentaje de las fallas..... | 97 |
| Figura 20. Anomalía identificada como costura fruncida o arrugada | 98 |

| | |
|---|-----|
| Figura 21. Diagrama ishikawa para identificar las cuasas raíz de las fallas | 101 |
| Figura 22. Porcentaje de las fallas raíces | 102 |
| Figura 23. Porcentaje de los tiempos de espera | 106 |
| Figura 24. Distribución radial 5'S (situación actual)..... | 136 |
| Figura 25. Tarjeta roja..... | 138 |
| Figura 26. Aplicación de la tarjeta roja..... | 138 |
| Figura 27. Implementación de Seiton – Orden | 140 |
| Figura 28. Análisis post implementación 5'S | 147 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo A. Mediciones preliminares para el estudio de tiempos..... | 163 |
| Anexo B. Factor de desempeño | 168 |
| Anexo C. Suplementos..... | 170 |
| Anexo D. Frecuencia de actividades | 173 |
| Anexo E. Cálculos para el estudio de tiempos..... | 175 |

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación se enfoca en desarrollar la metodología Lean Manufacturing en los procesos productivos de la empresa Confecciones Deportivas PISCIS, proponiendo soluciones basadas en herramientas y metodologías específicas para optimizar la producción.

Se identificó el producto más rentable a partir de un levantamiento de información, empleando cursogramas analíticos para describir las actividades, en el estudio de tiempos se aplicó el método General Electric y el cronometraje vuelta a cero con el objetivo de caracterizar la situación actual mediante la creación del mapa de la cadena de valor (VSM), identificando áreas críticas y oportunidades de mejora.

Mediante el análisis de la observación directa se definió los desperdicios críticos como: defectos, sobreproducción y tiempos de espera. Se cuantificaron sus causas para establecer oportunidades de mejora y mediante una revisión bibliográfica permitió seleccionar las herramientas óptimas como JIDOKA, KAIZEN, TPM y 5'S.

La aplicación de estas herramientas generó acciones correctivas para erradicar los defectos de producción, un aumento del OEE al 63,31%, y con la metodología 5'S se logró un método de trabajo estandarizado, mejorando la calidad del producto y la satisfacción del cliente. Este enfoque sistemático busca aumentar la eficiencia y competitividad en el sector textil.

Palabras clave: Lean manufacturing, VSM, desperdicio, jidoka, TPM, kaizen, 5'S.

ABSTRACT

This research project focuses on developing Lean Manufacturing methodology in production processes at Confecciones Deportivas PISCIS company, proposing solutions based on specific tools and methodologies to optimize production.

The most profitable product was identified from a survey of information, using analytical cursograms to describe activities, in the time study the General Electric method was applied and the timing back to zero for characterizing the current situation through the creation of the value chain map (VSM), identifying critical areas and opportunities for improvement.

Through direct observation analysis, critical wastes were defined as defects, overproduction, and waiting times. Their causes were quantified to establish opportunities for improvement and through a bibliographic review allowed the selection of optimal tools such as JIDOKA, KAIZEN, TPM, and 5'S.

These tools application generated corrective actions to eradicate production defects, an increase in OEE to 63.31%, and with the 5'S methodology a standardized work method was achieved, improving product quality and customer satisfaction. This systematic approach seeks to increase efficiency and competitiveness in the textile sector.

Keywords: Lean manufacturing, VSM, waste, jidoka, TPM, kaizen, 5'S.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

“METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA CONFECIONES DEPORTIVAS PISCIS”

1.1.1 Planteamiento del problema

En los últimos años, la industria textil ha sufrido cambios importantes para innovar el mercado y cumplir con la satisfacción de las necesidades del cliente, por tal razón, los procesos deben adaptarse a nuevos métodos de trabajo; en EEUU, Brasil, China, la industria textil genera aproximadamente 100 mil toneladas de retazos de tela [1]. La metodología Lean Manufacturing permite optimizar de manera eficiente los recursos destinados para la productividad, en base a herramientas que permiten eliminar desperdicios y las actividades que no agregan valor al producto, con el fin de adoptar una cultura de mejora continua [2].

A escala mundial, las empresas textiles poseen diversos problemas en sus procesos operativos, donde las causas raíz se encuentran en los tiempos improductivos del personal, maquinaria que ocasiona demoras en la producción, actividades que no agregan valor al producto, por ello en países como México y Colombia intentan mejorar los procesos implementando métodos de mejora continua como la Manufactura Esbelta, el cual se centra en identificar y eliminar tiempos de espera, actividades innecesarias para mejorar la eficiencia y buscar la excelencia operativa [3].

Son escasas las empresas que deciden adoptar una cultura de mejora continua, debido al gasto de recursos que involucra (tecnológicos, económicos, y humanos), y por la falta de interés de las partes interesadas, del mismo modo, la aplicación e implementación de metodologías como La Manufactura Esbelta, lo que conlleva a un aumento temporal de los costos antes de obtener los beneficios a largo plazo, provocando el desinterés de mejorar los procesos productivos [4].

En el Ecuador, no es fácil adoptar este tipo de metodologías debido al alto consumo de recursos involucrados y al costo que conlleva, sin embargo, en empresas PYME, se ha implementado herramientas relacionadas con el Lean Manufacturing como son el VSM, SMED, Kanban, 5S, con el propósito de minimizar los desperdicios de recursos, eliminar las actividades que no aportan valor al proceso, reducir los costos de producción, acortar tiempos muertos, y así cumplir con el objetivo de satisfacer la demanda del cliente [5].

Las empresas en el Ecuador carecen de métodos de mejora continua, en la industria textil es un trabajo arduo implementar nuevas metodologías para reducir los desperdicios, a causa del desinterés por parte de la alta gerencia y por el limitado adiestramiento del personal, provocando altos costos en la producción, actividades y tiempos innecesarios, dando lugar a bajos índices de productividad debido a la escasa interacción de los procesos de la cadena de valor [6].

En Tungurahua, las empresas se han caracterizado principalmente por la innovación y la competitividad, por tal razón los procesos productivos deben garantizar altos índices de desempeño lo que representa una mayor productividad, sin embargo, el sector textil se encuentra estancado por la corta flexibilidad de los procesos productivos, dando a lugar, a bajos estándares de calidad en la cadena de producción, provocando desperdicios de materia prima, inventario excesivo, movimientos innecesarios, retrabajos lo que significa baja eficiencia en la satisfacción del cliente [7].

Confecciones Deportivas Piscis, es una empresa textil ambateña que se especializa en la confección de prendas deportivas masculinas y femeninas como uniformes, camisetas, entre otros, a pesar de poseer una amplia experiencia laboral en el mercado textil tungurahense, la empresa ha reducido su demanda debido a varios inconvenientes: actividades y movimientos innecesarios, exceso de inventario de materia prima, productos con defectos, tiempos muertos por las fallas de máquinas y por la espera de los trabajadores al transportar los materiales, despilfarro de recursos (materiales, tecnológicos y humanos), lo que contribuye al incumplimiento en los plazos de entrega, baja calidad en el producto, altos costos de producción, limitada adaptabilidad a nuevos productos, falta de compromiso del personal y una competitividad reducida en el mercado. Con el fin de mejorar los procesos productivos,

Confecciones Deportivas Piscis, considera realizar un estudio a través de las herramientas de la metodología de Lean Manufacturing con el objetivo de identificar de las actividades que no agregan valor, los tiempos improductivos, y el desperdicio que se genera, para eliminarlas; con el fin de mejorar el desempeño de los procesos, aumentar la productividad, y contribuir a la mejor continua.

1.2 Antecedentes investigativos

El sector textil presentó a nivel mundial una mayor rentabilidad, el gran auge de sus productos determinó que las empresas cada año pensarán en innovar sus procesos productivos para ofrecer al consumidor un producto con altos estándares de calidad. En Ecuador, pocas empresas textiles revolucionaron su línea de producción permitiendo que fueran competitivas y eficaces en el mercado. Justamente, la mejora continua permitió cumplir con las exigencias de los clientes, fue así como la metodología Lean Manufacturing tomó un papel trascendental en el desarrollo de estas industrias.

Mediante la implementación de Lean Manufacturing, los procesos productivos en el transcurso del tiempo mejoraron la eficiencia y la productividad, eliminaron los desperdicios, además de optimizar los recursos disponibles. Esto condujo a la reducción de costos operativos, la mejora de la calidad de los productos y la obtención de una mayor satisfacción del cliente [8].

Un ejemplo de la aplicación de la metodología Lean Manufacturing se apreció en una empresa textil que propuso la eliminación de actividades innecesarias, en base al Mapa de flujo de valor, permitiendo identificar los desperdicios generados en el área de corte, determinando los despilfarros en cada actividad que no generaba valor al producto [9].

La implementación de la herramienta 5S de la metodología Lean Manufacturing, con el propósito de identificar la eficiencia en el lugar de trabajo, promovió la productividad, la calidad y la satisfacción del personal [10]. Otras herramientas como el Kanban, SMED y Kaizen permitieron mejorar la eficiencia y la productividad en una organización, teniendo el mismo objetivo de eliminar los desperdicios e introducir a la empresa una cultura de mejora continua [11].

La Metodología Lean Manufacturing optimizó los costos de producción con herramientas como Just in Time, minimizando los tiempos de espera entre un 10 a 15% en medianas empresas. Se basó en una planificación eficiente, reduciendo los desperdicios asociados con el exceso de inventarios y tiempos de espera [12]. En una empresa textil donde se implementaron las herramientas de Just in Time y Poka Yoke, se logró una reducción del costo de inventarios del 3,44%. Además, se redujo en 0,52 minutos el tiempo de ciclo de la producción diaria [13].

Lean Manufacturing tiene una metodología que se enfoca en la satisfacción de los clientes mediante el cumplimiento en los tiempos de entrega, permitiendo que la organización tuviera procesos estandarizados y con calidad, además de promover la competitividad en el mercado [14]. Una de las técnicas que facilitó el cumplimiento de lo mencionado es el TPM (Mantenimiento Productivo Total), que se enfoca en la eliminación del tiempo perdido por las fallas de las máquinas e instrumentos. Este enfoque considera tres factores: tiempo perdido, defectos en el proceso y los paros (paros menores y tiempo ocioso) [15].

La implementación del TPM en una empresa textil permitió aumentar su productividad en un 37% y redujo el tiempo estándar en un 4%. Además, con la aplicación de la herramienta 5S se optimizaron los espacios y se ordenaron los instrumentos de trabajo, lo que resultó en una reducción del 67% en las unidades defectuosas diarias [16]. También en otra empresa textil se aplicaron las herramientas VSM, TPM y 5S de la manufactura esbelta para identificar falencias como la falta de estandarización, ausencia de mantenimiento y retrasos en los tiempos debido a las fallas de las máquinas. Basándose en el análisis de estas herramientas, el índice OEE alcanzó un 0.83, y posteriormente la productividad mejoró en un 17.5% [17].

En una empresa textil, la implementación de la metodología Lean Manufacturing, reveló la necesidad de evaluar los procesos productivos. La herramienta de Pareto desempeño con un papel crucial al identificar los productos no conformes y los procesos que generaban la mayor cantidad de productos defectuosos. Es relevante destacar que, gracias al uso de herramientas de seguimiento como la Gestión visual y los KPT's, se perfeccionó la implementación de la metodología Lean Manufacturing, aprovechando el monitoreo posterior a la implementación de la manufactura esbelta

[18]. Por otro lado, la herramienta Operativa 5'S permitió aprovechar el uso más eficiente del espacio de trabajo, permitiendo la reubicación de herramientas e instrumentos de trabajo para evitar molestias durante la realización de las actividades laborales [19]

La combinación de la filosofía Lean Manufacturing y la metodología SMED en el pasado tuvo un impacto notable en la reducción de tiempos improductivos, el aprovechamiento del espacio de trabajo, la mejora en la gestión de inventarios y la reducción de desperdicios. Esto se tradujo en un aumento de la productividad del 22,17% a través de la optimización de los tiempos de producción. Además, se eliminaron tareas innecesarias y se redujo de manera significativa el desperdicio de inventario y la sobreproducción en un impresionante 86,14% [20].

La implementación de herramientas operativas como el TPM, Kaizen y Kanban en una empresa textil, complementó un papel fundamental en la minimización de los desperdicios presentes. Como resultado, se logró reducir el desperdicio de inventario en un 44.87%, la sobreproducción en un 57.13%, los productos defectuosos en un 15.16%, los movimientos innecesarios en un 39.5%, y se eliminaron por completo los transportes innecesarios, generando notables beneficios en términos de ahorro de recursos materiales y económicos [21]. La metodología Lean Manufacturing, implementada en una empresa textil, permitió una disminución significativa en la cantidad de residuos encontrados semanalmente, incluyendo defectos de producción y pérdidas de recursos económicos y materiales. Las herramientas de diagnóstico y operativas desempeñaron un papel esencial al identificar los problemas existentes y permitió proporcionar posibles soluciones en beneficio de todas las partes interesadas de la empresa [22].

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1 Lean Manufacturing

Es una metodología que se centra en la eliminación de desperdicios para la mejora continua de los procesos de producción. El principal objetivo es maximizar el valor

para el cliente al minimizar el uso de recursos como tiempos, materia prima, mano de obra, espacios; para lograr una producción eficiente y de alta calidad [23].

la metodología Lean Manufacturing se puede entender como una filosofía empresarial que promueve la mejora continua a través de la eliminación de actividades y procesos que no aportan valor. Esto implica la simplificación de operaciones, la reducción de inventarios, la optimización de flujos de trabajo y una mayor atención a las necesidades del cliente, con el objetivo de lograr una producción más eficiente y rentable [24].

1.3.2 Desperdicios de Lean Manufacturing

La metodología Lean Manufacturing busca identificar y reducir los desperdicios para aumentar la eficiencia, reducir costos y entregar productos de mayor calidad. Los desperdicios en Lean Manufacturing son actividades o recursos que no aportan valor al producto o servicio, lo que incluye la sobreproducción, el inventario en exceso, defectos, movimientos innecesarios, esperas, transporte innecesario, gente poca utilizada y sobre procesamiento. El enfoque principal es eliminar estos desperdicios para mejorar la eficiencia y calidad [23]. En la Tabla 1, se puede apreciar la clasificación de los desperdicios en la producción.

Tabla 1. Desperdicios en Lean Manufacturing [23]

| Desperdicios en el Lean Manufacturing | | |
|--|---|---|
| Desperdicio | Descripción | Causas |
| Sobre producción | Producir más de lo requerido | <ul style="list-style-type: none"> • Procesos desbalanceados • Mal uso de los recursos • Producir “por si acaso” |
| Sobre inventario | Tener más material, productos de lo necesario. | <ul style="list-style-type: none"> • Distribución desbalancead. • Programación no uniforme • Pronostico del mercado inadecuado |
| Defectos | Producto o servicio no conforme | <ul style="list-style-type: none"> • Mal planificación del mantenimiento. • Necesidades del cliente mal entendidas. • Variabilidad en el proceso |
| Procesamiento extra | Actividades extras debido a la mala calidad de un producto. | <ul style="list-style-type: none"> • Productos ineficientes, pésima calidad |

| Desperdicios en el Lean Manufacturing | | |
|--|--|--|
| Desperdicio | Descripción | Causas |
| Tiempos de espera | Retrasos entre las etapas del proceso de producción | <ul style="list-style-type: none"> • Mala coordinación entre equipos, materiales, personal |
| Gente poco utilizada | No aprovechar el conocimiento, habilidades y experiencias de los operarios | <ul style="list-style-type: none"> • Personal no capacitado |
| Movimientos innecesarios | Movimientos innecesarios o no ergonómicos | <ul style="list-style-type: none"> • Falta de instructivos, procedimientos. |
| Transportes innecesarios | Desplazamientos innecesarios de material, productos, personal. | <ul style="list-style-type: none"> • Mala distribución de la planta. • Lotes grandes. • Mal entendimiento del flujo del proceso |

1.3.3 Herramientas de Lean Manufacturing

La metodología y la filosofía Lean Manufacturing se basa en principios de la mejora continua para la eliminación de desperdicios, mejorar la eficiencia y la competitividad de los procesos productivos. Las herramientas de Lean Manufacturing están diseñadas y fundamentadas en el sistema de producción de Toyota [25]. El "Sistema de Producción Toyota" o "Casa Toyota" es un enfoque de fabricación altamente eficiente desarrollado por Toyota, que se caracteriza por su énfasis en la eliminación de desperdicios, la mejora continua y la producción "justo a tiempo". Este sistema se centra en maximizar la calidad, la flexibilidad y la productividad mientras se minimizan costos y tiempos de ciclo [26]

En la Figura 1, se muestra la Casa Toyota, que se compone de tres niveles. En su base se encuentran las herramientas de diagnóstico, operativas y de seguimiento. En el segundo nivel, se encuentran los dos pilares fundamentales: Just In Time y Jidoka, Finalmente, en la cima de esta estructura se ubica el objetivo del Lean Manufacturing.

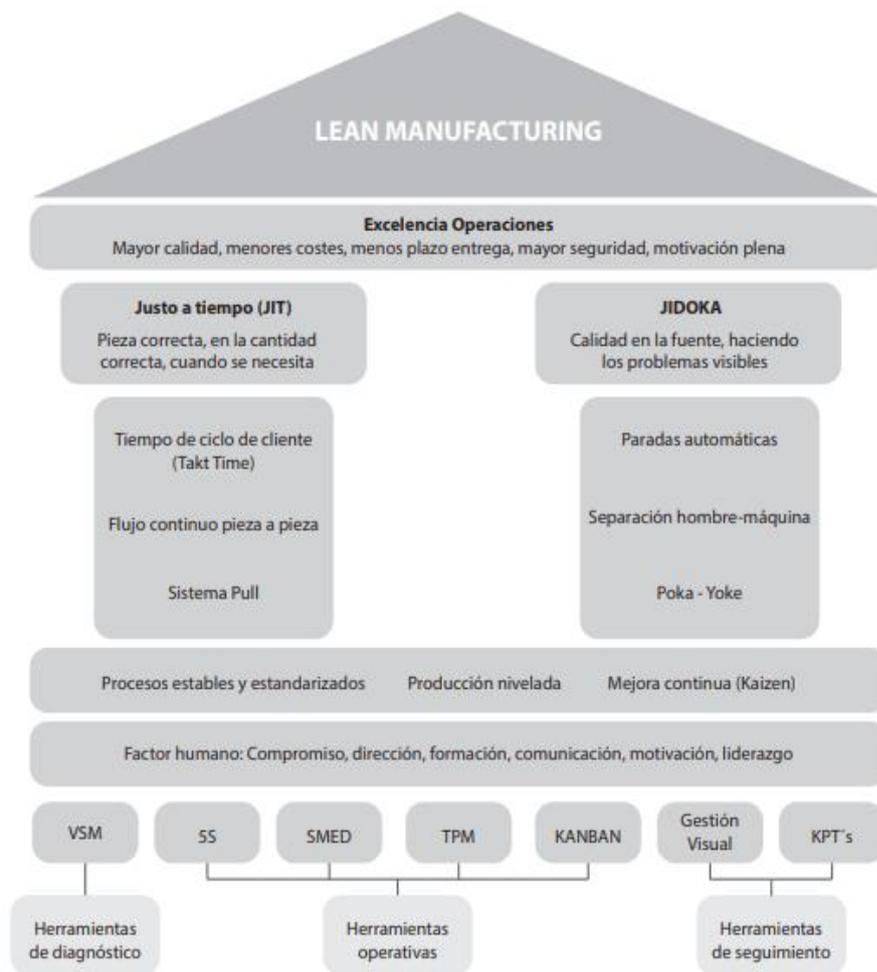


Figura 1. Casa Toyota [25]

a. *Herramientas de diagnóstico*

Las herramientas de diagnóstico del Lean Manufacturing son métodos y técnicas utilizados para identificar ineficiencias, desperdicios y oportunidades de mejora en los procesos de producción. Estas herramientas permiten analizar el estado actual de la operación y son el punto de partida para implementar mejoras y optimizar la eficiencia, un claro ejemplo es el diagrama ABC y el Mapa de flujo de valor (VSM) [27].

- *Diagrama ABC*

En el contexto del Lean Manufacturing, el diagrama ABC es una herramienta de diagnóstico que clasifica elementos como productos, procesos en categorías A, B y C según su importancia. La calificación se basa en criterios específicos como la demanda, el valor económico o la inversión en el éxito operativo. La categoría A

incluye elementos de alta prioridad, la categoría B abarca elementos de importancia moderada, mientras que la categoría C incluye elementos de baja prioridad. Este análisis permite a las organizaciones identificar y priorizar aspectos clave que requieren una mayor atención, facilitando la toma de decisiones estratégicas, la gestión eficaz de los recursos y centrándose en áreas que contribuyen a las mejoras continuas en el sistema de producción ajustada [28].

El diagrama ABC utiliza el principio de Pareto, donde la categoría A representa aproximadamente el 20% de los elementos que contribuyen significativamente al 80% del impacto. Así, esta herramienta focaliza la atención en los elementos más estratégicos, permitiendo una gestión eficiente de recursos y un enfoque específico en áreas clave para la mejora continua, en línea con los principios de eficiencia y optimización propios del Lean Manufacturing [29].

- **Mapa de flujo de valor**

El VSM es una técnica que se utiliza para visualizar y analizar las actividades que generan valor al flujo de un proceso productivo. Dentro de la metodología Lean Manufacturing el mapa de flujo de valor permite identificar los desperdicios y las actividades que no agregan valor al producto o servicio, para ser mejoradas o eliminadas según el caso de estudio [30], como se muestra en la Figura 2.

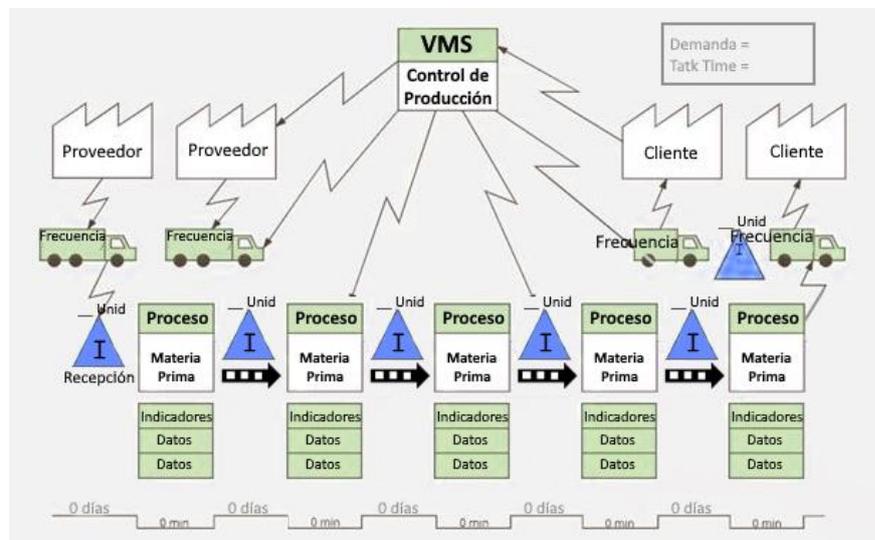


Figura 2. Modelo de un VSM [30].

- ***Fases para Implementar el VSM***

- ***Fase 1: Definir una familia de productos***

Se debe identificar el producto de mayor demanda, debido a que éste comparte procesos, equipos y carga laboral con los demás productos [31].

- ***Fase 2: Identificar el flujo del proceso***

Se realiza una caracterización del proceso productivo. Para ello es importante utilizar herramientas como un diagrama de flujo de trabajo o de procesos, Cursograma analíticos o sinóptico [31].

- ***Diagrama de flujo***

Es una técnica donde se representa gráficamente un proceso o sistema, se muestra los diferentes pasos o tareas a realizar de manera secuencial [32].

Un diagrama de flujo, también llamado diagrama de flujo o diagrama de proceso, es una representación visual que describe la secuencia de pasos o actividades en un proceso o sistema. Estos diagramas utilizan símbolos y líneas para ilustrar cómo se lleva a cabo una tarea o proceso de principio a fin [33].

Pasos para realizar un diagrama de flujo

En la Tabla 2 se presenta los pasos para realizar un diagrama de flujo

Tabla 2. Pasos para realizar un diagrama de flujo [33]

| Pasos para realizar un diagrama de flujo | |
|---|---|
| a) Definir el propósito | Defina claramente el propósito de crear el diagrama de flujo y lo que quiere transmitir. |
| b) Dibujar símbolos | Utilice símbolos estándar (rectángulos, diamantes, óvalos, flechas) para representar pasos del proceso, decisiones y otros elementos. |
| c) Símbolos de conexión | Utilice flechas para indicar la secuencia y dirección de las operaciones. |
| d) Agregar información | Ingrese información específica en el símbolo, como el nombre del paso, la acción o datos relacionados. |

| Pasos para realizar un diagrama de flujo | |
|--|--|
| e) Revisar | Verifique que el diagrama sea claro y preciso y compártalo con otros para su revisión o uso. |

Los diagramas de flujo tienen muchas ventajas y aspectos positivos en diversas situaciones. En primer lugar, simplifica la comprensión de procesos complejos representándolos visualmente, facilitando la comunicación y el aprendizaje. Del mismo modo, es una herramienta valiosa para documentar ya que ayuda a la transferencia de conocimientos. Los diagramas de flujo son una herramienta versátil que puede mejorar la eficiencia, la calidad y la comunicación en una variedad de entornos y aplicaciones [33].

- ***Cursograma analítico y sinóptico***

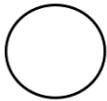
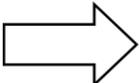
Un cursograma sinóptico es una representación más general y simplificada de un proceso o sistema. Muestra una descripción general de los principales pasos del proceso y omite detalles específicos. Se utiliza para comprender rápida y profundamente un sistema o proceso [34].

Un cursograma analítico es una representación detallada de un proceso o sistema que describe actividades, secuencias y relaciones entre ellos. Muestra información específica sobre cada tarea, incluido cuándo, quién es el responsable y qué recursos se utilizaron [34].

Simbología de un cursograma analítico

En la Tabla 3 se presenta la simbología de un cursograma analítico.

Tabla 3. Simbología de un cursograma analítico [34]

| Símbolo | Denominación | Descripción |
|---|--------------|---|
|  | Operación | Este símbolo indica procesamiento que agrega valor a un producto o servicio. Esto puede incluir tareas como ensamblaje, producción, diseño u otras actividades que impliquen la transformación de materiales o información. |
|  | Transporte | Muestran el movimiento físico de un material o producto de un lugar a otro durante un proceso. Representa la transferencia o movimiento de elementos en un flujo de trabajo. |

| Símbolo | Denominación | Descripción |
|---|---------------------|---|
|  | Inspección | Indica una operación de prueba o verificación. En este punto, los productos, materiales o información se prueban para garantizar que cumplan con ciertos estándares o requisitos de calidad. |
|  | Esperas | Se utiliza para indicar que una tarea está suspendida o pendiente. Esto puede suceder si necesita esperar materiales, completar un paso previo o tomar una decisión antes de continuar. |
|  | Almacenamiento | Este símbolo representa un lugar o área donde se almacenan materiales o productos durante un período de tiempo en un proceso. Puede ser un almacén, estantería u otro tipo de almacenamiento. |

Ventajas y aspectos positivos de un cursograma analítico

Un cursograma analítico se caracteriza por ser una representación detallada de un proceso o sistema. Su utilidad radica en una serie de ventajas y aspectos positivos, los cuales se detallan en la Tabla 4 a continuación.

Tabla 4. Ventajas y aspectos positivos de un cursograma analítico [34]

| Ventajas y aspectos positivos | |
|--|--|
| Claros y fáciles de entender | Proporcionan una representación visual clara y detallada de los pasos y pasos del proceso, facilitando la comprensión de cómo funciona el proceso y cómo se relacionan las tareas. |
| Identificar ineficiencias | Ayudan a identificar ineficiencias, cuellos de botella y redundancias en los procesos y con ello optimizar y eliminar desperdicios. |
| Mejora de la calidad | El análisis de los diagramas de flujo ayuda a garantizar que se cumplan los estándares de calidad y se reduzcan los errores mediante controles e inspecciones visuales. |
| Documentación detallad | Proporcionan documentación de proceso detallada y precisa que es útil para la capacitación de los empleados, la auditoría y la toma de decisiones informadas. |
| Facilitan la comunicación | Son una herramienta eficaz para comunicar procesos en toda la organización, ayudando a estandarizar procedimientos y garantizar la coherencia en la ejecución. |
| Delineación de responsabilidades | Las responsabilidades se pueden dividir claramente en diferentes pasos del proceso y actividades, aumentando así la rendición de cuentas y la responsabilidad. |
| Optimización de tiempo y recursos | Analizar diagramas de flujo ayuda a utilizar el tiempo y los recursos de manera más eficiente al identificar tiempos de espera y tráfico innecesario. |
| Facilitan la toma de decisiones | Al describir los procesos en detalle, ayudan a tomar decisiones informadas sobre cómo mejorar, simplificar o transformar un proceso. |

Los cursogramas analíticos son herramientas valiosas para la mejora de procesos y una gestión eficaz, ya que proporcionan una visión profunda y detallada de las operaciones de la organización, permitiendo la optimización y la toma de decisiones

Fase 3: Realizar los cálculos matemáticos

Los cálculos matemáticos se utilizan para cuantificar y analizar diversos aspectos de un proceso, como el tiempo de ciclo, la eficiencia, el inventario y el desperdicio. Estos cálculos permiten a las organizaciones identificar oportunidades de mejora, tomar decisiones basadas en datos y medir el impacto de las iniciativas de fabricación ajustada en la eficiencia y rentabilidad de la cadena de valor [35]

- ***Nivel de inventario***

Para convertir el nivel de inventario a tiempo (horas) se realiza mediante la Ecuación (1),

$$NI = \frac{\text{Tiempo disponible de producción (h)}}{\text{Demanda (u)}} \times Ci (u) \quad (1)$$

- ***Takt Time***

Es el tiempo disponible para la fabricación un de producto o completar un servicio del modo que se cumpla el objetivo de satisfacer al cliente, se calcula dividiendo el tiempo disponible por la demanda del cliente [36], como se aprecia en la ecuación (1).

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tiempo disponible de trabajo}}{\text{Demanda del cliente}} \quad (2)$$

- ***Lead Time***

Es el tiempo de duración total del proceso, desde el inicio hasta su finalización, teniendo en cuenta los tiempos de espera, de procesamiento. Además, es la representación de tiempo que se demora un producto desde que entra al proceso hasta que llega al cliente [37]. Se calcula mediante la suma de los tiempos de ciclo y el tiempo de espera entre etapas, como se aprecia en la ecuación (2).

$$\text{Lead Time} = \text{Suma de los tiempos de ciclo} + \text{Tiempos de espera entre etapas} \quad (3)$$

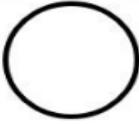
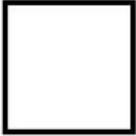
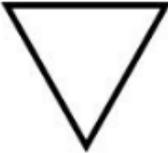
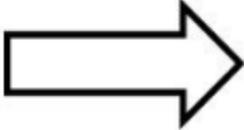
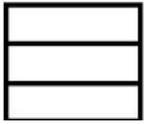
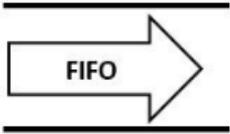
- **Fase 4: Diseñar e Implantar el VSM**

Se realiza la diagramación del VSM, acompañado con información de los proveedores, clientes, indicaciones generales del proceso, los tiempos de cada proceso y la demanda del producto [31].

Simbología de un VSM para el flujo de materiales.

En la Tabla 5 se presenta la simbología para el diseño de un VSM.

Tabla 5. Simbología de un VSM [38]

| Simbología para el flujo de materiales | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Operación de valor añadido | Operación de control | Material parado |
|  |  |  |
| Material push | Material pull | Datos de proceso |
|  |  |  |
| Material secuenciado | Cliente - Proveedor | Transporte |
|  |  |  |
| Super mercado | Operación del proceso | Información transmitida de forma electrónica |
|  |  |  |
| Información transmitida de forma manual | Enfoque de mejora continua | Cliente final |

b. Herramientas operativas

Las herramientas operativas del Lean Manufacturing son técnicas específicas que se utilizan en la fabricación de un producto para eliminar el desperdicio, mejorar la eficiencia y la calidad y optimizar los procesos con el objetivo de maximizar los resultados, entre estas se encuentra: 5S, SMED, TPM Kanban [9]

- **5S**

Son un conjunto de principios japoneses para gestionar la calidad, las 5S se enfocan en mantener y crear condiciones óptimas en el entorno de trabajo, cada “S” representa una etapa en el proceso de implementación [27], como se aprecia en la Tabla 6.

Tabla 6. Etapa de las 5S [27]

| 5S | |
|-----------------------------------|---|
| Seiri → Clasificación | Consiste en eliminar todo lo innecesarios del puesto de trabajo. |
| Seiton → Orden | Se trata de organizar y asignar un lugar específico a cada herramienta de trabajo. |
| Seiso → Limpieza | Implica mantener limpio y ordenado el lugar de trabajo. |
| Seiketsu → Estandarización | Consiste en establecer estándares claros y prácticas, se debe establecer reglas y procedimientos. |
| Shirsuke → Disciplina | Se trata en mantener y mejorar continuamente los estándares establecidos, para la cultivación de hábitos y comportamientos. |

Pasos para implementar las 5S

En la Tabla 7 se presenta los pasos para implementar las 5S.

Tabla 7. Pasos para implementar las 5S [39]

| Pasos para implementar las 5S | |
|--------------------------------------|---|
| a) Compromiso | Empiece por involucrar a los empleados y gerentes en el proceso de implementación. Proporcionar formación sobre las 5S y comunicar la importancia de este enfoque para mejorar el lugar de trabajo |
| b) Clasificación | En esta fase se identifican y etiquetan todos los objetos del lugar de trabajo. Divida los artículos en tres categorías: artículos esenciales (etiquetas verdes), artículos innecesarios (etiquetas rojas) y artículos de uso poco frecuente (etiquetas amarillas). Retire los elementos innecesarios o muévalos a lugares designados |

| Pasos para implementar las 5S | |
|--------------------------------------|---|
| c) Orden | Organiza y asigna una ubicación específica a cada artículo que necesites. Utilice estantes, etiquetas y marcadores para indicar la ubicación de herramientas, materiales y equipos. Asegúrate de que todo sea de fácil acceso y tenga un lugar para cada cosa |
| d) Limpieza | Limpiar minuciosamente el lugar de trabajo. Implementar procedimientos de limpieza regulares y promover la responsabilidad de mantener un ambiente limpio y ordenado. Identificar y resolver problemas de limpieza o seguridad. |
| e) Estandarización | Desarrollar reglas y procedimientos estandarizados para mantener las prácticas 5S a lo largo del tiempo. Establecer procedimientos regulares de auditoría y monitoreo para garantizar que las 5S se mantengan y mejoren continuamente. Todos los miembros del equipo están invitados a participar activamente en la gestión y desarrollo. |

Ventajas y aspectos positivos

En la Tabla 8 se presenta las ventajas y los aspectos positivos de implementar las 5S.

Tabla 8. Ventajas y aspectos positivos de las 5S [39]

| Ventajas y aspectos positivos | |
|---|---|
| Organización mejorada | Las 5S ayudan a organizar eficazmente el lugar de trabajo, facilitando la búsqueda de herramientas, materiales y documentos, reduciendo el tiempo innecesario de búsqueda de mercancías. |
| Reducir desperdicios | Reducir desperdicios eliminando elementos innecesarios y mejorando la organización, haciendo un uso más eficiente de recursos como tiempo, espacio y materiales. |
| Mayor productividad | La eficiencia organizacional y la reducción de desperdicios pueden aumentar la productividad a medida que los empleados pueden realizar tareas de manera más eficiente. |
| Mejora de la calidad | Las 5S promueven la limpieza y la estandarización, lo que ayuda a mejorar la calidad de un producto o servicio porque los problemas se detectan más fácilmente y se reducen los errores. |
| Seguridad mejorada | Un lugar de trabajo limpio y ordenado reduce el riesgo de accidentes y lesiones y mejora la seguridad de los trabajadores. |
| Mejora la moral de los empleados | Un ambiente de trabajo organizado, limpio y seguro aumenta la satisfacción de los empleados, lo que resulta en una mayor moral y compromiso. |
| Costos reducidos | Reducir el desperdicio y mejorar la eficiencia puede reducir los costos operativos y así mejorar la rentabilidad de una organización. |
| Auditoría y cumplimiento más sencillos | Al mantener registros y procedimientos estandarizados, las organizaciones pueden cumplir más fácilmente los requisitos reglamentarios y realizar auditorías internas y externas de manera efectiva. |

| Ventajas y aspectos positivos | |
|---------------------------------------|---|
| Imagen corporativa mejorada | Las organizaciones que utilizan 5S demuestran un compromiso con la eficiencia y la calidad, lo que puede mejorar su imagen ante clientes, proveedores y otras partes interesadas. |
| Facilita la gestión del cambio | Las 5S promueven la mejora continua y la introducción de nuevas prácticas y así facilita la gestión del cambio en la organización. |

- **Single Minute Exchange of Die (SMED)**

Es una metodología enfocada en el cambio rápido de herramientas, se basa en poder reducir los tiempos que implica cambiar sea de proceso, máquina, equipo. Su objetivo es minimizar el tiempo improductivo permitiendo una mayor capacidad de respuesta para realizar las actividades laborales [27].

Pasos para implementar el SMED

En la Tabla 9 se presenta los pasos para implementar el SMED.

Tabla 9. Pasos para implementar el SMED [40]

| Pasos para implementar el SMED | |
|--|---|
| a) Identifique el proceso objetivo | Seleccione el proceso específico que desea mejorar y que implique cambiar la configuración o las herramientas. Este proceso se convierte en su objetivo SMED. |
| b) Dividir el proceso | Divida el proceso en dos partes: la actividad interna y la actividad externa. Las operaciones internas deben realizarse con la máquina parada, mientras que las operaciones externas se pueden realizar mientras la máquina está en funcionamiento. |
| c) Convertir operaciones internas en operaciones externas | El objetivo es reducir el tiempo de conversión trasladando operaciones de operaciones internas a operaciones externas. Esto se logra optimizando el diseño de la máquina o implementando mejoras en el proceso. |
| d) Estandarizar procesos | Establecer procedimientos estándar y documentar procesos de cambio rápido. Asegúrese de que todos los miembros del equipo comprendan y sigan los procedimientos. |
| e) Medir y Mejoras | Se tomaron medidas antes y después de la implementación de las mejoras del SMED para evaluar la reducción del tiempo de transición. Si no se cumplen los objetivos, continúe mejorando el proceso |
| f) Mantener y mejorar continuamente | Implementar un sistema de seguimiento y garantizar que las mejoras se mantengan en el tiempo. Impulsar la mejora continua involucrando a los empleados en la identificación de oportunidades para reducir aún más el tiempo de transición. |

Una implementación exitosa de SMED puede reducir significativamente los tiempos de cambio, aumentar la flexibilidad de producción y reducir los costos al reducir el

tiempo de inactividad del equipo. El enfoque SMED es una parte esencial de la filosofía Lean Manufacturing.

- **Total Productive Maintenance (TPM)**

Es una metodología enfocada en el mantenimiento y la mejora continua de los equipos y procesos de producción. El principal objetivo es maximizar la eficiencia de los activos de una organización y reducir las pérdidas asociadas a tiempos improductivos, defectos de calidad, averías de maquinaria y otros problemas relacionados con los equipos [41].

Pasos para implementar TPM

En la Tabla 10 se presenta los pasos para implementar el TPM.

Tabla 10. Pasos para implementar TPM [42]

| Pasos para implementar TPM | | |
|---|-------------|---|
| a) Capacitación y concientización | y | Brinde capacitación y eduque a su equipo sobre los principios y beneficios de TPM. |
| b) Identificar equipos clave | | Seleccione los equipos o procesos clave que serán los primeros en implementar TPM. |
| c) Team Building | | Cree equipos multifuncionales para cada equipo o proceso clave. |
| d) Evaluación y establecimiento de objetivos | y de | Evaluar el estado actual del equipo y establecer objetivos específicos de mejora. |
| e) Implementación y seguimiento | y | Tomar acciones de mejora y monitorear continuamente los indicadores clave de desempeño. |
| f) Escala y cultura de mejora continua | de | Una vez que el primer equipo logre la mejora, escalar la implementación de TPM y fomentar una cultura de mejora continua en toda la organización. |

La implementación exitosa del Mantenimiento Productivo Total (TPM) tiene muchos beneficios significativos, como aumentar la eficiencia y disponibilidad de los equipos, reducir los costos de mantenimiento, prevenir averías, mejorar la calidad del producto, mejorar la seguridad laboral y crear una cultura de mejora continua. TPM no solo aumenta la confiabilidad y la productividad de los equipos, sino que también fomenta un ambiente de trabajo donde todos los empleados están comprometidos a optimizar los procesos y esforzarse continuamente por alcanzar la excelencia operativa [42].

- **KANBAN**

Es un sistema visual encargado de gestionar el flujo de trabajo en un proceso productivo, se basa en señales o cualquier método visual para representar toda información relevante acerca del proceso o área determinada, con ello se cumple el objetivo de establecer un equilibrio en el flujo de trabajo, evitando la sobreproducción y los tiempos improductivos [41].

Pasos para implantar KANBAN

En la Tabla 11 se presenta los pasos para implementar KANBAN.

Tabla 11. Pasos para implantar KANBAN [43]

| Pasos para implantar KANBAN | |
|--|--|
| a) Cree un sistema Kanban | Identifique los productos, componentes o materiales que se gestionarán mediante Kanban. Configure límites de inventario y cuadros kanban para especificar la cantidad máxima que se mantendrá en el proceso. |
| b) Implementar un sistema Kanban | Inserte contenedores kanban en su proceso de producción o compra y asegúrese de que se cumplan los límites de inventario. Cree tarjetas kanban u otros métodos visuales para registrar los requisitos y las necesidades de reabastecimiento. |
| c) Cree reglas y políticas | Defina reglas claras de reabastecimiento de materiales, como cuándo y cuántas cajas kanban deben reponerse. Asegúrese de que todos los empleados comprendan las políticas y procedimientos del sistema Kanban. |
| d) Monitorear y mejorar continuamente | Realice un seguimiento continuo del flujo de materiales y utilice métricas de rendimiento para medir la eficacia de su sistema kanban. Identificar oportunidades de mejora, como reducir inventario u optimizar rutas de producción. |
| e) Ampliación y mejora | Una vez que el sistema Kanban esté funcionando eficazmente en un área o proceso, puede considerar expandirlo a otras partes de la organización. Continúe perfeccionando y mejorando el sistema Kanban a medida que adquiera más experiencia e identifique áreas de mejora. |

La implementación de Kanban ofrece ventajas significativas en la gestión de inventario y producción. Al facilitar la visualización y el control de los flujos de trabajo, Kanban reduce los niveles de inventario, minimiza los desperdicios, optimiza la producción "just in time", y mejora la eficiencia y la calidad. Además, promueve la comunicación y la colaboración entre equipos, aumenta la flexibilidad y la capacidad de respuesta a cambios en la demanda, y fomenta una cultura de mejora continua. Kanban contribuye a la optimización de la cadena de suministro, la reducción de costos y la entrega de productos y servicios de alta calidad de manera más eficiente [43].

c. Herramientas de seguimiento

Las herramientas de seguimiento de Lean Manufacturing son métodos y sistemas que pueden medir y analizar instantáneamente el proceso de producción y el rendimiento de la cadena de suministro. Estas herramientas proporcionan datos cuantitativos y visibilidad inmediata para medir la eficiencia, identificar desviaciones, tomar decisiones informadas e impulsar la mejora continua para eliminar el desperdicio y optimizar los flujos de trabajo, se puede utilizar KPI's, OEE, Gestión visual [44]

- ***Key Performance Indicators (KPI's)***

Son indicadores clave de rendimiento que se utilizan para medir el desempeño y el progreso de una organización, los KPIs puede medirse de manera cuantitativa o cualitativa con el objetivo de evaluar el rendimiento en relación con los objetivos establecidos [45].

Pasos para implementar KPI's

En la Tabla 12 se presenta los pasos para implementar KPI's

Tabla 12. Pasos para implementar KPI's [46]

| Pasos para implementar KPI's | |
|--|---|
| a) Defina metas y objetivos claros | Comience por identificar objetivos específicos que desee medir y monitorear en su organización. Establezca metas claras y alcanzables para cada objetivo. Los objetivos deben ser cuantificables y estar alineados con la estrategia de la empresa. |
| b) Seleccione los KPI relevantes | Elija el KPI que mejor represente el progreso hacia sus objetivos. Estas métricas deberían tener un impacto directo en el desempeño y la estrategia de su organización. Asegúrese de que los KPI sean mensurables y de tener datos confiables para realizar un seguimiento de ellos. |
| c) Implementar sistemas de seguimiento y recolección de datos | Establezca sistemas y procesos para recopilar datos relacionados con KPI de manera consistente y precisa. Definir responsabilidades y procedimientos para garantizar la coherencia y confiabilidad de la recopilación de datos. |
| d) Monitorear, analizar y actuar | Supervise continuamente los KPI y compare los resultados con los objetivos establecidos. Analizar datos para identificar tendencias, desviaciones y áreas de mejora. Tome medidas basadas en la información de los KPI para optimizar el rendimiento y alcanzar los objetivos establecidos. |

La implementación de indicadores clave de rendimiento (KPI) es de inmenso beneficio para las organizaciones, ya que proporciona una descripción general cuantitativa e inmediata del desempeño de la organización. Estos KPI lo ayudan a tomar decisiones más inteligentes, identificar problemas y oportunidades de manera temprana, alinearse con los objetivos estratégicos y mejorar la eficiencia operativa y la responsabilidad del equipo. Además, facilita la comunicación de resultados y el seguimiento del progreso con respecto a objetivos predeterminados. En definitiva, la implementación de KPI proporciona una herramienta eficaz para la gestión, la mejora continua y el alineamiento con los objetivos organizacionales, y es la base del éxito de la empresa [46].

- ***Overall Equipment Effectiveness (OEE)***

Es un indicador de eficiencia global de un equipo de producción. El OEE proporciona una medida cuantitativa del rendimiento de los equipos [45].

El OEE se calcula multiplicando tres factores:

$$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad \quad (4)$$

- ***Disponibilidad:*** Porcentaje de tiempo en el que el equipo está disponible.
- ***Rendimiento:*** Porcentaje de la velocidad de producción real en comparación con la teórica.
- ***Calidad:*** Porcentaje de productos que cumplen con los estándares de calidad establecidos.

Pasos para implementar el OEE

En la Tabla 13 se presenta los pasos para implementar KPI's

Tabla 13. Pasos para implementar el OEE [47]

| Pasos para implementar el OEE | |
|--|--|
| a) Definir objetivos y alcance | Definir claramente los objetivos de la implementación de la OEE, incluyendo los equipos o áreas que serán monitoreadas. Defina el alcance del proyecto, como mensurables específicos (disponibilidad, rendimiento y calidad) y métricas asociadas. |
| b) Recopilación y medición de datos | Implementar sistemas de recolección de datos para medir la disponibilidad, desempeño y calidad de equipos o procesos. Supervisa continuamente estos indicadores y registra datos inmediatamente o en intervalos establecidos. |
| c) Análisis y mejora | Analizar los datos recopilados para identificar las causas de la pérdida de eficiencia y calidad. Implementar mejoras para abordar los problemas identificados, como reducir el tiempo de inactividad, optimizar los procesos y mejorar la calidad. |
| d) Mantenimiento y mejora continua | Establecer sistemas de mantenimiento preventivo y predictivo para asegurar la disponibilidad de los equipos. Promover una cultura de mejora continua involucrando a los empleados en la identificación de oportunidades de mejora de la eficiencia y la calidad. |

La implementación de la eficacia general del equipo (OEE) proporciona muchos beneficios importantes a las organizaciones al proporcionar una evaluación cuantitativa integral de la eficacia de los equipos y procesos. Le permite identificar ineficiencias, tiempo perdido y problemas de calidad, mejorar significativamente la eficiencia operativa, aumentar la productividad, reducir costos y mejorar la calidad del producto. Además, OEE fomenta una cultura de mejora continua al involucrar a los equipos en la optimización de procesos y la toma de decisiones basada en datos. En última instancia, la implementación de OEE mejora la competitividad, la rentabilidad y la eficiencia de una organización [47].

- ***Gestión visual***

Es la representación visual de la información relevante de un proceso de modo que sea fácilmente comprensible para todos los involucrados. Se utiliza instrumentos visuales como diagramas, tarjetas, símbolos, graficas, tableros; para proporcionar información de manera rápida y clara [48].

Pasos para implementar la gestión visual

En la Tabla 14 se presenta los pasos para implementar la gestión visual.

Tabla 14. Pasos para implementar la gestión visual [49]

| Pasos para implementar la gestión visual | |
|---|---|
| a) Identificar mensajes clave | Comience por identificar la información clave que necesita para comunicarse de manera efectiva en el lugar de trabajo. Esto puede incluir indicadores clave de desempeño (KPI), instrucciones de trabajo, planes de producción u otra información relevante. |
| b) Desarrollar y estandarizar señales visuales | Desarrollar y estandarizar señales visuales claras y comprensibles para transmitir el mensaje identificado. Esto puede incluir paneles, etiquetas, gráficos, tablas, colores y marcadores visuales. |
| c) Señales visuales ubicadas estratégicamente | Coloque señales visuales en lugares estratégicos del entorno de trabajo para que los empleados involucrados en la actividad puedan verlas fácilmente. |
| d) Formación y comunicación | Proporcionar formación a los empleados sobre información visual y cómo utilizarla en las tareas diarias. Fomente la comunicación abierta y continua para garantizar que todos sean conscientes del mensaje visual y su significado. |
| e) Seguimiento y mejora continua | Supervisa continuamente la eficacia de la gestión visual y responde a las necesidades cambiantes de comunicación y mejora de procesos. Fomentar una cultura de mejora continua mediante la revisión y actualización de instrucciones visuales para mantener la eficiencia y la calidad. |

La implementación de la gestión visual proporciona muchos beneficios importantes a las organizaciones, ya que facilita la comunicación efectiva de información crítica en el lugar de trabajo, permitiendo así una toma de decisiones más rápida y precisa. Además, aumenta la visibilidad y la comprensión de los procesos, aumenta la transparencia, reduce los errores, reduce el tiempo dedicado a la búsqueda de información y fomenta una cultura de mejora continua al informar a los empleados sobre los indicadores y objetivos clave de desempeño. En definitiva, la gestión visual ayuda a optimizar la eficiencia, la productividad y la calidad, mejorando la competitividad y el rendimiento de una organización [49].

1.3.4 Proceso

Es un conjunto de actividades sincronizadas previamente programadas, se caracterizan por la interacción entre insumos, materia prima (Inputs), para agregar valor al producto en la obtención de resultados (Outputs) [50].

Los procesos pueden definirse, medirse y mejorarse; Estos procesos se interrelacionan con el fin de establecer resultados coherentes para cumplir con los objetivos organizacionales, además, los procesos tienen actividades que interactúan desde las entradas que generan salidas para clientes internos – externos [51].

1.3.5 Producción

La producción es el proceso de utilizar recursos y factores de producción para crear bienes y servicios, lo que implica la transformación de materias primas y la aplicación de mano de obra y tecnología para satisfacer la demanda del mercado. Su principal objetivo es producir productos finales de alta calidad de manera eficiente y rentable [52].

La producción es una actividad económica centrada en la producción y provisión de bienes y servicios para satisfacer la demanda de los consumidores. Implica la planificación, coordinación y control de diversos procesos, desde la compra de materias primas hasta la distribución del producto final, con el fin de incrementar la eficiencia, productividad y rentabilidad de la organización [53].

d. Capacidad de producción

La capacidad de producción se refiere a la cantidad máxima de bienes o servicios que una organización o sistema de producción puede producir en un período de tiempo determinado manteniendo ciertos estándares de calidad y eficiencia. Es muy importante para la planificación y gestión de la producción, ya que determina la capacidad de la empresa para satisfacer las demandas del mercado y alcanzar sus objetivos comerciales. La capacidad de producción se mide en unidades producidas por hora, por día o cualquier otro período de tiempo, y su optimización implica el uso

eficiente de recursos como mano de obra, maquinaria y tiempo para asegurar que la organización sea rentable y competitiva [54]

La capacidad de producción de un proceso se puede calcular utilizando la Ecuación (4) [55].

$$C_p = \frac{\text{Número de operarios} \times \text{Tiempo disponible en una hora}}{\text{Tiempo estándar}} \quad (5)$$

Donde:

Tiempo disponible= Tiempo total para que el proceso pueda producir

Tiempo promedio para producir= Tiempo promedio para producir una unidad

Esta fórmula se puede utilizar para estimar la eficiencia del proceso y la capacidad de producción y planificar la producción en función de la demanda del mercado.

1.3.6 Estudio de tiempos

Es una metodología que permite analizar los procesos mediante la medición de tiempos, teniendo en cuenta el tiempo requerido, el número de observaciones, suplementos y el uso de ecuaciones matemáticas para la determinación del ritmo de trabajo [56].

Para realizar un estudio de tiempos es necesario la ejecución de 5 fases, las cuales se detalla a continuación:

e. Fase 1: Definición del objetivo y alcance del estudio

Se debe establecer claramente el objetivo y los límites temporales, es decir, el periodo de tiempo durante el cual se realizará la recolección de datos [57].

f. Fase 2: Observación y registro de datos

Mediante una observación directa de los procesos se realiza el registro o la toma de tiempos requeridos para cada actividad del proceso seleccionado [57]. Se debe utilizar instrumentos calibrados para medir con precisión el tiempo empleado en cada tarea,

como también, hacer uso de hojas de registro o herramientas disponibles para registrar los tiempos de manera sistemática [58].

- ***Determinación del número de observaciones***

El método más utilizado, es el de General Electric, que tiene como objetivo establecer el número de observaciones requeridas para la toma de tiempos de un proceso [59]. En la Tabla 15, se puede observar el número de observaciones en base al tiempo empleado en un ciclo.

Tabla 15. Número de observaciones por el Método General Electric [59]

| Tiempo de ciclo (min) | Número de observaciones |
|-----------------------|-------------------------|
| 0,10 | 200 |
| 0,25 | 100 |
| 0,50 | 60 |
| 0,75 | 40 |
| 1 | 30 |
| 2 | 20 |
| 2 a 5 | 15 |
| 5 a 10 | 10 |
| 10 a 20 | 58 |
| 20 a 40 | 35 |
| Más de 40 | 3 |

g. Fase 3: Análisis y cálculo de tiempos

- ***Factor de desempeño***

Es la compensación o el factor de nivelación de los tiempos registrados [58]. En la Tabla 16, se puede observar la escala para el factor de desempeño.

Tabla 16. Factor de desempeño [58]

| Factor de Desempeño | | |
|---------------------|--|------------------|
| Escala | Explicación del desempeño | Velocidad (Km/H) |
| 0 | Actividad nula | 0 |
| 50 | Muy lento, movimientos torpes, inseguros, sin interés en el trabajo, el operario parece medio dormido. | 3,2 |

| Factor de Desempeño | | |
|----------------------------|--|-------------------------|
| Escala | Explicación del desempeño | Velocidad (Km/H) |
| 75 | Constante, rígido, sin prisa, el operario parece lento o apagado, pero no pierde tiempo. | 4,8 |
| 100 | Activo, capaz, operario medianamente calificado, nivel de calidad y de precisión regular. | 6,4 |
| 125 | Muy rápido, el operario actúa con gran seguridad destreza y presenta coordinación en sus movimientos y actividades. | 8,0 |
| 150 | Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar varios periodos o ciclos. Actuaciones sobresalientes | 9,6 |

- **Tiempo normal**

Es el tiempo real que tarda un operario para completar una actividad específica, para el cálculo se utiliza el producto entre el tiempo promedio observado (TMO) y el factor de desempeño (FD) [59]. Como se observa en la ecuación (6).

$$TN = TMO * FD \quad (6)$$

Dónde:

TN: Tiempo normal

TMO: Tiempo promedio observado

FD: Factor de Desempeño

- **Suplementos**

Es el ajuste adicional o de compensación que se realiza en el estudio de tiempos, debido a factores como interrupciones inevitables, descansos programados, tiempo de espera, distracciones, fatiga, o cualquier otro factor que afecte el rendimiento real del operario [60]. En la Tabla 17, se puede observar las ponderaciones de los suplementos según la OIT.

Tabla 17. Suplementos según la OIT [61]

| SUPLEMENTOS CONTANTES | | | | | |
|---|---------------|--------------|---------------------------------|---------------|--------------|
| | Hombre | Mujer | | | |
| A. Suplemento por necesidades personales | 5 | 7 | | | |
| B. Suplemento base por fatiga | 4 | 4 | | | |
| SUPLEMENTOS VARIABLES | | | | | |
| | Hombre | Mujer | | Hombre | Mujer |
| A. Suplementos por trabajar de pie | 2 | 4 | F. Concentración Intensa | | |
| B. Suplementos por posturas anormal | | | Trabajo de cierta precisión | 0 | 0 |
| Ligeramente incómodo | 0 | 1 | Trabajo preciso o fatigoso | 2 | 2 |
| Incómodo (inclinado) | 2 | 3 | Trabajo de gran precisión | 5 | 5 |
| Muy incómodo (echado, estirado) | 7 | 7 | | | |
| C. Uso de fuerza/energía muscular | | | G. Ruido | | |
| Peso levantar (Kg) | | | Continuo | 0 | 0 |
| 2,5 | 0 | 1 | Intermitente y Fuerte | 2 | 2 |
| 5 | 1 | 2 | Intermitente y muy fuerte | 5 | 5 |
| 10 | 3 | 4 | | | |
| 25 | 9 | 20 | H. Tensión mental | | |
| 35,5 | 22 | - | Proceso bastante complejo | 1 | 1 |
| | | | Proceso complejo | 4 | 4 |
| D. Mala iluminación | | | Muy complejo | 8 | 8 |
| Ligeramente por debajo de la potencia | 0 | 0 | | | |
| Bastante por debajo | 2 | 2 | I. Monotonía | | |
| Absolutamente insuficiente | 5 | 5 | Trabajo algo monótono | 0 | 0 |
| | | | Trabajo bastante monótono | 1 | 1 |
| E. Condiciones atmosféricas | | | Trabajo muy monótono | 4 | 4 |
| Índice de enfriamiento: ml cal/cm2/seg | | | | | |
| 16 | 0 | 0 | J. Tedio | | |
| 8 | 10 | 10 | Trabajo algo aburrido | 0 | 0 |
| 4 | 45 | 45 | Trabajo bastante aburrido | 2 | 1 |
| 2 | 100 | 100 | Trabajo muy aburrido | 5 | 2 |

- ***Tiempo estándar***

Es el tiempo calculado de manera precisa y detallada para completar una tarea específica, bajo condiciones óptimas e ideales, es la representación de un rendimiento teórico o de referencia, para el cálculo se necesita el producto entre el tiempo normal y la suma de uno más suplementos [59]. Como se puede observar en la ecuación (7).

$$Ts = TN * (1 + S) \quad (7)$$

Dónde:

TS: Tiempo Estándar

TN: Tiempo normal

S= Suplementos

- ***Frecuencia – número de ciclos***

Es el número de veces que se realiza una actividad o proceso particular en un período de tiempo determinado. Esta información es esencial para determinar la duración promedio de una actividad o tarea y calcular cuánto trabajo se puede realizar en función de la frecuencia de las repeticiones [62].

- ***Tiempo homologado***

Se calcula dividiendo el tiempo estándar por la frecuencia, como se aprecia en la Ecuación (8) [62].

$$\text{Tiempo homologado} = \frac{\text{Tiempo estándar}}{\text{Frecuencia}} \quad (8)$$

h. Fase 4: Identificación de Oportunidades

Después de haber realizado el análisis de datos y calculado los tiempos, se procede a identificar las oportunidades de mejora, se examina los tiempos más largos e ineficientes para buscar una posible causa. El objetivo es implementar mejoras o cambios para reducir los tiempos y aumentar la eficiencia [57].

i. Fase 5: Implementación de mejoras y seguimientos

Se realiza mediante métodos, herramientas y técnicas, con el objetivo de ser más eficientes, es importante realizar evaluaciones periódicas para comparar los tiempos antes y después de la implementación de las mejoras [57].

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar la metodología Lean Manufacturing en los procesos productivos de la empresa Confecciones Deportivas PISCIS.

1.4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la situación actual de la empresa mediante el mapa de la cadena de valor (Value Stream Mapping - VSM).
- Seleccionar las herramientas de la metodología Lean Manufacturing para reducir los principales desperdicios.
- Establecer propuestas de acción para la aplicación de las herramientas de la metodología Lean Manufacturing.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

En la Tabla 18 se detalla los materiales utilizados en la presente investigación

Tabla 18. Materiales Utilizados

| Materiales | Descripción | Figura |
|------------------------|--|---|
| Cronómetro | Se empleó con el propósito de medir con precisión la duración de las distintas actividades. |  |
| Flexómetro | Para medir distancias de manera precisa y eficaz |  |
| Microsoft Word | Se utilizó para organizar la información y en el desarrollo del informe final |  |
| Microsoft Excel | Se usó para recopilar, analizar los datos obtenidos. |  |
| Microsoft Visio | En la creación de representaciones visuales de manera clara y concisa de los diagramas técnicos. |  |
| Apuntes | Se usó para recopilar información sobre la empresa y sus procesos de producción. |  |
| Computador | Se utilizó en la creación del informe final, además de ser fundamental en la búsqueda de información relevante acerca del tema de estudio. |  |
| Celular | Se usó en la recopilación de información y para registrar fotografías de las diferentes áreas y procesos productivos. |  |

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de la investigación

Para el desarrollo del proyecto se puso en práctica las siguientes modalidades de investigación:

a) Investigación Bibliográfica – Documental:

Mediante la búsqueda y recopilación de información se desarrolló el tema estudiado, a través de artículos y revistas científicas como Web of Science, Scopus, Scielo, Latindex, Dialnet, World eBook Fair; libros, tesis, congresos mediante los repositorios y bibliotecas digitales como E-Book, eLibro, finalmente se comprendió la importancia de la metodología Lean Manufacturing, así como la transcendencia de poder eliminar desperdicio y actividades que no generen valor.

b) Investigación de campo:

Para el desarrollo de la investigación, se acudió a las instalaciones de la empresa Confecciones Deportivas PISCIS, esta acción permitió obtener información directa y recopilar datos de primera mano al sumergirnos en los procesos, al interactuar con los operarios se emplearon técnicas como la observación directa e instrumentos específicos como fichas de observación, fichas de recolección de información, cursogramas con el propósito de recopilar información de manera precisa y detallada.

c) Investigación aplicada:

Mediante esta investigación se propuso una solución a los problemas identificados en la empresa Confecciones Deportivas PISCIS. Para lograrlo, se utilizaron herramientas de diagnóstico como el VSM para comprender el estado actual del sistema de producción. Además, se emplearon herramientas operativas para mejorar la eficiencia de los procesos, reducir el desperdicio y eliminar actividades innecesarias. Asimismo, se aplicaron herramientas de seguimiento para monitorear el rendimiento y el desempeño de los procesos, lo que permitió obtener una retroalimentación constante con el objetivo de maximizar la calidad y el valor para el cliente.

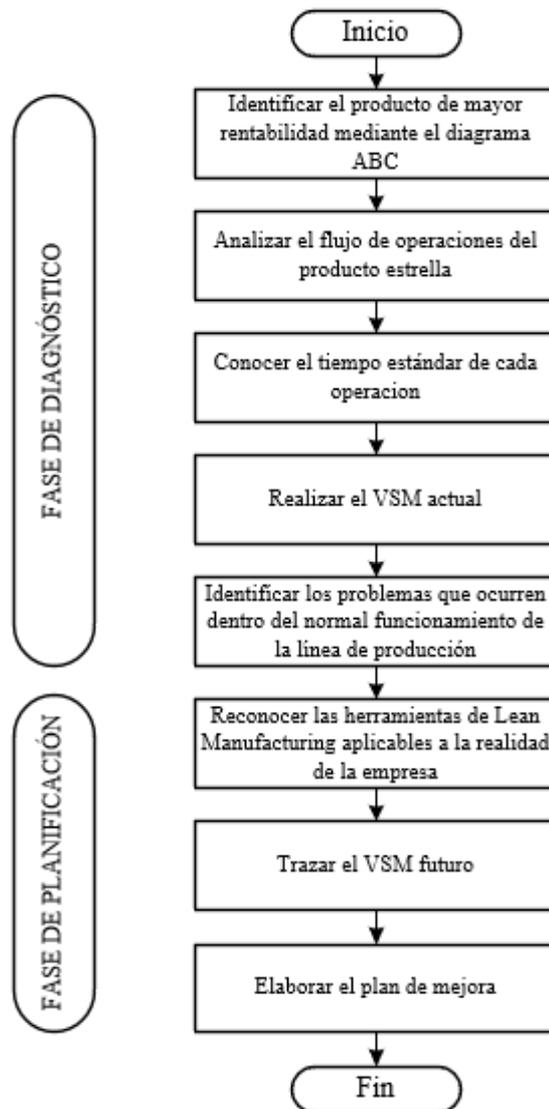


Figura 3. Fases para la implementación de la metodología Lean Manufacturing

En la Figura 3 se presenta las etapas para realizar la implementación de la metodología Lean Manufacturing, por lo cual, se obtuvo una solución a la problemática actual que enfrenta la empresa.

2.2.2 Población y muestra

En el presente proyecto, se desarrolló en todo el equipo de trabajo de las diferentes áreas del proceso productivo de la empresa Confecciones Deportivas PISCIS, el cual está integrado por 30 operarios, en la Tabla 19, se aprecia de manera detallada la población de estudio. Para la muestra con respecto a las mediciones y observaciones,

se trabajó con la Tabla 15. Número de observaciones por el Método General Electric para el estudio de tiempos.

Tabla 19. Población y muestra

| Proceso | Área | Número de operarios |
|--------------|--------------------|---------------------|
| Estratégico | Gerencia | 1 |
| | Diseño gráfico | 2 |
| Operativos | Confección | 11 |
| | Sublimación | 2 |
| | Corte | 4 |
| | Bordar | 2 |
| | Control de calidad | 3 |
| Apoyo | Compra y contratos | 5 |
| TOTAL | | 30 |

2.2.3 Recolección de información

Para la recolección de información en la empresa Confecciones Deportivas PISCIS, se lo realizó de manera directa en las instalaciones de la organización, teniendo en cuenta la jornada laboral, con el fin de caracterizar la situación actual de los procesos productivos mediante herramientas y métodos de recolección de información. En la Tabla 20 se aprecia las técnicas y herramientas a utilizadas en el proyecto de investigación.

Tabla 20. Técnicas y herramientas

| Actividad | Métodos o Técnicas | Herramientas |
|---|---|--|
| Conocer los procesos de producción. | Observación Directa | Fichas de observación Fichas de recolección de información Matriz de mapeo de productos. |
| Describir las áreas del proceso. | | Fichas de observación Diagramas de flujo |
| Caracterizar el flujo del proceso | | Fichas de recolección de información Cursogramas analíticos |
| Cronometrar los tiempos de las actividades | Observación Directa Cronometraje | Software Microsoft Excel, Word Formulario del estudio de tiempos |
| Relacionar los tiempos de cada actividad dentro del VSM | Método descriptivo de análisis de datos | |

| Actividad | Métodos o Técnicas | Herramientas |
|---|---|---|
| Elaborar el VSM actual | Método descriptivo de análisis de datos | Software Microsoft Visio |
| Analizar el VSM sobre los desperdicios | Método descriptivo | VSM actual |
| Identificar las herramientas | Método descriptivo y bibliográfico | Fichas de las herramientas de Lean Manufacturing. |
| Aplicar de forma teórica las herramientas | | Matriz de análisis de las herramientas |
| Elaborar un VSM propuesto | | Software Microsoft Visio |

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos, se utilizaron diversas herramientas, entre las cuales se incluyen:

- **Microsoft Word:** Este software fue empleado para documentar de manera exhaustiva toda la información recopilada durante la investigación bibliográfica y documental. Asimismo, se utilizó para registrar los datos obtenidos en la investigación de campo permitiendo así una gestión integral de la información en el contexto de este proyecto.
- **Microsoft Visio:** Este software resultó esencial para la creación de los mapas de flujo de valor (VSM) tanto actual como futuro, utilizando los datos recopilados mediante observación directa. Su facilidad de uso y capacidad de diagramación contribuyeron significativamente a la representación visual precisa de los procesos.
- **Microsoft Excel:** Se empleó esta herramienta como una plataforma eficaz para el registro, procesamiento y análisis de datos. Aquí, se aplicaron técnicas estadísticas que permitieron cuantificar de manera precisa los niveles de desperdicio presentes en el área operativa del proyecto.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Historia de la empresa

Confecciones Deportivas Piscis comenzó su operación el 30 de mayo de 1988, estableciendo un sólido historial de 35 años en la industria textil nacional, gracias a la oferta de productos de alta calidad. Desde sus primeros años, la empresa se ha especializado en la fabricación de ropa deportiva y uniformes escolares.

A medida que el tiempo ha avanzado, Confecciones Deportivas Piscis ha ampliado su catálogo para incluir una variada selección de modelos de ropa deportiva provenientes de diversas instituciones educativas en la ciudad de Ambato. Este esfuerzo se ha llevado a cabo con el propósito de brindar una mejor atención a la comunidad y satisfacer las cambiantes necesidades de los clientes.

Uno de los pilares fundamentales de la empresa es su destacada capacidad para satisfacer la demanda de los clientes al inicio de cada periodo lectivo, lo que le ha otorgado un reconocimiento a nivel provincial y nacional debido a su dedicación y esfuerzo en el ámbito de la industria textil.

3.2 Datos empresariales

En la Tabla 21 se presenta información detallada de la empresa, como su ubicación, dirección de correo electrónico, número de teléfono horario de atención. Esta información brinda una referencia rápida y totalmente confiable sobre la empresa objeto de estudio, además que agrega un nivel de credibilidad y profesionalismo en la investigación realizada. Del mismo modo, garantiza la transparencia de la información y datos obtenidos, lo que aumenta la fiabilidad del estudio llevado a cabo.

Tabla 21: Datos empresariales

| CONFECCIONES DEPORTIVAS PISCIS | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| Representante | Santiana Navas Luis Eugenio |
| Teléfono | 0988420991 |
| E-mail | confecciones_piscis@hotmail.com |

| CONFECCIONES DEPORTIVAS PISCIS | |
|---|--|
| Logo |  |
| Ubicación | |
| Provincia | Tungurahua |
| Cantón | Ambato |
| Parroquia | La Merced |
| Dirección | César Viteri y Tarquino Toro. |
|  | |
| Horario de atención | De Lunes a Viernes 08h00 – 12h00 14h00 – 18h00 |

La accesibilidad a esta información empresarial brinda a los lectores la posibilidad de verificar la autenticidad de los datos presentados en esta investigación. Además, refuerza la solidez de los argumentos expuestos. Por último, proporcionar información de contacto de la empresa en cuestión permite que otros investigadores accedan a la misma fuente con el fin de comprobar los hallazgos encontrados.

3.3 Política empresarial

a. Misión

Diseñamos y fabricamos prendas deportivas de alta calidad, fusionando innovación en diseño y materiales con una funcionalidad excepcional para potenciar el rendimiento de nuestros clientes en su actividad deportiva. Además, estamos comprometidos con prácticas empresariales, sostenibles y socialmente responsables, contribuyendo así a un mundo mejor

b. Visión

Para 2025, buscamos ser la marca líder en confecciones deportivas a nivel nacional, destacándonos por la innovación en diseño, calidad excepcional y un compromiso firme con la satisfacción del cliente. Nuestra meta es ofrecer las prendas deportivas más avanzadas, manteniendo un sólido enfoque en sostenibilidad y responsabilidad social

Valores empresariales

- a. Calidad:*** La empresa Confecciones Deportivas PISCIS se compromete a la fabricación de productos de alta calidad que cumplan con los estándares y expectativas de los clientes. La calidad no solo se refiere a los productos finales, sino también a los procesos de producción y a la selección de materiales.
- b. Sostenibilidad:*** La empresa Confecciones Deportivas PISCIS está inmiscuida en la sostenibilidad ambiental, Además de adoptar prácticas sostenibles en la producción, como la reducción de residuos, el uso de materiales ecológicos y la minimización de su huella de carbono.
- c. Innovación:*** La empresa Confecciones Deportivas PISCIS tiene por objetivo innovar en sus diseños, procesos y productos. Valorar la creatividad y la búsqueda constante de formas más eficientes y atractivas de fabricar y presentar nuestros productos que puede marcar la diferencia en un mercado competitivo.
- d. Responsabilidad Social Empresarial (RSE):*** La empresa Confecciones Deportivas PISCIS involucra aspectos como la promoción de condiciones laborales justas en la cadena de suministro, el apoyo a comunidades locales y la promoción de prácticas éticas en todas las operaciones de la empresa.

3.4 Organigrama estructural

La estructura organizativa de Confecciones Deportivas PISCIS se caracteriza por su simplicidad, la cual es inherente a su naturaleza como empresa familiar. En esta organización, la gerencia asume la responsabilidad de supervisar diversos departamentos empresariales, como se aprecia en la Figura 4. Cabe mencionar que, para la presente investigación, se enfocó únicamente en el departamento de producción conformado por el área de confección, recepción y almacenamiento de materia prima.

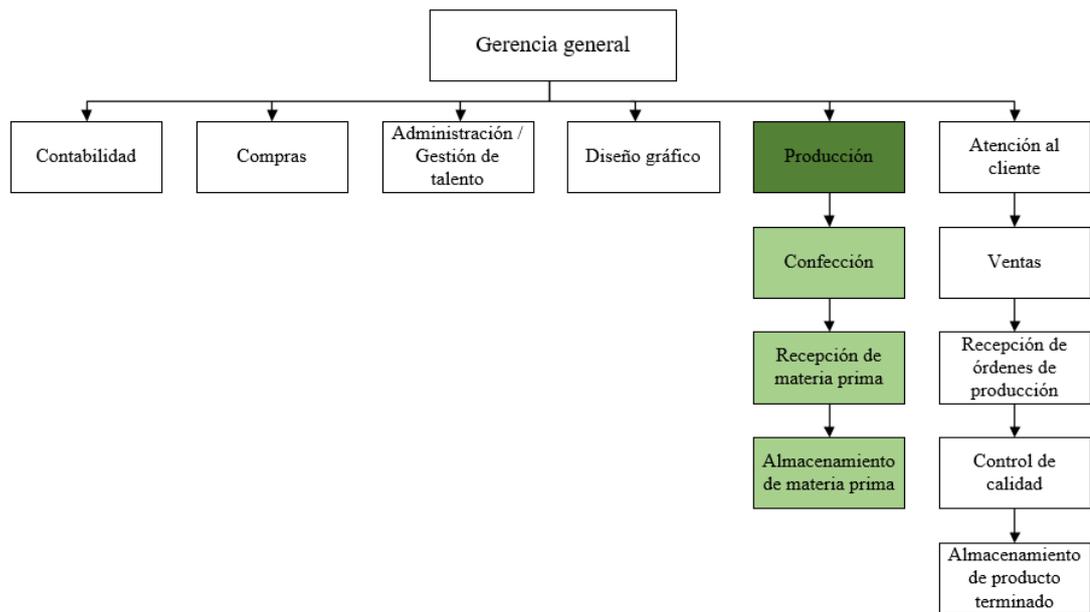


Figura 4. Organigrama Estructural

El área de producción está conformada por 21 operarios, quienes desempeñan el papel de supervisar y ejecutar la confección de productos. Este proceso abarca desde la recepción hasta el almacenamiento estratégico de la materia prima. Simultáneamente, el departamento de atención al cliente, integrado por un equipo de 7 operarios altamente capacitados, asume la responsabilidad de las operaciones relacionadas con las ventas, el seguimiento de las órdenes de producción, el riguroso control de calidad y la gestión eficiente del almacenamiento del producto finalizado

Esta estructura organizativa simple refleja la esencia de una empresa familiar, por lo cual, facilita la asignación de roles y responsabilidades. En consecuencia, esto contribuye a mantener la eficiencia y el funcionamiento armonioso de Confecciones Deportivas PISCIS.

3.5 Productos ofertados por la empresa

En un mercado altamente competitivo, es de vital importancia la presentación adecuada de los productos que una empresa ofrece, ya que esta estrategia resulta fundamental para atraer y retener a los clientes. En este contexto, En la Tabla 22 se detallan los productos ofrecidos por la empresa Confecciones Deportivas PISCIS. Esta tabla no solo facilita la visualización de la variada gama de productos, sino que también contribuye significativamente a fortalecer su imagen empresarial.

Tabla 22: Productos empresa Confecciones Deportivas PISCIS

| Producto | Gráfico |
|--|---|
| Conjunto Deportivo Unidad Educativa “Bolívar” |  |
| Conjunto Deportivo Unidad Educativa “Indoamérica” |  |
| Conjunto Deportivo Unidad Educativa “Ambato” |  |
| Conjunto Deportivo Unidad Educativa “Eloy Alfaro” |  |
| Conjunto Deportivo Unidad Educativa “Rumiñahui” |  |
| Conjunto Deportivo Unidad Educativa “Luis A. Martínez” |  |
| Conjunto Deportivo Unidad Educativa “Juan Montalvo” |  |

Análisis

La identificación precisa de los productos proporciona al investigador una visión integral, facilitando la identificación de áreas de mejora, oportunidades de expansión y posibles desafíos. Este análisis meticuloso no solo enriquece la calidad y pertinencia

de la investigación, sino que también agiliza la toma de decisiones estratégicas, tanto para el producto bajo estudio como para otros productos vinculados a la empresa.

3.6 Producto de mayor rentabilidad

En la siguiente investigación, en la Tabla 23 se registra el número de las unidades vendidas de los productos ofertados durante julio a septiembre de 2023. Entendiéndose como al conjunto deportivo una unidad, la cual está conformada por una camiseta, una chompa, un pantalón y una pantaloneta.

Tabla 23: Unidades vendidas

| Productos | Unidades vendidas |
|--------------------------|--------------------------|
| U. E. "Luis A. Martínez" | 243 |
| U. E. "Indoamérica" | 189 |
| U. E. "Simón Bolívar" | 161 |
| U. E. "Ambato" | 139 |
| U. E. "Eloy Alfaro" | 114 |
| U. E. "Rumiñahui" | 97 |
| U. E. "Juan Montalvo" | 68 |
| Total | 1011 |

Análisis

Con base en los datos del número de unidades vendidas, la presente investigación se orienta hacia el análisis del producto de mayor demanda, específicamente el conjunto deportivo de la U. E. "Luis A. Martínez" que registró la venta de 243 unidades durante el período de estudio.

La estrategia de centrarse en el producto más demandado no solo persigue la maximización de la eficiencia en una línea de producción específica, sino que también proyecta beneficios hacia otras líneas de productos, dada la homogeneidad en los procesos de fabricación, donde la diferencia principal radica únicamente en el proceso de bordado. Esta decisión se sustenta en el hecho de que el producto con mayor demanda genera ingresos económicos superiores en comparación con otros artículos de la línea. Mediante la optimización y refinamiento de los procesos de fabricación del

producto líder, se establece una base sólida para la implementación de mejoras similares en la producción de otros artículos. Este enfoque estratégico no solo atiende a la demanda actual del mercado, sino que también proporciona las bases para una gestión más eficiente y rentable de toda la gama de productos.

La Tabla 24 presenta el ciclo de producción que atraviesan los distintos productos de la empresa.

Tabla 24. Proceso productivo de los productos

| Producto / Proceso | U. E. Luis A. Martínez | U. E. Indoamérica | U. E. Simón Bolívar | U. E. Ambato | U. E. Eloy Alfaro | U. E. Rumiñahui | U. E. Juan Montalvo |
|--------------------|------------------------|-------------------|---------------------|--------------|-------------------|-----------------|---------------------|
| Corte | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Confección | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Bordado | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Inspección | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Almacenamiento | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

Análisis

La Tabla 24 revela una notoria uniformidad en el proceso de fabricación de los siete conjuntos deportivos, desde las etapas iniciales de corte hasta las fases finales de inspección y almacenamiento, con la única variabilidad en el proceso de bordado, donde se incorporan los distintos logotipos correspondientes a cada unidad educativa.

Al constatar que los conjuntos deportivos comparten métodos de manufactura idénticos y características similares, se toma la decisión estratégica de enfocar la atención en el producto de mayor demanda. Esta elección se fundamenta en la premisa de que incrementar la producción del artículo más solicitado redundará en una optimización de la eficiencia operativa de los demás productos, logrando satisfacer la demanda del consumidor. Este enfoque estratégico no solo simplificará la gestión de

inventarios, sino que también reducirá posibles complicaciones en la cadena de suministro, generando ventajas significativas en términos de rentabilidad y satisfacción del cliente.

3.7 Áreas de la empresa

La empresa tiene diferentes áreas funcionales que desempeñan roles específicos que se describen en la Tabla 25.

Tabla 25. Áreas de la empresa

| Área | Descripción |
|----------------------------|--|
| Diseño gráfico | Esta área se encarga de la creación y diseño de nuevos productos textiles. Además, este departamento tiene como objetivo la conceptualización de diseños, selección de materiales. |
| Compras | Esta área se encarga de adquirir los materiales y componentes necesarios para la producción, como telas, hilos, botones, entre otros. También negocia con proveedores y gestiona el inventario de materias primas. |
| Ventas | Aquí se desarrollan estrategias de marketing, publicidad y ventas para promocionar los productos textiles y llegar a los clientes. Incluye la gestión de ventas al por mayor y al por menor. |
| Gestión del Talento | Se encarga de la contratación, capacitación, desarrollo y gestión de los empleados. También se ocupa de los aspectos legales y las políticas internas de recursos humanos. |
| Gestión de Calidad | Se dedica a garantizar que los productos textiles cumplan con los estándares de calidad establecidos. Esto implica inspecciones, pruebas y control de calidad en el proceso de producción. |
| Servicio al Cliente | Atiende las consultas y preocupaciones de los clientes, gestiona las entregas del producto. |
| Bodega | Desempeña un papel fundamental en la gestión de materias primas, inventario y logística, asegurando un flujo de trabajo eficiente y contribuyendo a la satisfacción del cliente al garantizar la disponibilidad oportuna de productos. |
| Contabilidad | Gestiona las finanzas de la empresa, incluyendo la contabilidad, el presupuesto, la planificación financiera y la gestión de activos. También se ocupa de temas como la facturación y el control de costos. |
| Producción | Es donde se fabrican los productos textiles en masa. Incluye la gestión de la cadena de suministro, la producción de textiles, el corte y confección, así como el control de calidad para garantizar que los productos cumplan con los estándares. |
| Corte de Telas | Las telas se cortan según los patrones de diseño para cada producto. Esta etapa implica la precisión y el aprovechamiento eficiente del material para minimizar el desperdicio. |
| Confección | Los componentes de la prenda, como las piezas cortadas, se ensamblan mediante costura. Los operarios en esta etapa siguen patrones específicos y utilizan máquinas de coser y otros equipos de costura. |
| Empaque | Las prendas terminadas se etiquetan con información relevante, como tallas, instrucciones de cuidado y etiquetas de marca. Luego, se empaquetan para su almacenamiento. |

Análisis

La comprensión detallada de la estructura y áreas de la empresa es esencial, ya que proporciona una base sólida para realizar un análisis de eficiencia operativa, identificar posibles áreas de mejora, evaluar la dinámica interna y comprender las interrelaciones entre las distintas áreas organizativas. Este análisis exhaustivo habilita al investigador para identificar oportunidades estratégicas y mejorar la gestión empresarial. Además, el conocimiento profundo de la estructura y áreas de una empresa facilita la toma de decisiones, enriqueciendo la calidad y aplicabilidad de la investigación.

3.8 Cursograma analítico

Un cursograma es una representación gráfica de las actividades en un proceso productivo que contribuyen al valor final del producto. Se emplea la simbología de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME en inglés), donde las operaciones se representan con una circunferencia, los transportes con una flecha, las inspecciones con un cuadrado, los retrasos con el símbolo de demoras, y las actividades de almacenamiento con un triángulo invertido. Esta notación facilita una comprensión visual clara de las diferentes etapas del proceso.

Las actividades del proceso se definieron meticulosamente mediante la observación directa, lo que aseguró una comprensión precisa de las tareas involucradas. La recopilación de información se realizó mediante fichas de observación para capturar de manera sistemática los datos relevantes. Los tiempos asociados a cada actividad fueron determinados también mediante la observación directa, lo que permitió establecer los puntos de quiebre para una estimación realista de la duración de las tareas. Para el cronometraje preciso de los tiempos, se empleó la técnica vuelta a cero, que garantiza registrar con exactitud el inicio y fin de cada actividad.

En las Tablas 26, 27, 28 y 29 se encuentran los cursogramas analíticos para la fabricación de camisetas, chompas, pantalones y pantalonetas, respectivamente. Cada cursograma incluye un resumen al final que abarca el recuento total de operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenamientos, así como la totalización de los tiempos y distancias recorridas.

Tabla 26. Cursograma analítico para la fabricación de camisetas

|  | | Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial | | |  | | | | | |
|---|---|--|---------------|----------------------|---|-----------------------|---|---------------|---|---------------|
| Empresa: | | Confecciones Deportivas PISCIS | | | | | | | | |
| Área: | | Producción | | Diagrama No. | | 1 | | | | |
| Producto | | Camisetas | | Hoja No. | | 01 de 01 | | | | |
| Responsable: | | Operario | | Fecha: | | Octubre 26, 2023 | | | | |
| Método | | Actual | | X | | Realizado por: | | | | |
| | | Propuesto | | | | Kevin Santiana | | | | |
| | | | | Revisado por: | | Ing. Daysi Ortiz | | | | |
| Cursograma analítico de los procesos | | | | | | | | | | |
| Identificación de actividades | | Cantidad | Distancia (m) | Tiempo (seg) | Símbolo de diagrama | | | | | Observaciones |
| No | Actividad | | | | ● | ➔ | ■ | ● | ▼ | |
| 1 | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 6 rollos | 9,4 | 17,48 | ○ | ➔ | □ | D | ▼ | |
| 2 | Doblar la tela | 1 rollo | - | 1,29 | ● | ⇒ | □ | D | ▼ | |
| 3 | Tallaje de tela | 1 rollo | - | 0,46 | ● | ⇒ | □ | D | ▼ | |
| 4 | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 600 p | 7,1 | 0,56 | ○ | ➔ | □ | D | ▼ | |
| 5 | Cosido de hombros y costados | 300 u | - | 0,79 | ● | ⇒ | □ | D | ▼ | |
| 6 | Cosido de cuello | 300 u | - | 0,41 | ● | ⇒ | □ | D | ▼ | |
| 7 | Cosido de mangas | 300 u | - | 0,66 | ● | ⇒ | □ | D | ▼ | |
| 8 | Cosido de dobladillos y bastas | 300 u | - | 0,51 | ● | ⇒ | □ | D | ▼ | |
| 9 | Llevar camiseta a la bordadora | 300 u | 6,8 | 0,3 | ○ | ➔ | □ | D | ▼ | |
| 10 | Encuadrar camiseta en bordadora | 300 u | - | 0,4 | ● | ⇒ | □ | D | ▼ | |
| 11 | Entamborar camiseta en bordadora | 300 u | - | 0,07 | ● | ⇒ | □ | D | ▼ | |
| 12 | Bordado en camiseta | 300 u | - | 1,2 | ● | ⇒ | □ | D | ▼ | |
| 13 | Transporte de camisetas a perchas | 300 u | 22,4 | 0,81 | ○ | ➔ | □ | D | ▼ | |
| 14 | Corte de hilos - remate | 300 u | - | 0,37 | ● | ⇒ | □ | D | ▼ | |
| 15 | Inspección de fallas | 300 u | - | 1,05 | ○ | ⇒ | ■ | D | ▼ | |
| 16 | Espera a que haya 10 unidades listas | 10 u | - | 1,97 | ○ | ⇒ | □ | ● | ▼ | |
| 17 | Empaque | 300 u | - | 0,29 | ● | ⇒ | □ | D | ▼ | |
| 18 | Almacenamiento de producto terminado | 300 u | - | 0,19 | ○ | ⇒ | □ | D | ▼ | |
| RESUMEN | | | | | | | | | | |
| Actividad | | Cantidad | Distancia (m) | Tiempo (s) | | | | Observaciones | | |
| Operación | | 11 | - | 6,45 | ● | | | | | |
| Transporte | | 4 | 45,7 | 19,15 | ➔ | | | | | |
| Inspección | | 1 | - | 1,05 | ■ | | | | | |
| Demora | | 1 | - | 1,97 | ● | | | | | |
| Almacenaje | | 1 | - | 0,19 | ▼ | | | | | |
| TOTAL | | 18 | 45,7 | 28,81 | | | | | | |

Tabla 27. Cursograma analítico para la fabricación de chompas

|  | | Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial | | |  | | | | | |
|---|--|--|---------------|---------------------|---|-----------------------|---|---------------|---|---------------|
| Empresa: | | Confeciones Deportivas PISCIS | | | | | | | | |
| Área: | | Producción | | Diagrama No. | | 1 | | | | |
| Producto | | Chompa | | Hoja No. | | 01 de 01 | | | | |
| Responsable: | | Operario | | Fecha: | | Octubre 26, 2023 | | | | |
| Método | | Actual | | X | | Realizado por: | | | | |
| | | Propuesto | | | | Revisado por: | | | | |
| | | | | | | Kevin Santiana | | | | |
| | | | | | | Ing. Daysi Ortiz | | | | |
| Cursograma analítico de los procesos | | | | | | | | | | |
| Identificación de actividades | | Cantidad | Distancia (m) | Tiempo (seg) | Símbolo de diagrama | | | | | Observaciones |
| No | Actividad | | | | ● | ➔ | ■ | ● | ▼ | |
| 1 | Llevar la tela de la bodega a la mesa de trabajo | 6 rollos | 9,4 | 17,54 | ○ | ➔ | □ | D | ▼ | |
| 2 | Doblar la tela | 1 rollo | - | 1,99 | ● | ➔ | □ | D | ▼ | |
| 3 | Tallaje de tela | 1 rollo | - | 0,49 | ● | ➔ | □ | D | ▼ | |
| 4 | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 500 p | 7,1 | 0,55 | ○ | ➔ | □ | D | ▼ | |
| 5 | Cosido de hombros y costados | 250 u | - | 1,21 | ● | ➔ | □ | D | ▼ | |
| 6 | Cosido de mangas | 250 u | - | 0,41 | ● | ➔ | □ | D | ▼ | |
| 7 | Busqueda de cierre en bodega | 250 u | - | 1,56 | ○ | ➔ | □ | ● | ▼ | |
| 8 | Cosido de cierres | 250 u | - | 0,65 | ● | ➔ | □ | D | ▼ | |
| 9 | Cosido de bolsillos | 250 u | - | 0,64 | ● | ➔ | □ | D | ▼ | |
| 10 | Pegado de capucha | 250 u | - | 0,55 | ● | ➔ | □ | D | ▼ | |
| 11 | Llevar chompa a la bordadora | 250 u | 6,8 | 0,31 | ○ | ➔ | □ | D | ▼ | |
| 12 | Encuadrar chompa en bordadora | 250 u | - | 0,47 | ● | ➔ | □ | D | ▼ | |
| 13 | Entamborar chompa en bordadora | 250 u | - | 0,13 | ● | ➔ | □ | D | ▼ | |
| 14 | Bordado en chompa | 250 u | 22,4 | 1,2 | ● | ➔ | □ | D | ▼ | |
| 15 | Transporte de chompa a percha | 250 u | - | 0,52 | ○ | ➔ | □ | D | ▼ | |
| 16 | Corte de hilos – remate | 250 u | - | 0,45 | ● | ➔ | □ | D | ▼ | |
| 17 | Inspección de fallas | 250 u | - | 1,05 | ○ | ➔ | ■ | D | ▼ | |
| 18 | Espera a que haya 10 unidades listas | 10 u | - | 2,02 | ○ | ➔ | □ | ● | ▼ | |
| 19 | Empaque | 250 u | - | 0,3 | ● | ➔ | □ | D | ▼ | |
| 20 | Almacenamiento de producto terminado | 250 u | - | 0,16 | ○ | ➔ | □ | D | ▼ | |
| RESUMEN | | | | | | | | | | |
| Actividad | | Cantidad | Distancia (m) | Tiempo (s) | | | | Observaciones | | |
| Operación | | 12 | - | 7,57 | ● | | | | | |
| Transporte | | 4 | 45,7 | 19,84 | ➔ | | | | | |
| Inspección | | 1 | - | 1,05 | ■ | | | | | |
| Demora | | 2 | - | 3,58 | ● | | | | | |
| Almacenaje | | 1 | - | 0,16 | ▼ | | | | | |
| TOTAL | | 20 | 45,7 | 32,2 | | | | | | |

Tabla 28. Cursograma analítico para la fabricación de pantalones

|  | | Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial | | |  | | | | | |
|--|---|--|----------------------|-----------------------|--|---|---|---|---|---------------|
| Empresa: | | Confecciones Deportivas PISCIS | | | | | | | | |
| Área: | | Producción | Diagrama No. | | 1 | | | | | |
| Producto | | Pantalón | Hoja No. | | 01 de 01 | | | | | |
| Responsable: | | Operario | | Fecha: | | Octubre 26, 2023 | | | | |
| Método | | Actual | X | Realizado por: | | Kevin Santiana | | | | |
| | | Propuesto | | Revisado por: | | Ing. Daysi Ortiz | | | | |
| Cursograma analítico de los procesos | | | | | | | | | | |
| Identificación de actividades | | | | | | | | | | |
| No | Actividad | Cantidad | Distancia (m) | Tiempo (seg) | Símbolo de diagrama | | | | | Observaciones |
| | | | | |  |  |  |  |  | |
| 1 | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 6 rollos | 9,4 | 17,35 |  |  |  |  |  | |
| 2 | Doblar la tela | 1 rollo | - | 1,32 |  |  |  |  |  | |
| 3 | Tallaje de tela | 1 rollo | - | 0,36 |  |  |  |  |  | |
| 4 | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 580 p | 7,1 | 0,56 |  |  |  |  |  | |
| 5 | Cosido de costados y entrepiernas | 290 u | - | 0,82 |  |  |  |  |  | |
| 6 | Busqueda de elástico en bodega | 250 u | - | 1,61 |  |  |  |  |  | |
| 7 | Pasar elásticos | 290 u | - | 0,35 |  |  |  |  |  | |
| 8 | Cosido de bolsillos | 290 u | - | 0,63 |  |  |  |  |  | |
| 9 | Cosido de bastas | 290 u | - | 0,19 |  |  |  |  |  | |
| 10 | Transporte de pantalones a perchas | 290 u | 22,4 | 0,55 |  |  |  |  |  | |
| 11 | Corte de hilos – remate | 290 u | - | 0,35 |  |  |  |  |  | |
| 12 | Pasado de cordón | 290 u | - | 0,6 |  |  |  |  |  | |
| 13 | Inspección de fallas | 290 u | - | 1,02 |  |  |  |  |  | |
| 14 | Espera a que haya 10 unidades listas | 10 u | - | 1,95 |  |  |  |  |  | |
| 15 | Empaque | 290 u | - | 0,33 |  |  |  |  |  | |
| 16 | Almacenamiento de producto terminado | 290 u | - | 0,18 |  |  |  |  |  | |
| RESUMEN | | | | | | | | | | |
| Actividad | | Cantidad | Distancia (m) | Tiempo (s) | Observaciones | | | | | |
| Operación  | | 9 | - | 4,95 | | | | | | |
| Transporte  | | 3 | 38,9 | 18,46 | | | | | | |
| Inspección  | | 1 | - | 1,02 | | | | | | |
| Demora  | | 2 | - | 3,56 | | | | | | |
| Almacenaje  | | 1 | - | 0,18 | | | | | | |
| TOTAL | | 16 | 38,9 | 28,17 | | | | | | |

Tabla 29. Cursograma analítico para la fabricación de pantalonetas

|  | | Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial | | |  | | | | | |
|--|---|--|----------------------|-----------------------|--|---|---|---|---|---------------|
| Empresa: | | Confecciones Deportivas PISCIS | | | | | | | | |
| Área: | | Producción | Diagrama No. | | 1 | | | | | |
| Producto | | Pantaloneta | Hoja No. | | 01 de 01 | | | | | |
| Responsable: | | Operario | Fecha: | | Octubre 26, 2023 | | | | | |
| Método | | Actual | X | Realizado por: | | Kevin Santiana | | | | |
| | | Propuesto | | Revisado por: | | Ing. Daysi Ortiz | | | | |
| Cursograma analítico de los procesos | | | | | | | | | | |
| Identificación de actividades | | | | | | | | | | |
| No | Actividad | Cantidad | Distancia (m) | Tiempo (seg) | Símbolo de diagrama | | | | | Observaciones |
| | | | | |  |  |  |  |  | |
| 1 | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 6 rollos | 9,4 | 17,5 |  |  |  |  |  | |
| 2 | Doblar la tela | 1 rollo | - | 0,99 |  |  |  |  |  | |
| 3 | Tallaje de tela | 1 rollo | - | 0,34 |  |  |  |  |  | |
| 4 | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 600 p | 7,1 | 0,56 |  |  |  |  |  | |
| 5 | Cosido de costados y entrepiernas | 310 u | - | 0,55 |  |  |  |  |  | |
| 6 | Busqueda de elástico en bodega | 250 u | - | 1,57 |  |  |  |  |  | |
| 7 | Pasar elásticos | 310 u | - | 0,57 |  |  |  |  |  | |
| 8 | Cosido de bastas | 310 u | - | 0,18 |  |  |  |  |  | |
| 9 | Transporte de pantalones a perchas | 310 u | - | 0,5 |  |  |  |  |  | |
| 10 | Corte de hilos – remate | 310 u | 22,4 | 0,25 |  |  |  |  |  | |
| 11 | Inspección de fallas | 310 u | - | 1,03 |  |  |  |  |  | |
| 12 | Espera a que haya 10 unidades listas | 10 u | - | 1,93 |  |  |  |  |  | |
| 13 | Empaque | 310 u | - | 0,2 |  |  |  |  |  | |
| 14 | Almacenamiento de producto terminado | 310 u | - | 0,18 |  |  |  |  |  | |
| RESUMEN | | | | | | | | | | |
| Actividad | | Cantidad | Distancia (m) | Tiempo (s) | Observaciones | | | | | |
| Operación  | | 7 | - | 3,33 | | | | | | |
| Transporte  | | 3 | 38,9 | 18,31 | | | | | | |
| Inspección  | | 1 | - | 1,03 | | | | | | |
| Demora  | | 2 | - | 3,5 | | | | | | |
| Almacenaje  | | 1 | - | 0,18 | | | | | | |
| TOTAL | | 14 | 38,9 | 26,35 | | | | | | |

Análisis

En el proceso de fabricación de camisetas, se realizan 17 actividades distribuidas de la siguiente manera: 11 operaciones con un tiempo homologado de 6,45 segundos; 4 transportes de 45,7 metros (19,15 segundos), 1 inspección (1,05 segundos), 1 demora (1,97 segundos) y 1 almacenamiento (0,19 segundos).

Para la chompa, se ejecutan 20 actividades: 12 operaciones con un tiempo homologado de 7,57 segundos; 4 transportes de 45,7 metros (19,84 segundos), 1 inspección (1,05 segundos), 2 demoras (3,58 segundos) y 1 almacenamiento (0,16 segundos).

En el proceso de pantalones, se realizan 16 actividades: 9 operaciones, con un tiempo estandarizado de 4,95 segundos; 3 transportes de 38,9 metros (18,46 segundos); 1 inspección (1,02 segundos); 2 demoras (3,56 segundos) y 1 almacenamiento (0,18 segundos).

Para la pantaloneta, se ejecutan 14 actividades: 7 operaciones con un tiempo homologado de 3,33 segundos; 3 transportes de 38,9 metros (18,31 segundos), 1 inspección (1,03 segundos), 2 demoras (3,50 segundos) y 1 almacenamiento (0,18 segundos).

En el análisis de las operaciones, es esencial identificar cada actividad y evaluar su eficiencia, duración y calidad de ejecución para buscar mejoras. En los transportes, se examina la necesidad real y posibles optimizaciones. La inspección se enfoca en garantizar la calidad del producto. Se busca eliminar las demoras y retrasos, además de mejorar la organización y accesibilidad en la actividad de almacenamiento. Este enfoque detallado permite identificar áreas específicas para la mejora continua, con el objetivo de maximizar la eficiencia en todos los aspectos del proceso.

3.9 Estudio de tiempos

3.9.1 Número de mediciones

En el estudio de tiempos para la fabricación del conjunto deportivo de la U. E. "Luis A Martínez", se comienza con un análisis minucioso de cada actividad. Después se

realiza un cronometraje preliminar de 10 mediciones para determinar el número de observaciones, según se detalla en la Tabla 15. Número de observaciones por el Método General Electric [59]. La selección de este método se fundamenta por su capacidad para equilibrar la precisión necesaria con la eficiencia en la recolección de datos. Por lo que se utiliza una fórmula estadística que considera la variabilidad inherente en el proceso, lo que posibilita obtener resultados confiables con un número óptimo de observaciones. En la Tabla 30 se presenta el número de mediciones realizadas para la actividad de doblado de tela.

En el Anexo A, se encuentra el resumen de las mediciones preliminares de todas las actividades en el proceso productivo.

Tabla 30. Mediciones preliminares

| Actividad | Doblar la tela | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Mediciones preliminares | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | 188 | 190 | 191 | 187 | 187 | 189 | 190 | 191 | 188 | 187 |
| Tiempo de ciclo | 188,8 segundos = 3,15 min | | | | | | | | | |
| Número de observaciones | 15 | | | | | | | | | |
| Mediciones realizadas | 188 | 190 | 191 | 187 | 187 | 189 | 190 | 191 | 188 | 187 |
| | 189 | 187 | 188 | 189 | 188 | | | | | |

Análisis

Con las 10 mediciones preliminares, se determinó un tiempo de ciclo de 3,15 minutos, Según el método de General Electric se requiere realizar 15 mediciones para esta actividad, por lo tanto, se realizaron 5 mediciones adicionales para completar el número de observaciones necesario.

3.9.2 Factor de desempeño

El factor de desempeño se determina a través de la observación de campo y el criterio del investigador. Estas evaluaciones se detallan en diferentes escalas, las cuales se justifican en la Tabla 31

Tabla 31. Justificación del factor de desempeño

| Escala | Justificación |
|--------|---|
| 75% | El trabajador se muestra constante y sin apuros, aparentemente lento pero eficiente |
| 100% | El trabajador es activo y competente, con un nivel de habilidad medio |
| 125% | El trabajador es muy rápido, demostrando seguridad, destreza y coordinación en sus movimientos y actividades. |

En la Tabla 32 se detallan las actividades para la fabricación de camisetas, incluyendo sus respectivos factores de desempeño. En el Anexo B, se encuentra un resumen de las actividades junto con sus respectivos factores de desempeño.

Tabla 32. Factor de desempeño para la fabricación de camisetas

| Factor de desempeño | | |
|---------------------|---|--------|
| Producto | Actividad | Escala |
| Camisetas | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 85% |
| | Doblar la tela | 100% |
| | Tallaje de tela | 100% |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 75% |
| | Cosido de hombros y costados | 100% |
| | Cosido de cuello | 100% |
| | Cosido de mangas | 115% |
| | Cosido de dobladillos y bastas | 115% |
| | Llevar camiseta a la bordadora | 85% |
| | Encuadrar camiseta en bordadora | 115% |
| | Entamborar camiseta en bordadora | 100% |
| | Bordado en camiseta | 100% |
| | Transporte de camisetas a perchas | 85% |
| | Corte de hilos - remate | 115% |
| | Inspección de fallas | 85% |
| | Espera a que haya 10 unidades listas para empacar | 115% |
| | Empaque | 100% |
| | Almacenamiento de producto terminado | 115% |

En conformidad con la sugerencia de la OIT para el estudio de tiempo, se opta por emplear un factor de desempeño del 85%, considerando que el operario realiza sus tareas de manera constante, sin apuros y sin pérdida de tiempo. Asimismo, se utiliza

un factor de desempeño del 115% cuando el operario es excepcionalmente rápido y demuestra coordinación en sus movimientos. Estos criterios han sido establecidos por el investigador a través de la técnica de observación directa.

3.9.3 Tiempo normal

El tiempo normal se calcula utilizando la Ecuación (6). En la Tabla 33, se presenta el cálculo para el tiempo normal para la actividad de doblado de tela.

Tabla 33. Cálculo del tiempo normal

| Actividad | Doblar la tela | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Mediciones realizadas | 188 | 190 | 191 | 187 | 187 | 189 | 190 | 191 | 188 | 187 |
| | 189 | 187 | 188 | 189 | 188 | | | | | |
| Tiempo promedio observado | 188.60 segundos | | | | | | | | | |
| Factor de desempeño | 100% | | | | | | | | | |
| Cálculo | $\begin{aligned} \text{Tiempo Normal} &= TMO \times FD \\ \text{Tiempo normal} &= 188.60 \text{ seg} \times 100\% \\ \text{Tiempo normal} &= 188.60 \text{ seg} \end{aligned}$ | | | | | | | | | |
| Tiempo Normal | 188.60 segundos | | | | | | | | | |

Análisis

En la actividad de doblado de tela, el tiempo promedio observado es de 188,60 segundos, y el factor de desempeño es del 100%, indicando que el trabajador es activo y competente con un nivel de habilidad medio, lo que resulta en un tiempo. normal de 188,60 segundos al multiplicar estos datos.

3.9.4 Suplementos

La evaluación de los suplementos constantes y variables se realiza utilizando la tabla propuesta por la OIT, (Tabla 17). En la fabricación del conjunto deportivo, el operario a cargo del proceso es de género femenino. En la Tabla 34 se detallan los suplementos para la fabricación de camisetas. En el Anexo C, se proporciona un resumen donde se especifican los suplementos para todas las actividades que interfieren en el proceso productivo.

Tabla 34. Suplementos para la fabricación de camisetas

| Suplementos para la fabricación de camisetas | | | | | | | | |
|--|---|-----------|----------|---------------------|-----------------|-----------|-------------------|-------|
| Producto | Actividad | Operario | | Constantes | | Variables | | Total |
| | | Masculino | Femenino | Necesidades básicas | Base por fatiga | De pie | Bastante aburrido | |
| Camisetas | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Doblar la tela | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Tallaje de tela | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Cosido de hombros y costados | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Cosido de cuello | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Cosido de mangas | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Cosido de dobladillos y bastas | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Llevar camiseta a la bordadora | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Encuadrar camiseta en bordadora | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Entamborar camiseta en bordadora | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Bordado en camiseta | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Transporte de camisetas a perchas | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Corte de hilos - remate | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Inspección de fallas | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Espera a que haya 10 unidades listas para empacar | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Empaque | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| Almacenamiento de producto terminado | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% | |

Análisis

Necesidades básicas = 7: Indica un alto nivel de satisfacción en aspectos fundamentales del entorno laboral, como salario, seguridad y condiciones adecuadas.

Base por fatiga = 4: Sugiere que la fatiga es notable, aunque no excesiva. Podrían implementarse medidas para abordarla y mejorar la energía y productividad de los empleados.

Trabajar de pie = 4: Indica que trabajar de pie no es predominante, pero sigue siendo relevante. Sería beneficioso explorar mejoras en la comodidad y ergonomía para estos empleados.

Trabajo bastante aburrido = 1: Similar al punto anterior, indica que el trabajo no se percibe como aburrido, lo cual es positivo para mantener la motivación y compromiso en el trabajo.

3.9.5 Tiempos estándar

Empleando la información suministrada, se procedió al cálculo del tiempo estándar mediante la Ecuación (7), la cual ofrece una estimación teórica para la conclusión de una tarea específica. Los resultados de estos cálculos para la actividad de doblar la tela se detallan en la Tabla 35.

Tabla 35. Cálculo del tiempo estándar

| | |
|------------------------|---|
| Actividad | Doblar la tela |
| Tiempo normal | 188.60 segundos |
| Suplementos | 16% |
| Cálculo | $TS = TN \times (1 + S)$ $TS = 188.60 \text{ seg} \times (1 + 16\%)$ $TS = 218.76 \text{ seg.}$ |
| Tiempo estándar | 218.76 segundos |

Análisis

En la tarea de doblado de tela, el tiempo normal es de 188,60 segundos. Se aplicó un suplemento del 16% debido a que el trabajador realiza la tarea de pie, la actividad es considerada bastante monótona y aburrida. Además, se observa una base de fatiga notable y se cumplen las necesidades básicas del operador. Estos factores resultan en un tiempo estándar ajustado de 218,76 segundos.

3.9.6 Frecuencia

En el estudio de tiempos, la frecuencia indica cuántas veces se repite una actividad en un periodo específico, registrada durante un tiempo específico. La Tabla 36 detalla la frecuencia de las actividades en la fabricación de camisetas. Además, en el Anexo D, se proporciona un resumen con los números de ciclos para las actividades que afectan el proceso productivo.

Tabla 36. Frecuencia de camisetas

| Frecuencia | | |
|------------|---|------------|
| Producto | Actividad | Frecuencia |
| Camisetas | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 6 |
| | Doblar la tela | 56 |
| | Tallaje de tela | 30 |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 66 |
| | Cosido de hombros y costados | 55 |
| | Cosido de cuello | 47 |
| | Cosido de mangas | 53 |
| | Cosido de dobladillos y bastas | 58 |
| | Llevar camiseta a la bordadora | 33 |
| | Encuadrar camiseta en bordadora | 50 |
| | Entamborar camiseta en bordadora | 50 |
| | Bordado en camiseta | 50 |
| | Transporte de camisetas a perchas | 43 |
| | Corte de hilos - remate | 25 |
| | Inspección de fallas | 75 |
| | Espera a que haya 10 unidades listas para empacar | 25 |
| | Empaque | 78 |
| | Almacenamiento de producto terminado | 65 |

3.9.7 Tiempo homologado

Empleando la información suministrada, se procedió al cálculo del tiempo homologado mediante la Ecuación (8), la cual ofrece el tiempo real para la fabricación de una unidad. Los resultados de estos cálculos para la actividad de doblar la tela se detallan en la Tabla 37.

Tabla 37. Cálculo del tiempo homologado

| | |
|--------------------------|--|
| Actividad | Doblar la tela |
| Tiempo estándar | 218,78 segundos |
| Frecuencia | 130 |
| Cálculo | $Tiempo\ homologado = \frac{TS}{Frecuencia}$ $Tiempo\ homologado = \frac{218,78\ seg.}{130}$ $Tiempo\ homologado = 1,68\ seg.$ |
| Tiempo homologado | 1,68 segundos |

Análisis

En la actividad de doblado de tela, el tiempo estándar es de 218,78 segundos para un total de 130 repeticiones. Al realizar el cálculo, se obtiene un tiempo homologado de 1,68 segundos, representando el tiempo promedio para fabricar una unidad.

La Tabla 38 presenta un resumen del estudio de tiempos asociado a la producción de camisetas, chompas, pantalones y pantalonetas, respectivamente.

Tabla 38. Resumen del estudio de tiempos

| Producto | Actividad | Tiempo estándar (s) |
|-----------------|---|---------------------|
| CAMISETA | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 114,87 |
| | Doblar la tela | 218,78 |
| | Tallaje de tela | 66,85 |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 91,99 |
| | Cosido de hombros y costados | 132,02 |
| | Cosido de cuello | 67,88 |
| | Cosido de mangas | 88,03 |
| | Cosido de dobladillos y bastas | 67,83 |
| | Llevar camiseta a la bordadora | 67,54 |
| | Encuadrar camiseta en bordadora | 53,55 |
| | Entamborar camiseta en bordadora | 9,79 |
| | Bordado en camiseta | 139,20 |
| | Transporte de camisetas a perchas | 53,31 |
| | Corte de hilos - remate | 33,25 |
| | Inspección de fallas | 115,46 |
| | Espera a que haya 10 unidades listas | 70,04 |
| | Empaque | 28,27 |
| | Almacenamiento de producto terminado | 16,65 |
| CHOMPA | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 115,31 |
| | Doblado de tela | 240,12 |
| | Tallaje de tela | 71,11 |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 91,11 |
| | Cosido de hombros y costados | 175,54 |
| | Cosido de mangas | 66,88 |
| | Búsqueda de cierre en bodega | 71,53 |
| | Cosido de cierres | 106,01 |
| | Cosido de bolsillos | 93,13 |

| Producto | Actividad | Tiempo estándar (s) |
|---|---|---|
| | Pegado de capucha | 90,63 |
| | Llevar chompa a la bordadora | 50,42 |
| | Encuadrar chompa en bordadora | 62,04 |
| | Entamborar chompa en bordadora | 18,95 |
| | Bordado en chompa | 139,20 |
| | Transporte de chompa a percha | 56,73 |
| | Corte de hilos - remate | 39,93 |
| | Inspección de fallas | 115,26 |
| | Espera a que haya 10 unidades listas | 71,77 |
| | Empaque | 28,92 |
| | Almacenamiento de producto terminado | 14,66 |
| | PANTALÓN | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo |
| Doblar tela | | 127,31 |
| Tallaje tela | | 52,72 |
| Llevar la tela cortada a la mesa de costura | | 92,73 |
| Cosido de costados y entrepiernas | | 119,39 |
| Búsqueda de elástico en bodega | | 71,77 |
| Pasar elásticos | | 50,90 |
| Cosido bolsillos | | 90,89 |
| Cosido bastas | | 27,38 |
| Transporte de pantalones a perchas | | 52,72 |
| Corte de hilos - remate | | 31,47 |
| Pasado de cordón | | 53,58 |
| Inspección de fallas | | 111,22 |
| Espera a que haya 10 unidades listas | | 69,23 |
| Empaque | | 31,61 |
| Almacenamiento de producto terminado | | 16,05 |
| PANTALONETA | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 115,02 |
| | Doblar la tela | 119,36 |
| | Tallaje de tela | 48,76 |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 92,83 |
| | Cosido de costados – entrepiernas | 79,80 |
| | Búsqueda de elástico en bodega | 69,99 |
| | Pasar elásticos | 75,31 |
| | Cosido de bastas | 25,98 |
| | Transporte de pantalones a perchas | 55,02 |
| | Corte hilos - remate | 21,77 |

| Producto | Actividad | Tiempo estándar (s) |
|----------|--------------------------------------|---------------------|
| | Inspección de fallas | 113,14 |
| | Espera a que haya 10 unidades listas | 68,61 |
| | Empaque | 18,66 |
| | Almacenamiento de producto terminado | 16,21 |

En el Anexo E, se encuentra de manera detalla los cálculos para la determinación del tiempo estándar.

3.10 Capacidad de producción actual

El tiempo total dedicado a la producción de un conjunto deportivo de la U. E. "Luis A Martínez" es de media jornada laboral, que equivale a 4 horas (14,400 segundos). Debido a que la fabricación de cada elemento del conjunto deportivo no ocurre de manera simultánea, se realiza un cálculo independiente de la producción para cada componente.

Para la actividad de doblado de tela de camisetas se tiene un total de 218,78 segundos, utilizando la Ecuación (5), se tiene que la capacidad de producción de este proceso es:

$$Cp = \frac{\textit{Tiempo disponible en una hora}}{\textit{Tiempo estándar}}$$

$$Cp = \frac{(3600 \frac{s}{h})}{218,78 \frac{s}{u}}$$

$$Cp = 16,45 \frac{u}{h}$$

La capacidad de proceso es de 16,45 u/h . Sin embargo, para las tareas específicas de doblado y tallaje de tela, se establece que, por cada unidad de tela, se obtiene en promedio 3 camisetas (6 patrones), 2 chompas (4 patrones), 2 pantalones (4 patrones) y 3 pantalonetas (6 patrones) debido a la restricción de la máquina cortadora. Por lo tanto, la capacidad de producción para estas actividades se calcula multiplicando la capacidad por el número de unidades obtenidas, como se detalla a continuación.

$$Cp = 16,45 \frac{u}{h} \times 3$$

$$Cp = 49,36 \frac{u}{h}$$

En la Tabla 39 resume los datos obtenidos para la capacidad de producción de diversas actividades.

Tabla 39. Cálculo para la capacidad de producción

| Producto | Actividad | TS (s) | TS (min) | N° de Est | N° de Op. | Cp Proceso (u/h) |
|-------------|----------------------------------|--------|----------|-----------|-----------|------------------|
| Camiseta | Doblar la tela | 218,78 | 3,65 | 1 | 2 | 49,36 |
| | Tallaje de tela | 66,85 | 1,11 | 1 | 2 | 161,56 |
| | Cosido de hombros y costados | 132,02 | 2,20 | 4 | 4 | 109,07 |
| | Cosido de cuello | 67,88 | 1,13 | 3 | 3 | 159,10 |
| | Cosido de mangas | 88,03 | 1,47 | 3 | 3 | 122,69 |
| | Cosido de dobladillos y bastas | 67,88 | 1,13 | 3 | 3 | 159,10 |
| | Encuadrar camiseta en bordadora | 53,55 | 0,89 | 2 | 2 | 134,45 |
| | Entamborar camiseta en bordadora | 9,79 | 0,16 | 3 | 3 | 1103,17 |
| | Bordado en camiseta | 139,20 | 2,32 | 4 | 4 | 103,45 |
| | Corte de hilos - remate | 33,25 | 0,55 | 1 | 2 | 108,27 |
| | Empaque | 28,27 | 0,47 | 1 | 2 | 127,34 |
| Chompa | Doblado de tela | 240,12 | 4,00 | 1 | 2 | 29,99 |
| | Tallaje de tela | 71,11 | 1,19 | 1 | 2 | 101,25 |
| | Cosido hombros y costados | 175,54 | 2,93 | 4 | 4 | 82,03 |
| | Cosido mangas | 66,88 | 1,11 | 3 | 3 | 161,48 |
| | Cosido cierres | 106,01 | 1,77 | 3 | 3 | 101,88 |
| | Cosido bolsillos | 93,13 | 1,55 | 3 | 3 | 115,97 |
| | Pegado de capucha | 90,63 | 1,51 | 3 | 3 | 119,17 |
| | Encuadrar chompa en bordadora | 62,04 | 1,03 | 3 | 3 | 174,08 |
| | Entamborar chompa en bordadora | 18,95 | 0,32 | 2 | 2 | 379,95 |
| | Bordado en chompa | 139,20 | 2,32 | 3 | 3 | 77,59 |
| | Corte de hilos - remate | 39,93 | 0,67 | 1 | 2 | 90,16 |
| Empaque | 28,92 | 0,48 | 1 | 2 | 124,48 | |
| Pantalón | Doblar tela | 127,31 | 2,12 | 1 | 2 | 56,55 |
| | Tallaje tela | 52,72 | 0,88 | 1 | 2 | 136,57 |
| | Cosidos costados, entrepiernas | 119,39 | 1,99 | 4 | 4 | 120,61 |
| | Pasar elásticos | 50,90 | 0,85 | 2 | 2 | 141,45 |
| | Cosido bolsillos | 90,89 | 1,51 | 3 | 3 | 118,82 |
| | Cosido bastas | 27,38 | 0,46 | 2 | 2 | 262,97 |
| | Corte hilos - remate | 31,47 | 0,52 | 1 | 2 | 114,39 |
| | Pasado de cordón | 53,58 | 0,89 | 1 | 2 | 67,19 |
| | Empaque | 31,61 | 0,53 | 1 | 2 | 113,89 |
| Pantaloneta | Doblar tela | 119,36 | 1,99 | 1 | 2 | 90,48 |
| | Tallaje tela | 48,76 | 0,81 | 1 | 2 | 221,49 |

| Producto | Actividad | TS (s) | TS (min) | N° de Est | N° de Op. | Cp Proceso (u/h) |
|----------|--------------------------------|--------|----------|-----------|-----------|------------------|
| | Cosidos costados, entrepiernas | 79,80 | 1,33 | 3 | 3 | 135,34 |
| | Pasar elásticos | 75,31 | 1,26 | 2 | 2 | 95,60 |
| | Cosido bastas | 25,98 | 0,43 | 2 | 2 | 277,14 |
| | Corte hilos - remate | 21,77 | 0,36 | 1 | 2 | 165,37 |
| | Empaque | 18,66 | 0,31 | 1 | 2 | 192,93 |

Análisis

Al examinar la información detallada en la Tabla 39, se logra identificar el proceso que limita la capacidad de producción en la manufactura de los conjuntos deportivos. Se reconoce que la actividad crítica o el cuello de botella es el doblaje de tela, ya que presenta una capacidad de producción significativamente menor.

Al identificar este punto crítico, resulta viable calcular la producción de cada elemento que compone un conjunto deportivo mediante la multiplicación de la capacidad de producción en una hora por las 4 horas de trabajo. Este enfoque nos brinda la capacidad de cuantificar de manera precisa la influencia del doblaje de tela en la producción global de los conjuntos deportivos. Esto, a su vez, ofrece una visión esencial para la optimización de los procesos.

$$\textit{Producción de camisetas} = 49,36 \frac{u}{h} \times 4h = 197,46 u$$

$$\textit{Producción de camisetas} = 197 u$$

$$\textit{Producción de chompas} = 29,99 \frac{u}{h} \times 4h = 119,94 u$$

$$\textit{Producción de chompas} = 119 u$$

$$\textit{Producción de pantalones} = 56,55,11 \frac{u}{h} \times 4h = 226,22 u$$

$$\textit{Producción de pantalones} = 226 u$$

$$\textit{Producción de pantaloneta} = 90,48 \frac{u}{h} \times 4h = 361,93 u$$

$$\textit{Producción de pantaloneta} = 361 u$$

3.11 VSM para la fabricación del conjunto (actual)

Para la elaboración del VSM, es esencial realizar una identificación exhaustiva y documentación detallada de todos los pasos del proceso productivo, desde la recepción de los materiales hasta la entrega final del producto. Este proceso englobó el análisis de los tiempos de ciclo, las esperas, la demanda, el inventario y cualquier forma de desperdicio. De este modo, se logró obtener una representación precisa y completa del mapa de flujo de valor existente. Este enfoque proporcionó una sólida base para identificar oportunidades de mejora y optimización en el sistema de producción.

3.11.1 Cálculo del nivel de inventario

Para convertir el nivel de inventario a tiempo (horas) se realiza mediante la Ecuación (1), como se detalla en la Tabla 40.

Tabla 40. Nivel de inventario

| Nivel de inventario | |
|------------------------------------|--|
| Cantidad de inventario (Ci) | 2 |
| Cálculo | $NI = \frac{\text{Tiempo disponible de producción (h)}}{\text{Demanda (u)} \times Ci (u)}$ $NI = \frac{4h}{197u} \times 2 = 0,04h$ |
| Nivel de inventario | 0,04 horas |

En las Figuras 5, 6, 7 y 8 se presenta el VSM de la fabricación de camisetas, chompas, pantalones y pantalonetas, respectivamente.

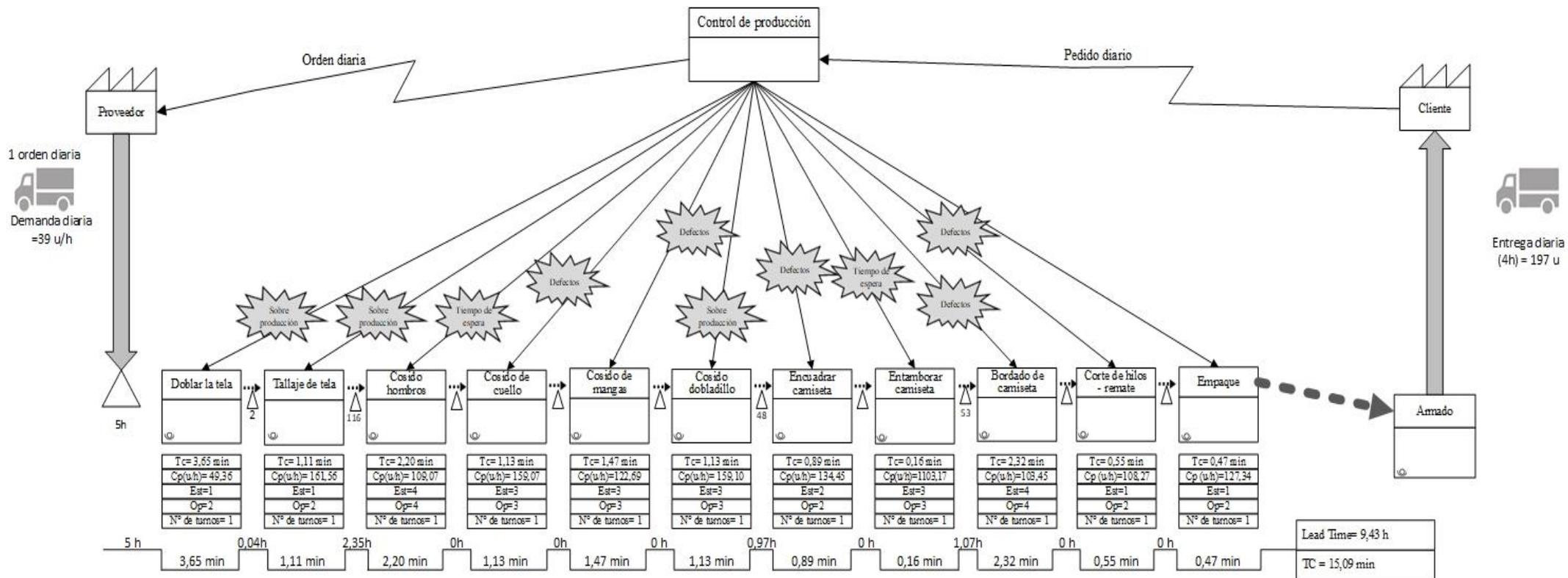


Figura 5. VSM de la fabricación de camisetas

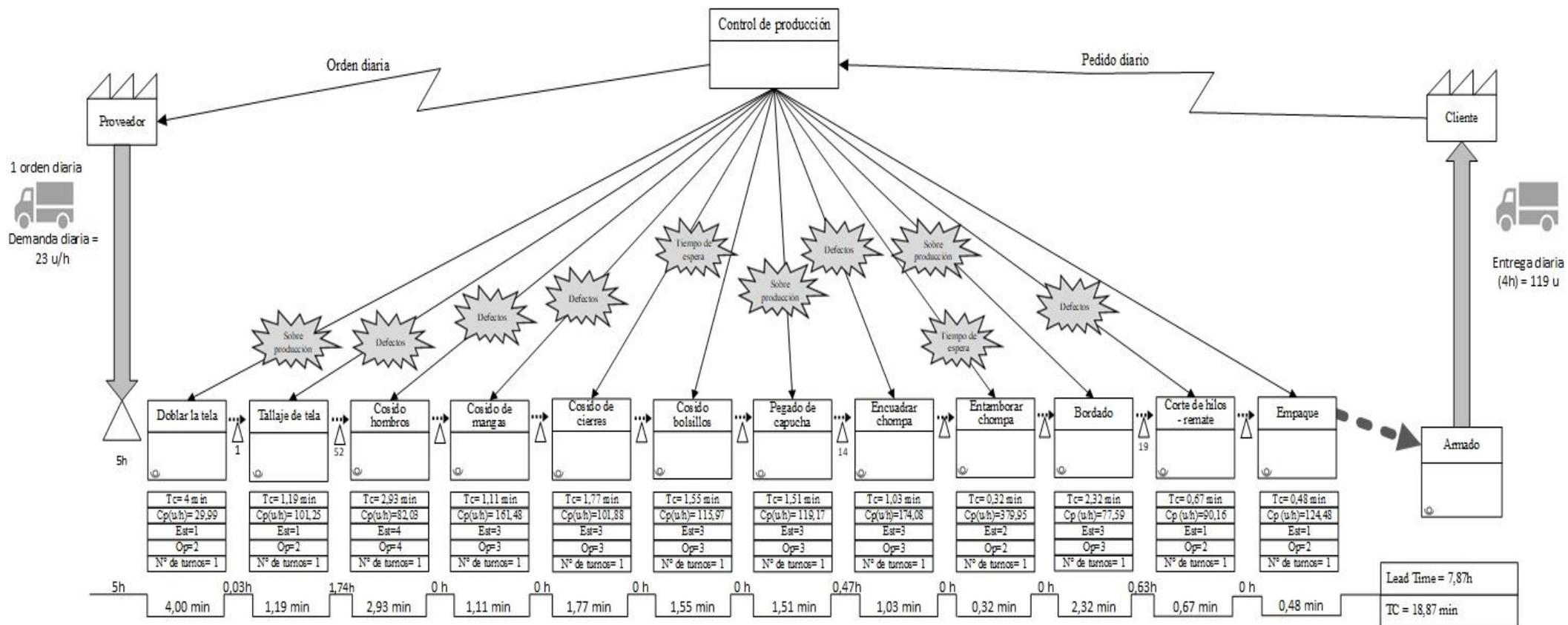


Figura 6. VSM de la fabricación de chompa

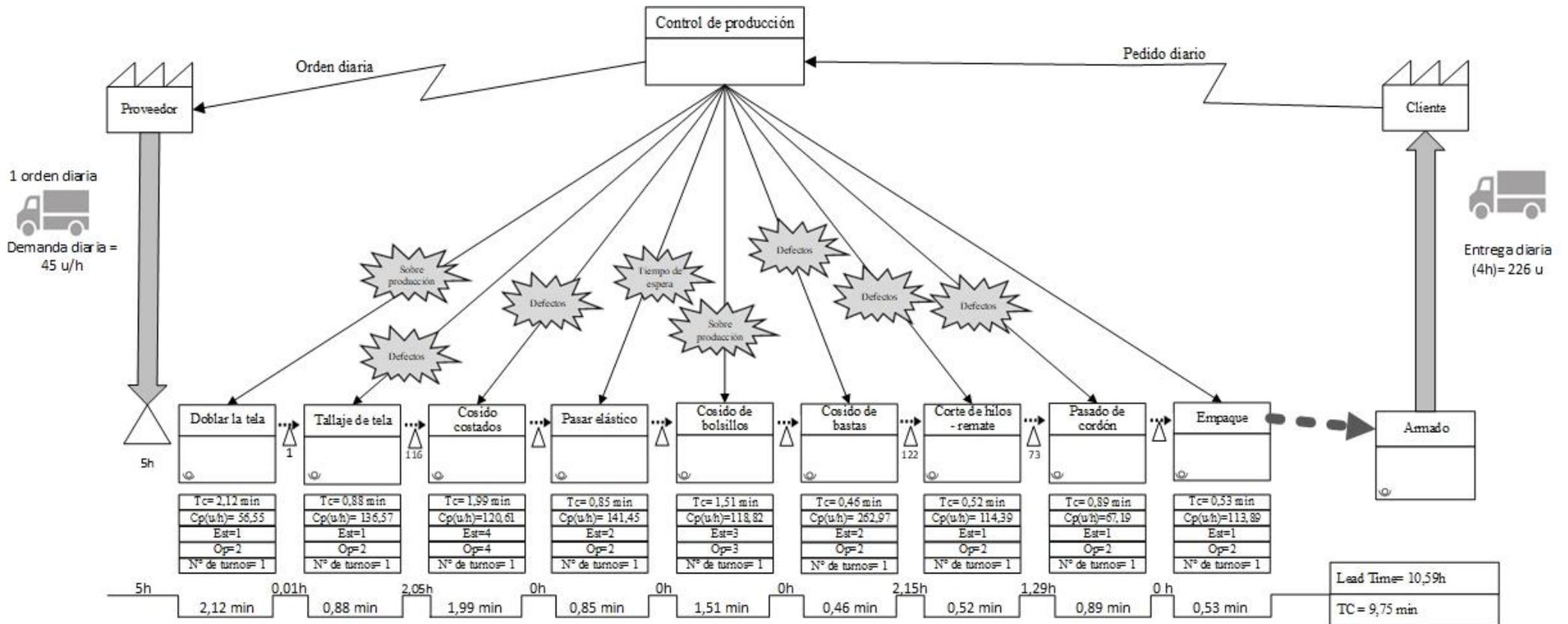


Figura 7. VSM de la fabricación de pantalones

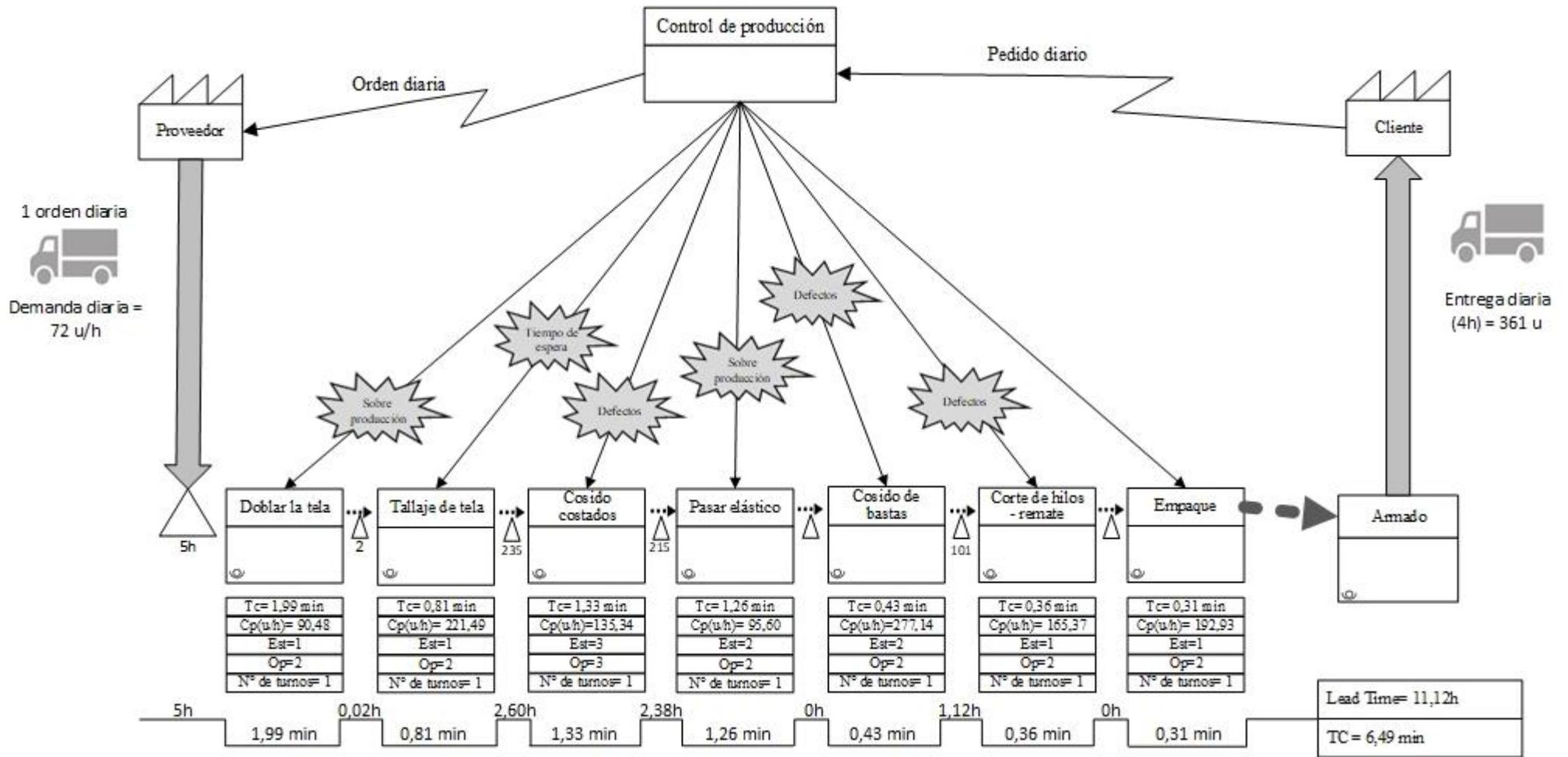


Figura 8. VSM de la fabricación de pantalonetas

Análisis

Al analizar el Mapa del Flujo de Valor (VSM) en las Figuras 5, 6, 7 y 8, se observa que la demanda diaria para la manufactura del conjunto deportivo de la Unidad Educativa "Luis A. Martínez" se basa en el número de chompas producidas, totalizando 119 unidades. Sin embargo, la capacidad de producción de la empresa en una hora se restringe a la fabricación de 23 conjuntos deportivos. En la Tabla 41 se especifica la producción por hora para cada elemento del conjunto deportivo, datos suministrados por la empresa.

Tabla 41. Unidades fabricadas en exceso

| Producto | Unidades producidas (h) | Total conjuntos deportivos (h) | Sobreproducción (h) |
|-----------------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| Camiseta | 39 | 23 | 16 |
| Chompa | 23 | 23 | - |
| Pantalón | 45 | 23 | 22 |
| Pantaloneta | 72 | 23 | 49 |

Análisis

Al realizar un análisis detallado de la demanda diaria por artículo, se identifica una sobreproducción de 16 camisetas, 22 pantalones y 49 pantalonetas en una hora de producción de conjuntos deportivos.

Para cada elemento, se calcula un Lead Time que refleja el intervalo temporal que abarca desde la realización de la solicitud a los proveedores para la entrega de insumos hasta la recepción en las instalaciones de la empresa estimado en 5 horas, además se incluye el tiempo necesario para la entrega del producto al cliente final. En el caso de la fabricación de camisetas, el Lead Time es de 9,43 horas, para las chompas es de 7,87 horas, los pantalones requieren 10,59 horas y las pantalonetas de 11,12 horas, Además, se tiene un tiempo de ciclo que para las camisetas es de 15,09 min, para las chompas es de 18,87 min, los pantalones presentan un tiempo de 9,75 min y las pantalonetas requieren 6,49 min. Este enfoque permite identificar y diferenciar los tiempos asociados con el proceso de producción, proporcionando información valiosa para la gestión eficiente de los recursos y la mejora continua de los procesos.

En el VSM se incluye las explosiones Kaizen, para la implementación de mejoras específicas a los desperdicios identificados mediante la filosofía de Lean Manufacturing. En el entorno del proceso productivo se identifican diversos desperdicios, entre ellos, los defectos de producción, la sobreproducción, los tiempos de espera, el sobre inventario, la subutilización de personal y los procesos innecesarios. La solución para abordar estos desperdicios implica la aplicación de herramientas operativas específicas con el objetivo de optimizar el proceso, asegurar la calidad del producto, reducir los tiempos de producción, gestionar eficazmente el inventario y mejorar la competitividad de la empresa. Este enfoque estratégico no solo busca corregir los desperdicios identificados, sino también busca establecer un entorno operativo más eficiente y sostenible a largo plazo.

3.12 Definición los problemas presentes en el proceso productivo.

En la Tabla 42 se especifican los desperdicios identificados durante el proceso de producción del conjunto deportivo de la U. E. "Luis A Martínez".

Tabla 42. Desperdicios encontrados en la empresa

|  | Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial | | | | | | | | | |  | | | | | |
|---|---|--------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|---|-----------|---------|-----------|--|--|
| Empresa: | Confecciones Deportivas PISCIS | | | | | | | | | | | | | | | |
| Área: | Producción | | Diagrama No. | | | 01 | | | Observación: | | | | | | | |
| Responsable: | Operario | | Fecha | | | Viernes 01, 2023 | | | | | | | | | | |
| Método | Actual | X | Realizado por: | | | Kevin Santiana | | | | | | | | | | |
| | Propuesto | | Revisado por: | | | Ing. Daysi Ortiz | | | | | | | | | | |
| Producto | Actividad | Agrega valor | No agrega valor | Desperdicios | | | | | | | | Propuesta | | | | |
| | | | | Sobre producción | Sobre inventario | Defectos | Transportes innecesarios | Movimientos innecesarios | Tiempos de espera | Procesos innecesarios | Gente poco utilizada | Eliminar | Mejorar | Disminuir | | |
| CAMISETA | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | | X | | | | | | | | | | | | | |
| | Doblar la tela | X | | X | | | | | | | | | | X | | |
| | Tallaje de tela | X | | X | X | X | | | | | | | | X | | |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | | X | | | | | | | | | | | | | |
| | Cosido de hombros y costados | X | | | | X | | | | | | | | X | | |
| | Cosido de cuello | X | | | | X | | | | | | | | X | | |
| | Cosido de mangas | X | | | | X | | | | | | | | X | | |
| | Cosido de dobladillos y bastas | X | | | | X | | | | | | | | X | | |
| | Llevar camiseta a la bordadora | | X | | | | | | | | | | | | | |
| | Encuadrar camiseta en bordadora | X | | | | | | | | | | | | | | |
| | Entamborar camiseta en bordadora | X | | | | X | | | | | | | X | | | |
| | Bordado en camiseta | X | | | | | | | | | | | | | | |
| | Transporte de camisetas a perchas | | X | | | | | | | | | | | | | |

| Producto | Actividad | Agrega valor | No agrega valor | Desperdicios | | | | | | | | Propuesta | | |
|-------------------------------|--|--------------|-----------------|------------------|------------------|----------|--------------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|-----------|---------|-----------|
| | | | | Sobre producción | Sobre inventario | Defectos | Transportes innecesarios | Movimientos innecesarios | Tiempos de espera | Procesos innecesarios | Gente poco utilizada | Eliminar | Mejorar | Disminuir |
| | Corte de hilos - remate | X | | | | | | | | | | | | |
| | Inspección de fallas | X | | | | | | | | | | | | |
| | Espera a que haya 10 unidades listas | | X | X | | | | | X | | | X | | |
| | Empaque | | X | | | | | | | | | | | |
| | Almacenamiento de producto terminado | | X | | X | | | | | | | | X | |
| CHOMPA | Llevar la tela de la bodega a la mesa de trabajo | | X | | | | | | | | | | | |
| | Doblar la tela | X | | X | | | | | | | | | X | |
| | Tallaje de tela | X | | X | | X | | | | | | | X | |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | | X | | | | | | | | | | | |
| | Cosido de hombros y costados | X | | | | X | | | | | | | X | |
| | Cosido de mangas | X | | | | X | | | | | | | X | |
| | Búsqueda de cierre en bodega | | X | | | | | | X | X | | X | | |
| | Cosido de cierres | X | | | | X | | | | | | | X | |
| | Cosido de bolsillos | X | | | | X | | | | | | | X | |
| | Pegado de capucha | X | | | | | | | | | | | | |
| | Llevar chompa a la bordadora | | X | | | | | | | | | | | |
| | Encuadrar chompa en bordadora | X | | | | | | | | | | | | |
| | Entamborar chompa en bordadora | X | | | | | X | | | | | X | | |
| | Bordado en chompa | X | | | | | | | | | | | | |
| Transporte de chompa a percha | | X | | | | | | | | | | | | |

| Producto | Actividad | Agrega valor | No agrega valor | Desperdicios | | | | | | | | Propuesta | | |
|----------|---|--------------|-----------------|------------------|------------------|----------|--------------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|-----------|---------|-----------|
| | | | | Sobre producción | Sobre inventario | Defectos | Transportes innecesarios | Movimientos innecesarios | Tiempos de espera | Procesos innecesarios | Gente poco utilizada | Eliminar | Mejorar | Disminuir |
| | Corte de hilos – remate | X | | | | | | | | | | | | |
| | Inspección de fallas | X | | | | | | | | | | | | |
| | Espera a que haya 10 unidades listas | | X | X | | | | | X | | | X | | |
| | Empaque | | X | | | | | | | | | | | |
| | Almacenamiento de producto terminado | | X | | | | | | | | | | | |
| PANTALÓN | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | | X | | | | | | | | | | | |
| | Doblar la tela | X | | X | | | | | | | | | X | |
| | Tallaje de tela | X | | X | X | X | | | | | | | X | |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | | X | | | | | | | | | | | |
| | Cosido de costados y entrepiernas | X | | | | X | | | | | | | X | |
| | Búsqueda de elástico en bodega | | X | | | | | | X | X | | X | | |
| | Pasar elásticos | X | | | | | | | | | | | | |
| | Cosido de bolsillos | X | | | | X | | | | | | | X | |
| | Cosido de bastas | X | | | | X | | | | | | | X | |
| | Transporte de pantalones a perchas | | X | | | | | | | | | | | |
| | Corte de hilos – remate | X | | | | | | | | | | | | |
| | Pasado de cordón | X | | | | | | | | | | | | |
| | Inspección de fallas | X | | | | | | | | | X | X | | |
| | Espera a que haya 10 unidades listas | | X | X | | | | | | X | | X | | |
| | Empaque | | X | | | | | | | | | | | |

| Producto | Actividad | Agrega valor | No agrega valor | Desperdicios | | | | | | | | Propuesta | | | |
|--------------------|---|--------------|-----------------|------------------|------------------|----------|--------------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|-----------|---------|-----------|--|
| | | | | Sobre producción | Sobre inventario | Defectos | Transportes innecesarios | Movimientos innecesarios | Tiempos de espera | Procesos innecesarios | Gente poco utilizada | Eliminar | Mejorar | Disminuir | |
| | Almacenamiento de producto terminado | | X | | X | | | | | | | | X | | |
| PANTALONETA | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | | X | | | | | | | | | | | | |
| | Doblar la tela | X | | X | | | | | | | | | X | | |
| | Tallaje de tela | X | | X | X | X | | | | | | | X | | |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | | X | | | | | | | | | | | | |
| | Cosido de costados y entrepiernas | X | | | | X | | | | | | | | X | |
| | Búsqueda de elástico en bodega | | X | | | | | | X | X | | | X | | |
| | Pasar elásticos | X | | | | | | | | | | | | | |
| | Cosido de bastas | X | | | | X | | | | | | | | X | |
| | Transporte de pantalones a perchas | | X | | | | | | | | | | | | |
| | Corte de hilos – remate | X | | | | | | | | | | | | | |
| | Inspección de fallas | X | | | | | | | | | | | | | |
| | Espera a que haya 10 unidades listas | | X | X | | | | | | X | | | X | | |
| | Empaque | | X | | | | | | | | | | | | |
| | Almacenamiento de producto terminado | | X | | X | | | | | | | | | X | |

La Tabla 43 muestra el porcentaje de desperdicio para cada categoría en la producción de los conjuntos deportivos.

Tabla 43. Desperdicios críticos en el proceso productivo

| Desperdicios | Cantidad | Porcentaje | Porcentaje acumulado | Zona |
|-----------------------|-----------|----------------|----------------------|------|
| Defectos | 19 | 37,25% | 37,25% | A |
| Sobre producción | 12 | 23,53% | 60,78% | A |
| Tiempos de espera | 7 | 13,73% | 74,51% | A |
| Sobre inventario | 6 | 11,76% | 86,27% | B |
| Gente poco utilizada | 4 | 7,84% | 94,12% | B |
| Procesos innecesarios | 3 | 5,88% | 100,00% | C |
| Total | 51 | 100,00% | | |

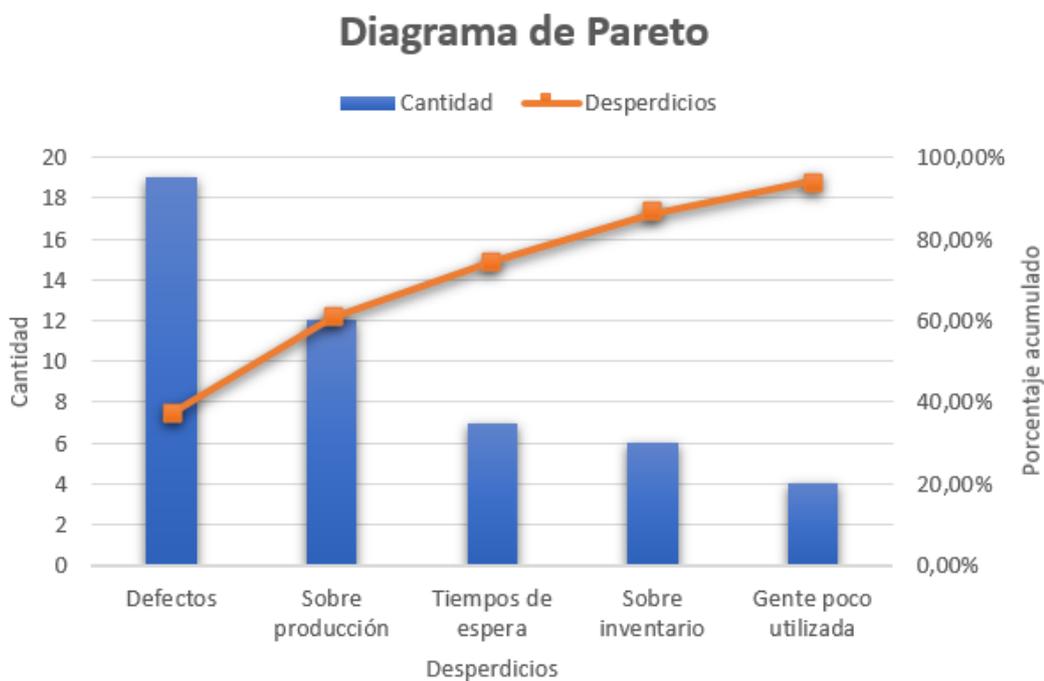


Figura 9. Desperdicios críticos en el proceso productivo

Análisis

La Figura 9 presenta los porcentajes correspondientes a los desperdicios identificados en el proceso productivo del conjunto deportivo de la U. E. "Luis A Martínez". Estos porcentajes se han categorizado en tres zonas distintas. En la Zona A se encuentran los desperdicios más críticos, destacando los defectos por producción con un 37,25%, la sobre producción con un 23,53%, y los tiempos de espera un 13,73%. En la zona B se

ubican los desperdicios de criticidad media, como el sobre inventario representando un 11,76%, la gente poco utilizada con un 7,84%. Por último, en la Zona C se sitúan los desperdicios de criticidad baja, siendo los procesos innecesarios responsables de un 5,88%. Este análisis zonal proporciona una visión estratégica, permitiendo focalizar esfuerzos y recursos en la mitigación de los desperdicios más críticos mientras se optimiza la gestión de aquellos de menor impacto.

Para el presente trabajo, el enfoque de investigación se centra específicamente en los desperdicios de mayor criticidad ubicados en la Zona A, como son los defectos por producción, la sobre producción y los tiempos de espera. Al adoptar la filosofía de Pareto del 80/20, se busca abordar en primer lugar aquellos desperdicios que generan el mayor impacto, es decir, aquellos que contribuyen de manera significativa al 80% de los problemas y resultados no deseados. Para realizar este enfoque, se ha realizado un análisis detallado de estos desperdicios como se expone a continuación.

Defectos

La generación de productos defectuosos se atribuye a diversas causas vinculadas a la calidad de la manufactura. Problemas como costuras fruncidas o arrugadas, errores de corte, costuras onduladas, producto con manchas de suciedad, puntadas apretadas o sueltas, costuras débiles o insuficientes, saltos de puntada, costuras torcidas, problemas en la unión de las piernas, costura de cierre irregular (tensión de hilo), desalineación de estampados o diseños, y bolsillos mal colocados o desalineados son factores clave que contribuyen a la producción de artículos defectuosos. Estos problemas se derivan de las fallas en los procesos de fabricación, la ausencia de control de calidad, el uso de equipos desgastados o mal mantenidos, falta de capacitación del personal y problemas de diseño.

Abordar eficazmente estas causas implica la implementación de prácticas de mejora continua, un control de calidad riguroso y una capacitación adecuada para el personal, con el objetivo de minimizar la ocurrencia de defectos y optimizar la eficiencia en la producción de bienes. En la Tabla 44 se presenta el porcentaje de productos defectuosos, según la inspección llevada a cabo por la persona encargada del control de calidad, correspondiente al mes de octubre.

Tabla 44. Productos defectuosos

| Prenda | Productos producidos | Productos defectuosos | Porcentaje de productos defectuosos |
|---------------|-----------------------------|------------------------------|--|
| Camisetas | 197 | 26 | 13,27% |
| Chompas | 119 | 19 | 15,97% |
| Pantalones | 226 | 31 | 13,72% |
| pantalonetas | 361 | 34 | 9,42% |

Sobre producción

La sobreproducción surge de diversas fallas interrelacionadas, como la falta de órdenes de producción y los errores en la planificación y ejecución de la producción, lo que resulta en una producción excesiva e innecesaria. Del mismo modo, las ineficiencias en el proceso de corte y los errores del operador ocasionan la producción de un exceso de piezas. La falta de comunicación entre los distintos departamentos agrava estas situaciones, generando malentendidos acerca de las verdaderas necesidades de producción. Comprender y abordar estas causas es esencial para la implementación de prácticas Lean Manufacturing destinadas a reducir la sobreproducción y aumentar la eficiencia en toda la cadena de valor.

Tiempos de espera

Los tiempos de espera surgen por diversas razones, que incluyen la espera de insumos, la rotura de hilos en la máquina de coser por un inadecuado ajuste de tensión, el mantenimiento de las máquinas de coser, bordar, y cortar, la falta de productos en bodega y el cambio de cuchillas en la máquina de corte. Estas esperas no agregan valor al producto final y, por lo tanto, son consideradas desperdicios según la filosofía del Lean Manufacturing, y esto se debe a tres razones fundamentales. En primer lugar, los tiempos de espera implican una pérdida directa de eficiencia y capacidad productiva, ya que la maquinaria y los recursos permanecen inactivos. En segundo lugar, generan costos indirectos, como salarios y otros gastos operativos, sin contribuir a la producción real. Por último, estos períodos de inactividad provocan desequilibrios en la cadena de suministro y retrasos en la entrega, afectando la satisfacción del cliente.

3.13 Cuantificación de los desperdicios generados

3.13.1 Defectos

En la Tabla 45 se presenta la cuantificación detallada de los defectos registrados en el proceso productivo durante el mes de octubre, que abarcó 20 días laborables. Estos datos fueron suministrados por la empresa, específicamente por el área de producción, que lleva a cabo un seguimiento meticuloso de los defectos a través del proceso de inspección. Este proceso proporciona un registro detallado de los inconvenientes encontrados en la línea de producción. Las principales causas atribuidas a estos defectos se centran principalmente en la mano de obra y a la maquinaria.

Tabla 45. Cuantificación de defectos

|  | | Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial | | |  | |
|--|--|---|---------------------------|------------------|--|--|
| Empresa: | Confecciones Deportivas PISCIS | | | | | |
| Área: | Producción | Diagrama No. | 01 | Periodo | | |
| Producto | Conjunto deportivo U. E. Luis A Martínez | Hoja No. | 01 de 01 | Oct. - Nov. | | |
| Responsable: | Operario | | Fecha: | Viernes 08, 2023 | | |
| Método | Actual | X | Realizado por: | Kevin Santiana | | |
| | Propuesto | | Revisado por: | Ing. Daysi Ortiz | | |
| Desperdicio - Defectos | | | | | | |
| Producto | Descripción de la falla | Cantidad | Origen de la falla | | Observación | |
| | | | Humana | Máquina | | |
| CAMISETA | Errores de corte | 15 | 9 | 6 | | |
| | Producto con manchas | 15 | 8 | 7 | | |
| | Costuras débiles o insuficientes | 8 | 8 | 0 | | |
| | Costuras fruncidas o arrugadas | 14 | 9 | 5 | | |
| | Costuras onduladas | 11 | 6 | 5 | | |
| | Costuras torcidas | 4 | 4 | 0 | | |
| | Salto de puntada | 4 | 4 | 0 | | |
| | Desalineación de estampados o diseños | 6 | 0 | 6 | | |
| | Pespunte irregular (tensión de hilo) | 9 | 6 | 3 | | |
| | Puntadas apretadas o sueltas | 15 | 9 | 6 | | |
| CHOMPA | Errores de corte | 14 | 10 | 4 | | |
| | Costuras torcidas | 7 | 7 | 0 | | |
| | Costuras onduladas | 17 | 13 | 4 | | |
| | Costuras fruncidas o arrugadas | 11 | 11 | 0 | | |
| | Costuras débiles o insuficientes | 9 | 4 | 5 | | |

| Producto | Descripción de la falla | Cantidad | Origen de la falla | | Observación |
|--------------|--|------------|--------------------|---------|-------------|
| | | | Humana | Máquina | |
| | Salto de puntada | 3 | 3 | 0 | |
| | Costura de cierre | 11 | 7 | 4 | |
| | Producto con manchas | 12 | 12 | 0 | |
| PANTALÓN | Costuras torcidas | 3 | 3 | 0 | |
| | Costuras fruncidas o arrugadas | 17 | 11 | 6 | |
| | Costuras débiles o insuficientes | 6 | 6 | 0 | |
| | Problemas en la unión de las piernas | 5 | 5 | 0 | |
| | Salto de puntada | 5 | 5 | 0 | |
| | Errores de corte | 10 | 10 | 0 | |
| | Puntadas apretadas o sueltas | 12 | 8 | 4 | |
| | Producto con manchas | 16 | 10 | 6 | |
| | Bolsillos mal colocados o desalineados | 6 | 6 | 0 | |
| PANTALONETA | Errores de corte | 12 | 7 | 5 | |
| | Salto de puntada | 3 | 3 | 0 | |
| | Problemas en la unión de las piernas | 7 | 7 | 0 | |
| | Costuras fruncidas o arrugadas | 14 | 14 | 0 | |
| | Costuras débiles o insuficientes | 5 | 5 | 0 | |
| | Costuras onduladas | 19 | 10 | 9 | |
| | Puntadas apretadas o sueltas | 14 | 8 | 6 | |
| Total | | 339 | | | |

En la Tabla 46 se presenta la cantidad y el porcentaje de errores, clasificados según su origen.

Tabla 46. Origen de las fallas

| Origen de fallas | Cantidad | Porcentaje |
|-------------------------|------------|-------------|
| Fallas por mano de obra | 248 | 73% |
| Fallas por maquinaria | 91 | 27% |
| Total | 339 | 100% |

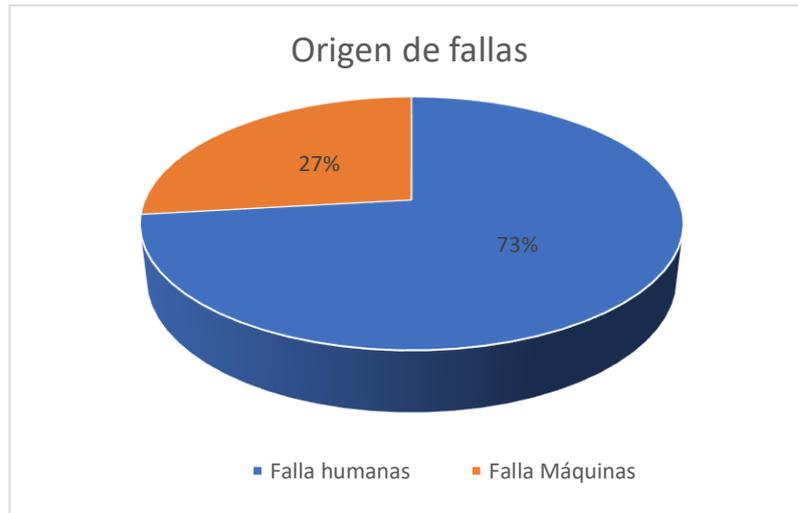


Figura 10. Origen de las fallas

Análisis

La Figura 10 revela que las fallas generadoras de defectos en los productos, se pueden clasificar en dos categorías distintas. Aquellas vinculadas a la mano de obra, representan un impacto significativo, constituyendo el 73%. Este fenómeno se atribuye a diversos factores, como la falta de capacitación, fatiga, estrés, problemas de supervisión, ausencia de control de calidad, y desconocimiento de procedimientos, entre otros. Por otro lado, las fallas asociadas con la maquinaria contribuyen con el 27%, siendo consecuencia de un mantenimiento inadecuado y problemas de desgaste incluyendo el atascamiento por enredos de hilos.

La combinación de ambas categorías de fallas resulto en un total de 339 defectos. Estos defectos, a su vez, generan desperdicios adicionales, identificados dentro de las metodologías de manufactura esbelta, como sobre producción y tiempos de espera. Este escenario incrementa la complejidad de los desafíos que deben abordarse en el proceso de fabricación.

3.13.2 Sobre producción

La Tabla 47 presenta la cuantificación de las causas que generan el desperdicio de sobreproducción. Estos registros corresponden al mes de octubre, que abarcó 20 días laborables, y fueron proporcionados por la empresa, específicamente por las áreas

administrativa y de bodega. Estas secciones realizan un seguimiento detallado de los contratiempos presentados en el proceso productivo.

Tabla 47. Cuantificación de la sobre producción

|  | Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial | | |  | | | |
|---|---|-----------------------|------------------|---|---|-------|-------------|
| Empresa: | Confecciones Deportivas PISCIS | | | | | | |
| Área: | Producción | Diagrama No. | 01 | Periodo | | | |
| Producto | Conjunto deportivo U. E. Luis A Martínez | Hoja No. | 01 de 01 | Oct. - Nov. | | | |
| Responsable: | Operario | Fecha: | Viernes 8, 2023 | | | | |
| Método | Actual | Realizado por: | Kevin Santiana | | | | |
| | Propuesto | Revisado por: | Ing. Daysi Ortiz | | | | |
| Desperdicio - Sobre producción | | | | | | | |
| Producto | Descripción de la falla | Semana | | | | Total | Observación |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| Camiseta | Ordenes de producción inexactas | 1 | - | - | - | 1 | |
| | Errores de planificación de producción semanal | 1 | 2 | 1 | 2 | 6 | |
| | Errores humanos al cortar | 1 | 1 | 2 | 1 | 5 | |
| | Proceso de corte ineficiente | 3 | 1 | 1 | 1 | 6 | |
| | Inventario no actualizado | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | |
| Chompa | Ordenes de producción inexactas | 1 | 1 | 1 | - | 3 | |
| | Errores humanos al cortar | 3 | 2 | 1 | 2 | 8 | |
| | Falta de comunicación entre departamentos | 1 | - | 2 | - | 3 | |
| | Proceso de corte ineficiente | 3 | 1 | 2 | 2 | 8 | |
| | Inventario no actualizado | 2 | 2 | 1 | - | 5 | |
| Pantalón | Ordenes de producción inexactas | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | |
| | Falta de comunicación entre departamentos | 1 | - | - | 1 | 2 | |
| | Errores de planificación de producción semanal | 3 | 1 | 2 | 1 | 7 | |
| | Inventario no actualizado | 1 | - | - | 1 | 2 | |
| | Proceso de corte ineficiente | 1 | - | 3 | 1 | 5 | |
| Pantaloneta | Ordenes de producción inexactas | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 | |
| | Errores humanos al cortar | 2 | 1 | 3 | 1 | 7 | |
| | Errores de planificación de producción semanal | 1 | 3 | 2 | - | 6 | |
| | Falta de comunicación entre departamentos | 1 | 1 | - | 1 | 3 | |
| | Proceso de corte ineficiente | 1 | 2 | 1 | - | 4 | |

Análisis

En el transcurso de un mes registrado, se documentaron un total de 94 fallas, subrayando la magnitud del problema y la urgencia de intervenciones estratégicas. Un proceso de corte ineficiente, al no ser ejecutado de manera ágil y efectiva, resulta en una sobreproducción no planificada. Los errores humanos al cortar y las imprecisiones en la planificación de la producción semanal agravan la situación, generando desviaciones entre la oferta y la demanda reales.

Las órdenes de producción inexactas y un inventario no actualizado señalan posibles deficiencias en la gestión de la información y coordinación interna, factores cruciales para mantener un flujo de trabajo armonioso. La falta de comunicación entre departamentos emerge como un obstáculo significativo, ya que la coordinación entre áreas es esencial para evitar malentendidos y garantizar que la producción se ajuste a las necesidades del mercado.

En este contexto, la implementación de prácticas de planificación más robustas, la mejora de la precisión en la ejecución del corte, y la optimización de la comunicación interdepartamental son imperativas. Asimismo, el mantenimiento de un inventario actualizado y la revisión continua de las órdenes de producción contribuye significativamente a mitigar el desperdicio de sobreproducción. Un enfoque integral que aborde estas causas fundamentales conduce a una mejora sostenible en la eficiencia operativa y la calidad del producto final.

j. Costos de sobre producción

La Tabla 49 presenta un desglose cuantitativo de los costos vinculados a la sobreproducción durante el mes de octubre, abarcando un periodo de 20 días hábiles. Los precios unitarios del conjunto deportivo han sido suministrados por la empresa, concretamente a través del departamento de ventas. Estos datos se obtienen al calcular la diferencia entre el valor total del producto y el resultado de multiplicar el precio individual por las unidades vendidas en dicho periodo. Este método ofrece una evaluación minuciosa de los costos monetarios relacionados con cada componente que integra el conjunto deportivo, proporcionando así una visión detallada del desperdicio financiero asociado a la sobreproducción.

Tabla 48. Precio total de cada producto del conjunto deportivo

| Costo total del producto | | | |
|---------------------------------|------------------------|----------------------------|---------------------|
| Elemento | Precio unitario | Unidades producidas | Precio total |
| Camiseta | \$ 10,00 | 591 | \$ 5.910,00 |
| Chompa | \$ 15,00 | 357 | \$ 5.355,00 |
| Pantalón | \$ 8,00 | 678 | \$ 5.424,00 |
| Pantaloneta | \$ 7,00 | 1083 | \$ 7.581,00 |

Tabla 49. Costo de sobre producción

| Costo de sobre producción | | | | | |
|----------------------------------|---------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Elemento | Precio total | Precio unitario | Unidades producidas | Unidades vendidas | Costo de sobre producción |
| Camiseta | \$ 5.910,00 | \$ 10,00 | 591 | 357 | \$ 3.570,00 |
| Chompa | \$ 5.355,00 | \$ 15,00 | 357 | 357 | \$ - |
| Pantalón | \$ 5.424,00 | \$ 8,00 | 678 | 357 | \$ 2.568,00 |
| Pantaloneta | \$ 7.581,00 | \$ 7,00 | 1083 | 357 | \$ 5.082,00 |

Análisis

La sobreproducción de camisetas resultó en un desperdicio monetario de \$3.570,00, evidenciando una discrepancia entre la producción y la demanda real. Entre las posibles causas se encuentran un pronóstico de demanda incorrecto, órdenes de producción inexactas, inventario desactualizado, problemas de comunicación entre las diferentes áreas de la empresa, así como dificultades en el proceso de confección. La falta de flexibilidad en la producción para adaptarse rápidamente a cambios en la demanda también contribuyó al exceso de producción.

En contraste, las chompas no experimentaron desperdicio, ya que todas las unidades producidas fueron vendidas como parte del conjunto deportivo, eliminando así cualquier pérdida monetaria asociada con su fabricación.

En cuanto a los pantalones, el desperdicio monetario de \$2.568,00 indica posiblemente errores en la planificación de producción semanal o problemas en la cadena de suministro que impidieron ajustes oportunos ante cambios en las condiciones del mercado. Además, el inventario desactualizado y la falta de visibilidad en la cadena

de suministro, así como posibles interrupciones en la misma, son factores que contribuyeron a esta situación.

Las pantalonetas también presentaron un desperdicio significativo de \$5.082,00. lo que indica errores de planificación de producción semanal, un proceso de corte ineficiente, inventario no actualizado, tolerancias de corte inadecuadas, errores humanos al cortar y falta de comunicación entre departamentos llevaron a una sobreproducción.

3.13.3 Tiempos de espera

En la Tabla 50 se detalla la cuantificación de los tiempos de espera registrados durante la producción del mes de octubre, que abarca 20 días hábiles. Estos datos fueron suministrados por el área de producción, de la empresa Confecciones Deportivas PISCIS

Tabla 50. Cuantificación de tiempos de espera

| | | | | | |
|---|---|---------------------|-------------------------------|---|--------------------|
|  | Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial | | |  | |
| Empresa: | Confecciones Deportivas PISCIS | | | | |
| Área: | Producción | Diagrama No. | 01 | Periodo | |
| Producto | Conjunto deportivo U. E. Luis A Martínez | Hoja No. | 01 de 01 | Oct. - Nov. | |
| Responsable: | Operario | | Fecha: | Viernes 8, 2023 | |
| Método | Actual | X | Realizado por: | Kevin Santiana | |
| | Propuesto | | Revisado por: | Ing. Daysi Ortiz | |
| Desperdicio – Tiempos de espera | | | | | |
| Semana | Descripción de la falla | Cant. | Tiempo de espera (min) | Tiempo total empleado (min) | Observación |
| Semana 1 | Falta de materia prima | 2 | 210,87 | 421,74 | |
| | Rotura de hilo | 8 | 0,59 | 4,70 | |
| | Mantenimiento de máquinas de coser | 3 | 84,00 | 252,01 | |
| | Mantenimiento de máquina bordadora | 3 | 162,00 | 486,01 | |
| | Espera de insumos | 5 | 13,07 | 65,33 | |
| Semana 2 | Rotura de hilo | 5 | 0,70 | 3,48 | |
| | Espera de insumos | 2 | 13,35 | 26,71 | |
| | Mantenimiento de máquinas de coser | 2 | 138,01 | 276,01 | |
| | Cambio de cuchillas - Máquina de cortar | 1 | 6,40 | 6,40 | |
| Semana 3 | Falta de materia prima | 1 | 220,75 | 220,75 | |

| Semana | Descripción de la falla | Cant. | Tiempo de espera (min) | Tiempo total empleado (min) | Observación |
|--------------|------------------------------------|-----------|------------------------|-----------------------------|-------------|
| | Rotura de hilo | 3 | 0,66 | 1,97 | |
| | Espera de insumos | 4 | 13,16 | 52,63 | |
| | Mantenimiento de máquina bordadora | 1 | 114,01 | 114,01 | |
| Semana 4 | Rotura de hilo | 2 | 0,75 | 1,50 | |
| | Mantenimiento de máquinas de coser | 3 | 126,00 | 378,01 | |
| | Mantenimiento de máquina bordadora | 1 | 126,00 | 126,00 | |
| | Espera de insumos | 2 | 13,21 | 26,43 | |
| | Mantenimiento de máquina cortadora | 1 | 66,02 | 66,02 | |
| Total | | 49 | 1309,56 | 2529,72 | |

Análisis

Durante el estudio ejecutado, se documentaron un total de 49 incidencias relacionadas con los tiempos de espera. La rotura del hilo en la máquina se debe a un inadecuado ajuste de la tensión lo que genera demoras cuando no se ejecuta de manera eficiente. Del mismo modo, la espera de insumos emerge como el principal contribuyente a los tiempos de espera en el proceso productivo. Esto se atribuye a una distribución ineficiente de áreas y puestos de trabajo, así como a la falta de materia prima en la bodega. Estos hallazgos indican posibles deficiencias en la gestión de inventario y en la coordinación con proveedores, aspectos cruciales para mantener un flujo de trabajo constante.

El mantenimiento de las máquinas de coser y bordadora emerge como un factor crítico, ya que la falta de una ejecución planificada y eficiente conduce a tiempos espera, los ocasionando la interrupción del proceso. De manera similar, la sustitución de cuchillas en la máquina de cortar, si no se realiza de manera ágil, resulta en demoras en el flujo operativo.

En este contexto, se destaca la importancia de implementar prácticas de mantenimiento preventivo y predictivo, así como estrategias para optimizar la gestión de inventario y garantizar una comunicación fluida con proveedores. Además, la capacitación del personal en la ejecución eficiente de tareas, como el cambio de cuchillas o el ajuste de tensión del hilo, puede ser clave para reducir los tiempos de espera. Un enfoque

integral que aborde estas áreas críticas conduce a una mejora significativa en la eficiencia del proceso de fabricación, reduciendo costos y aumentando la satisfacción del cliente.

3.14 Priorización de los problemas encontrados, según su frecuencia

3.14.1 Defectos

En la Tabla 51 se detallan las causas de los desperdicios identificados para los defectos. Cabe destacar que la frecuencia de ocurrencia de los problemas se basa en los datos recopilados durante el mes de octubre.

Tabla 51. Frecuencia de las fallas encontradas en defectos

| Defectos | Frecuencia | Frecuencia acumulada | Porcentaje | Porcentaje acumulado | Zona |
|---|------------|----------------------|----------------|----------------------|------|
| Costuras fruncidas o arrugadas | 56 | 56 | 16,52% | 16,52% | A |
| Errores de corte | 51 | 107 | 15,04% | 31,56% | A |
| Costuras onduladas | 47 | 154 | 13,86% | 45,43% | A |
| Producto con manchas | 43 | 197 | 12,68% | 58,11% | A |
| Puntadas apretadas o sueltas | 41 | 238 | 12,09% | 70,21% | A |
| Costuras débiles o insuficientes | 28 | 266 | 8,26% | 78,47% | A |
| Saltos de puntada | 15 | 281 | 4,42% | 82,89% | B |
| Costuras torcidas | 14 | 295 | 4,13% | 87,02% | B |
| Problemas en la unión de las piernas | 12 | 307 | 3,54% | 90,56% | B |
| Costura de cierre | 11 | 318 | 3,24% | 93,81% | B |
| Pespuntes irregulares (tensión de hilo) | 9 | 327 | 2,65% | 96,46% | C |
| Desalineación de estampados o diseños | 6 | 333 | 1,77% | 98,23% | C |
| Bolsillos mal colocados o desalineados | 6 | 339 | 1,77% | 100,00% | C |
| Total | 339 | | 100,00% | | |

Diagrama de Pareto para las fallas comunes

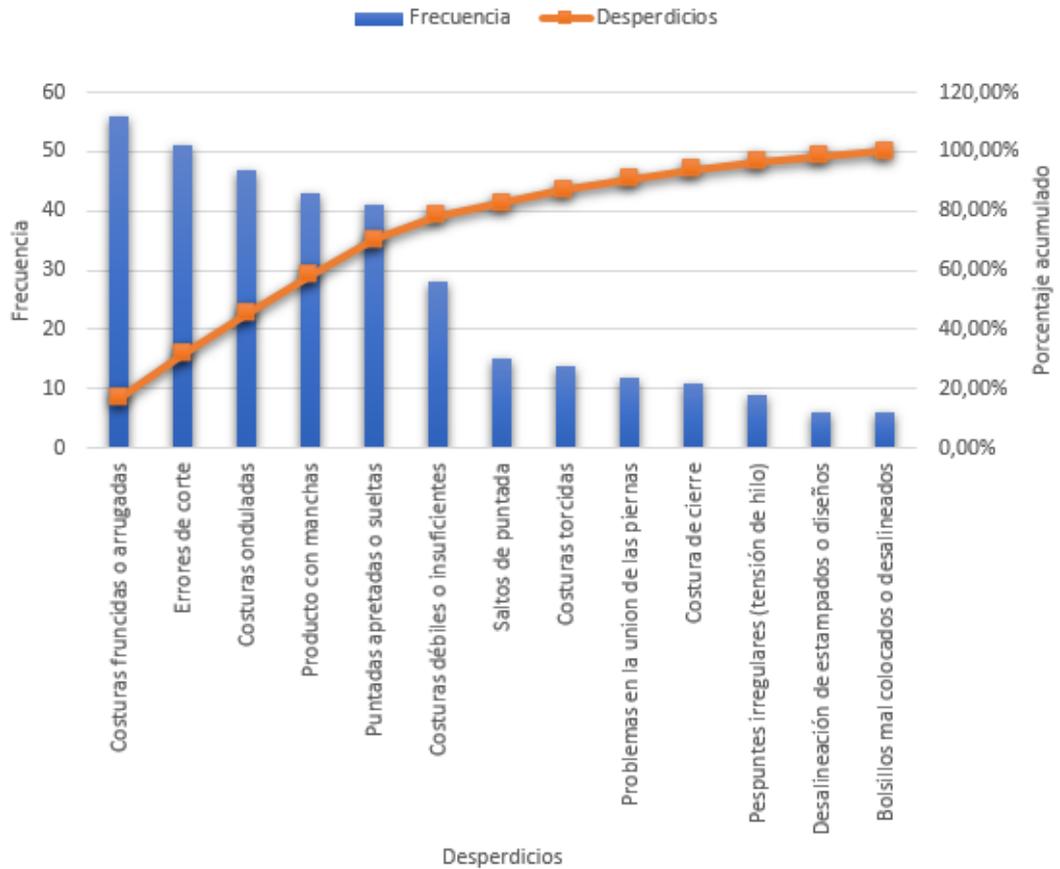


Figura 11. Frecuencia de las fallas de desperdicios - defectos

Análisis

La Figura 11 presenta la categorización de desperdicios identificados en el proceso productivo del conjunto deportivo de la U. E. "Luis A. Martínez", clasificados en tres zonas distintas. La Zona A comprende los desperdicios más críticos, abarcando costuras fruncidas o arrugadas, errores de corte, costuras onduladas, inconsistencia de dimensiones, puntadas apretadas o sueltas, y costuras débiles o insuficientes, representando el 80% de los problemas identificados. La Zona B alberga desperdicios de criticidad media, como saltos de puntada, costuras torcidas, problemas en la unión de las piernas y costura de cierre, constituyendo el 15%. En la Zona C se encuentran desperdicios de criticidad baja, tales como pespuntes irregulares (tensión de hilo), desalineación de estampados o diseño, y bolsillos mal colocados o desalineados, con un 5%.

3.14.2 Sobre producción

En la Tabla 52 se detallan las causas de los desperdicios identificados para la sobre producción.

Tabla 52. Frecuencia de las fallas encontradas en sobre producción

| Sobre producción | Frecuencia | Frecuencia acumulada | Porcentaje | Porcentaje acumulado | Zona |
|--|------------|----------------------|----------------|----------------------|------|
| Proceso de corte ineficiente | 23 | 23 | 24,47% | 24,47% | A |
| Errores humanos al cortar | 20 | 43 | 21,28% | 45,74% | A |
| Errores de planificación de producción semanal | 19 | 62 | 20,21% | 65,96% | A |
| Ordenes de producción inexactas | 13 | 75 | 13,83% | 79,79% | A |
| Inventario no actualizado | 11 | 86 | 11,70% | 91,49% | B |
| Falta de comunicación entre departamentos | 8 | 94 | 8,51% | 100,00% | C |
| Total | 94 | | 100,00% | | |

Diagrama de Pareto para las fallas comunes

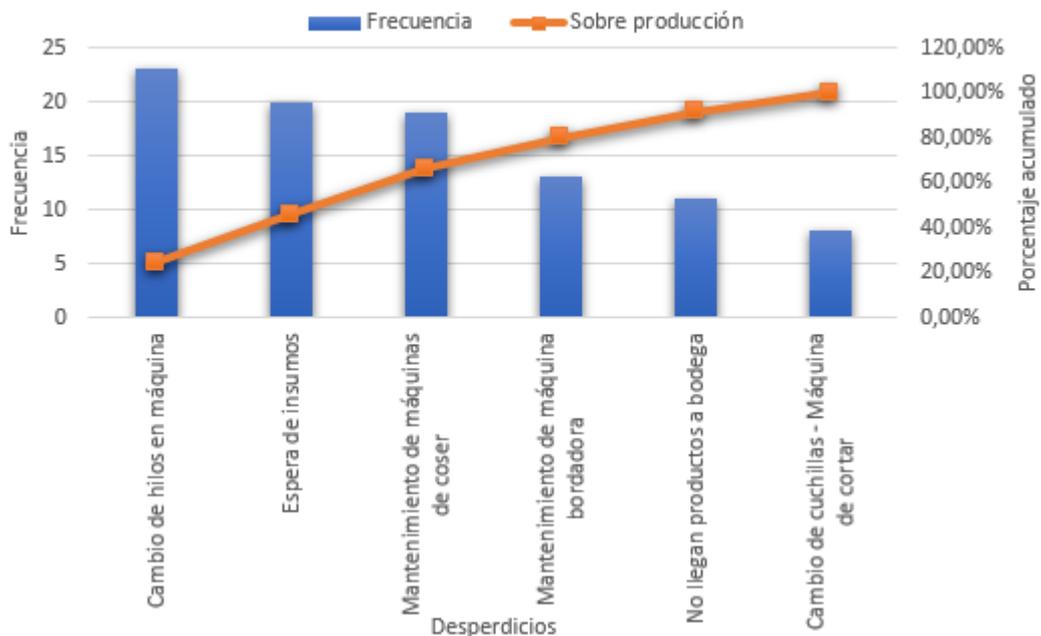


Figura 12. Frecuencia de las fallas de desperdicios - sobre producción

Análisis

La Figura 12 presenta la categorización de desperdicios identificados en el proceso productivo del conjunto deportivo de la U. E. "Luis A. Martínez", clasificados en tres

zonas distintas. La Zona A comprende los desperdicios más críticos, abarcando procesos de corte ineficientes, errores humanos al cortar, errores de planificación de producción semanal, y órdenes de producción inexactas, representando el 80% de los problemas identificados. La Zona B alberga desperdicios de criticidad media, como inventario no actualizado, constituyendo el 15%. En la Zona C se encuentran desperdicios de criticidad baja, tales como falta de comunicación entre departamentos, con un 5%.

3.14.3 Tiempo de espera

En la Tabla 53 se detallan las causas de los desperdicios identificados para los tiempos de espera.

Tabla 53. Frecuencia de las fallas encontradas en los tiempos de espera

| Tiempos de espera | Frecuencia | Frecuencia acumulada | Porcentaje | Porcentaje acumulado | Zona |
|---|------------|----------------------|----------------|----------------------|------|
| Rotura de hilo | 18 | 18 | 36,73% | 36,73% | A |
| Espera de insumos | 13 | 31 | 26,53% | 63,27% | A |
| Mantenimiento de máquinas de coser | 8 | 39 | 16,33% | 79,59% | A |
| Mantenimiento de máquina bordadora | 5 | 44 | 10,20% | 89,80% | B |
| Falta de materia prima | 3 | 47 | 6,12% | 95,92% | C |
| Cambio de cuchillas - Máquina de cortar | 1 | 48 | 2,04% | 97,96% | C |
| Mantenimiento de máquina cortadora | 1 | 49 | 2,04% | 100,00% | C |
| Total | 49 | | 100,00% | | |

Diagrama de Pareto para las fallas comunes

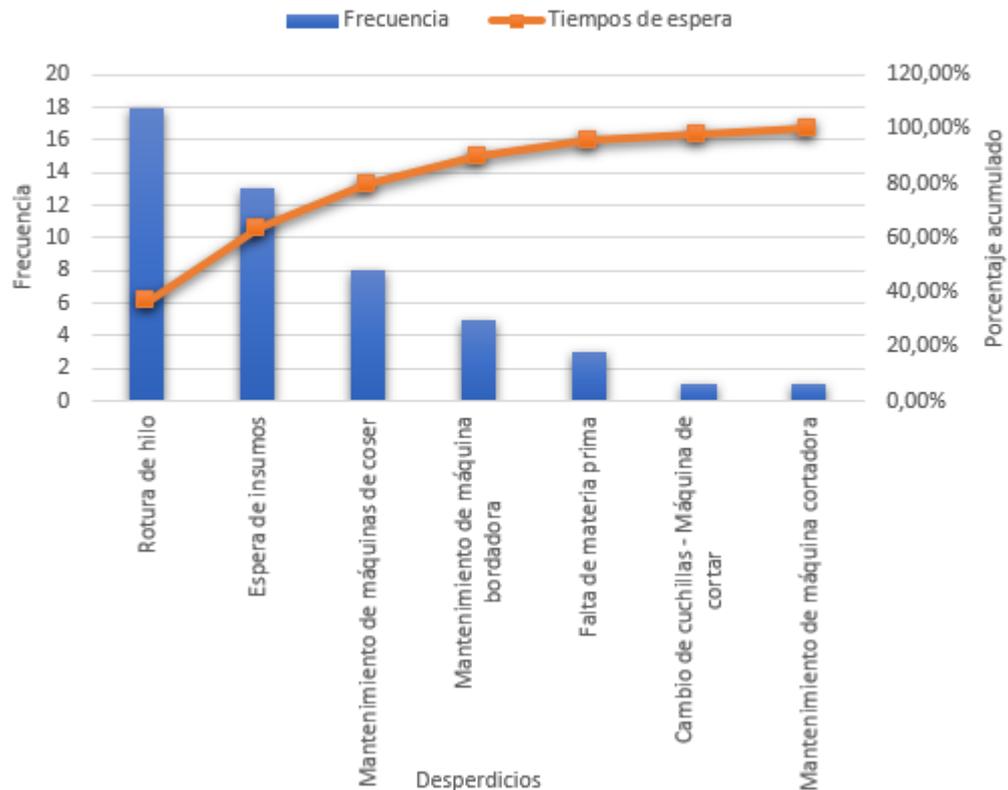


Figura 13. Frecuencia de las fallas de tiempos de esperas

Análisis

La Figura 13 presenta la categorización de desperdicios identificados en el proceso productivo del conjunto deportivo de la U. E. "Luis A. Martínez", clasificados en tres zonas distintas. La Zona A comprende los desperdicios más críticos, abarcando cambios de hilos en máquinas, espera de insumos, mantenimiento de máquina de coser, representando el 80% de los problemas identificados. La Zona B alberga desperdicios de criticidad media, como mantenimiento de máquina bordadora, constituyendo el 15%. En la Zona C se encuentran desperdicios de criticidad baja, tales como no llegan productos a bodega, cambio de cuchillas en la máquina de cortar, mantenimiento de máquina cortadora, con un 5%.

Este análisis zonal de los tres desperdicios se fundamenta en la filosofía de Pareto 80/20. Este enfoque estratégico ofrece la posibilidad de orientar los esfuerzos y recursos hacia la reducción de los desperdicios más críticos, mientras se optimiza la gestión de aquellos de menor impacto. La identificación de la Zona A, que concentra

la mayoría de los problemas, la designa como el núcleo central de la investigación y las iniciativas de mejora continua, alineándose con los principios Lean Manufacturing.

3.15 Selección de las herramientas del Lean Manufacturing

En la Tabla 54 se presenta la selección de las herramientas del Lean Manufacturing para eliminar los desperdicios del proceso productivo de la empresa.

Tabla 54. Selección de la herramienta

| | | | | |
|---|---|--|--|----------------------|
|  | Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial | |  | |
| Empresa: | Confecciones Deportivas PISCIS | | | |
| Área: | Producción | Diagrama No. | 01 | |
| Producto: | Conjunto deportivo U. E. Luis A Martínez | Hoja No. | 01 de 01 | |
| Responsable: | Operario | Fecha: | Viernes 15, 2023 | |
| Método | Actual | X | Realizado por: Kevin Santiana | |
| | Propuesto | | Revisado por: Ing. Daysi Ortiz | |
| Selección de la herramienta | | | | |
| Desperdicio | Proceso | Causas | Oportunidad mejora | Herramienta |
| Defectos | Confección | -Fallas Humanas -Fallas por máquinas -Costuras fruncidas o arrugadas | Impartir capacitación a los colaboradores en temáticas vinculadas al control de calidad. Promover la autogestión de la maquinaria empleada y la calidad de las prendas. | Jidoka 5'S TPM |
| | Bordado | -Errores de corte -Costuras onduladas -Inconsistencia de dimensiones -Puntadas apretadas o sueltas -Costuras débiles o insuficientes | | |
| Sobre producción | Confección | -Ordenes de producción inexactas -Errores de planificación de producción semanal | Desarrollar y adoptar un sistema de planificación más preciso que permita un mayor equilibrio entre la producción y la demanda real. Establecer mecanismos eficaces de comunicación y coordinación entre los diferentes departamentos involucrados en el proceso productivo y la actualización constante del inventario | Kaizen 5'S |
| | Bordado | -Proceso de corte ineficiente -Inventario no actualizado -Tolerancias de corte inadecuadas | | |
| | Bodega | -Errores humanos al cortar -Falta de comunicación entre departamentos | | |

| Desperdicio | Proceso | Causas | Oportunidad mejora | Herramienta |
|-------------------|------------|--|--|-------------|
| Tiempos de espera | Confección | -Rotura de hilos -Espera de insumos -Mantenimiento de máquinas de coser -Mantenimiento de máquina bordadora | Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo para las máquinas. Implementar un sistema eficiente de reordenamiento automático de inventario para garantizar que los insumos estén disponibles cuando se necesiten. | TPM |
| | Bodega | -No llegan productos a bodega -Cambio de cuchillas - Máquina de cortar -Mantenimiento de máquina cortadora | | |

3.15.1 Análisis de las herramientas seleccionadas

En la Tabla 55 se presenta un análisis de las herramientas seleccionadas con el propósito de reducir y/o eliminar de los desperdicios

Tabla 55. Análisis de las herramientas seleccionadas

| Herramienta | Definición | Ventajas |
|-------------|---|---|
| Jidoka | Esta herramienta busca eliminar el desperdicio al identificar problemas de calidad de manera inmediata, evitando la generación de productos defectuosos y reduciendo la necesidad de correcciones posteriores en la cadena de producción. Jidoka contribuye a la mejora continua al tiempo que garantiza la entrega de productos de alta calidad, promoviendo la eficiencia y la excelencia en el proceso productivo. | Detección temprana de defectos. Ahorro de costos Eficiencia operativa Mejora de la confiabilidad del proceso Mejora la calidad del producto Cultura de mejora continua |
| 5'S | Es una herramienta estructurada para la organización y optimización del entorno de trabajo. Compuesta por las etapas de Clasificación (Seiri), Orden (Seiton), Limpieza (Seiso), Estandarización (Seiketsu) y Disciplina (Shitsuke), la 5'S busca eliminar desperdicios, incluyendo defectos y sobreproducción, al promover la eficiencia y la mejora continua. Al fomentar la organización, la limpieza y la adhesión a estándares, la metodología 5'S no solo mejora la calidad del producto y reduce los defectos, sino que también contribuye a la creación de un ambiente de trabajo más eficiente y seguro. | Reducción de defectos Elimina la sobreproducción Mejora la eficiencia operativa Eficiencia de gestionar los inventarios Mejora la imagen del producto y la empresarial |
| Kaizen | Esta herramienta busca eliminar el desperdicio de la sobreproducción, mediante la implementación de pequeños y constantes cambios en los procesos y sistemas. En lugar de realizar mejoras masivas, Kaizen se centra en la participación activa de los empleados para identificar y abordar problemas de manera continua. Al | Eliminación de la sobreproducción Ajuste de la producción según la demanda real Optimización de procesos Mayor flexibilidad |

| Herramienta | Definición | Ventajas |
|-------------|---|---|
| | promover la eficiencia, reducir la variabilidad y ajustar la producción según la demanda real, Kaizen contribuye directamente a la eliminación de la sobreproducción, optimizando así la cadena de valor y mejorando la rentabilidad de la empresa. | Reducción de costos Mejora de la calidad Aumento de la rentabilidad |
| TPM | Se centra en la eliminación de tiempos de espera y la maximización de la eficiencia en la producción. TPM implica un enfoque proactivo para mantener y mejorar el equipo y los procesos, involucrando a los operadores en la identificación y resolución de problemas. Al reducir las interrupciones no planificadas, minimizar los tiempos de inactividad y optimizar la confiabilidad del equipo, TPM contribuye directamente a la eliminación de desperdicios asociados con los períodos de espera, mejorando así la productividad y la eficiencia global de la operación. | Reducción de los tiempos de espera Aumento de la disponibilidad de equipos Optimización de recursos Mejora de la calidad Aumento de la eficiencia de los procesos y equipos |

3.16 VSM propuesto

En las Figuras 14, 15, 16 y 17 se presenta los VSM propuestos para la fabricación de los conjuntos deportivos.

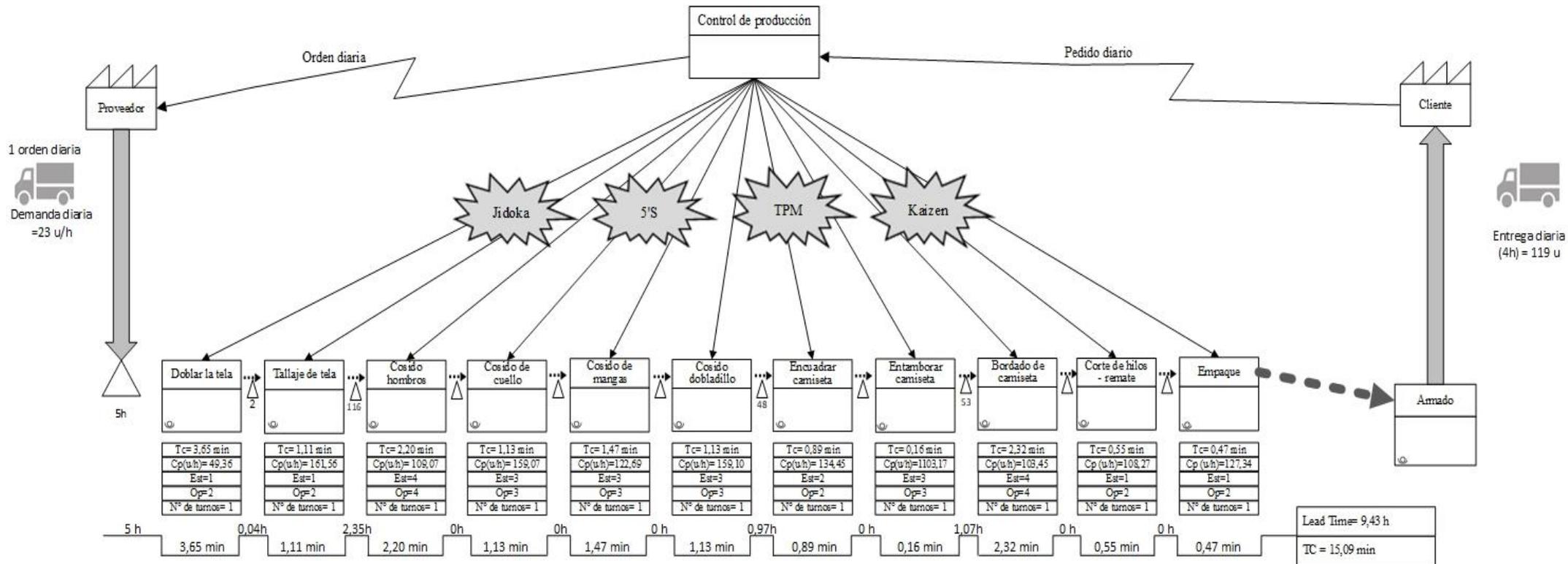


Figura 14. VSM propuesto para la fabricación de camisetas

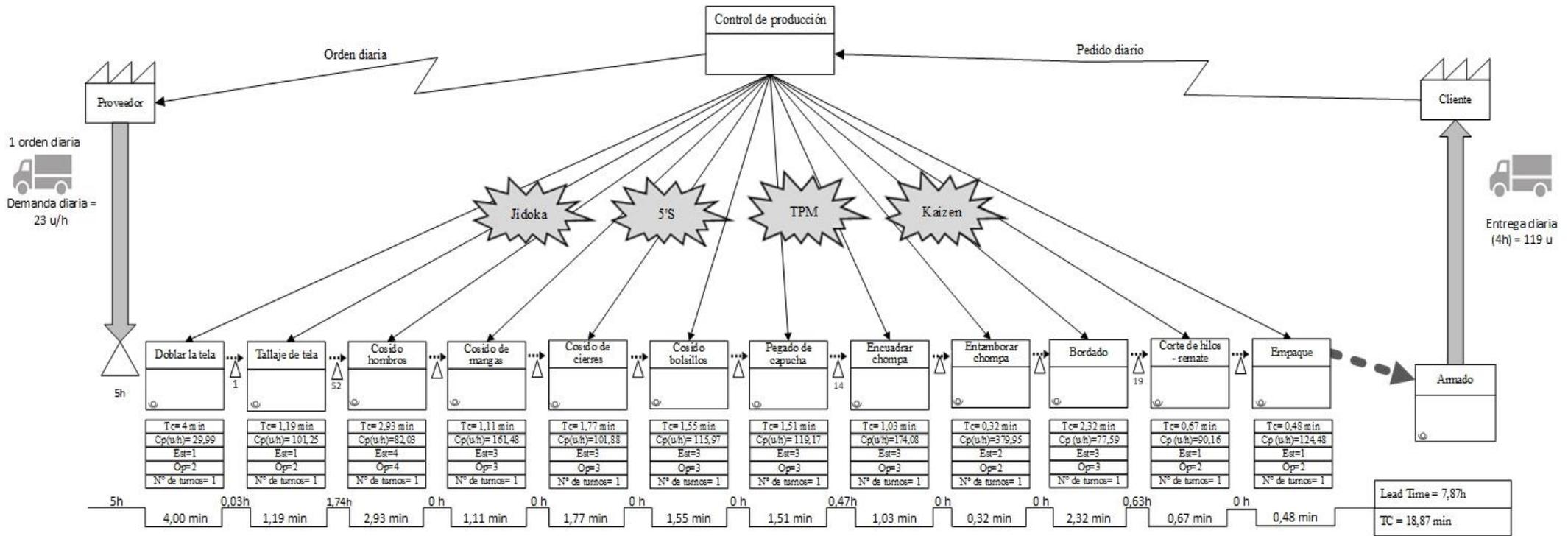


Figura 15. VSM propuesto para la fabricación de chompas

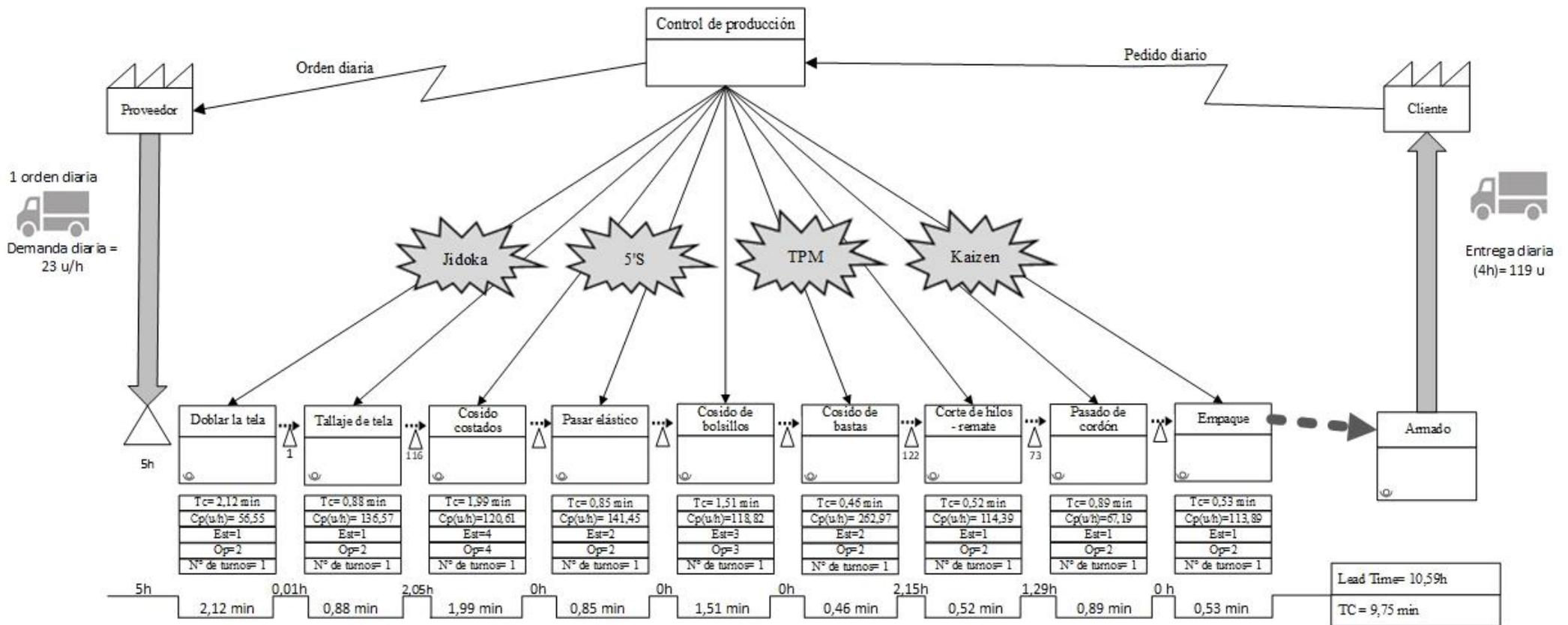


Figura 16. VSM propuesto para la fabricación de pantalones

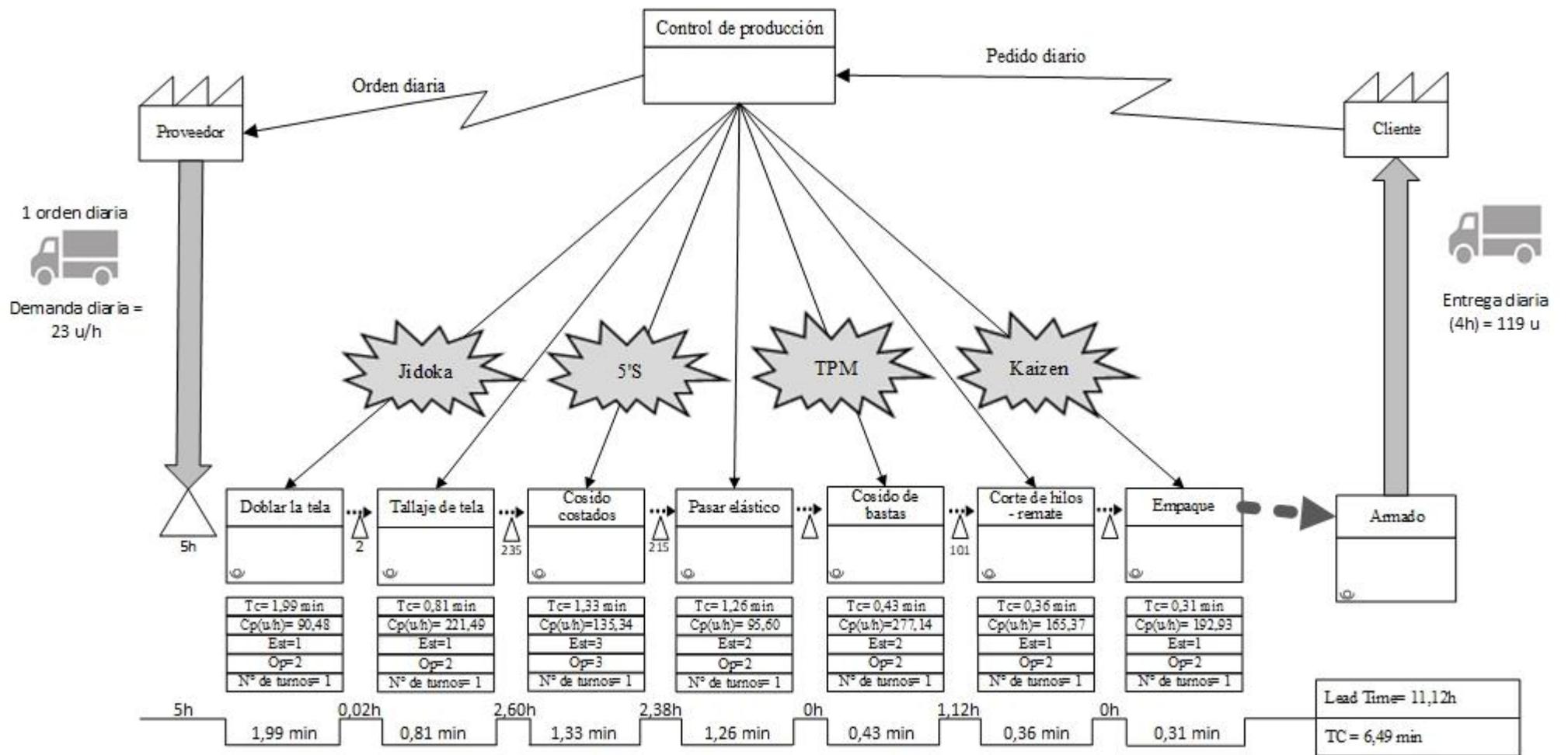


Figura 17. VSM propuesto para la fabricación de pantalinetas

Análisis

Tras la identificación y cuantificación de los desperdicios en el proceso de fabricación de un conjunto deportivo, se procede a realizar un análisis detallado mediante el uso del diagrama de Pareto, se identificaron los pocos vitales entre los desperdicios cuantificados. Con base en este análisis previo, se seleccionan las herramientas del Lean Manufacturing que mejor se adecuan a la mitigación de los desperdicios. Como resultado de este proceso, se eligen las herramientas Jidoka, 5'S, Kaizen y TPM para implementar estrategias específicas orientadas a la reducción y eliminación eficiente de los desperdicios prioritarios identificados en el proceso de fabricación del conjunto deportivo.

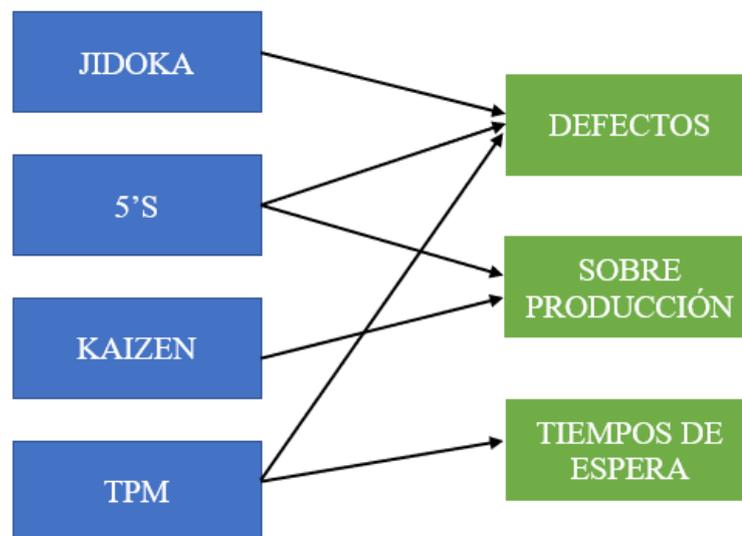


Figura 18. Diagrama de correlación herramienta – desperdicio

La Figura 18 representa la relación intrínseca entre las herramientas seleccionadas y su vínculo con los desperdicios identificados en los procesos productivos. Para abordar la eliminación de defectos, se propone la implementación de las herramientas Jidoka, 5'S y TPM. En el caso específico de la sobreproducción, se sugiere la aplicación de 5'S y Kaizen, mientras que, para reducir los tiempos de espera, se plantea la herramienta TPM.

3.17 Herramienta JIDOKA para eliminar los desperdicios de defectos de producción.

- **Objetivo**

Implementar eficazmente la herramienta JIDOKA en el proceso de producción con el propósito de eliminar los desperdicios asociados a defectos, fortaleciendo así la calidad del producto y optimizando la eficiencia del sistema de producción.

- **Desarrollo**

En el ciclo de producción de los conjuntos deportivos de la U. E. Luis A. Martínez, llevado a cabo por la empresa Confecciones Deportivas Piscis, la fase donde se realiza una inspección de calidad se ejecuta al concluir todo el proceso de fabricación. En este punto, se identifican la mayoría de los defectos debido a la ausencia de un programa de autocontrol de fallas por parte de los operarios. La carencia de dicho programa contribuye a que los defectos no sean detectados de manera temprana.

Algunas de las irregularidades más frecuentes en la línea de producción incluyen: costuras fruncidas o arrugadas, errores de corte, costuras onduladas, producto con manchas, puntadas apretadas o sueltas, costuras débiles o insuficientes, saltos de puntada, costuras torcidas, problemas en la unión de las piernas, costura de cierre, pespunte irregulares (tensión de hilo), desalineación de estampados o diseños, bolsillos mal colocados o desalineados.

Tabla 56. Frecuencia de las fallas, mes de octubre

| N° | Desperdicios | Frecuencia |
|----|--------------------------------------|------------|
| 1 | Costuras fruncidas o arrugadas | 56 |
| 2 | Errores de corte | 51 |
| 3 | Costuras onduladas | 47 |
| 4 | Producto con manchas | 43 |
| 5 | Puntadas apretadas o sueltas | 41 |
| 6 | Costuras débiles o insuficientes | 28 |
| 7 | Saltos de puntada | 15 |
| 8 | Costuras torcidas | 14 |
| 9 | Problemas en la unión de las piernas | 12 |
| 10 | Costura de cierre | 11 |

| N° | Desperdicios | Frecuencia |
|----|---|------------|
| 11 | Pespuntes irregulares (tensión de hilo) | 9 |
| 12 | Desalineación de estampados o diseños | 6 |
| 13 | Bolsillos mal colocados o desalineados | 6 |

En la Tabla 56 exhibe la frecuencia de las fallas más recurrentes identificadas durante el mes de octubre, mientras que en la Figura 19 se representa el porcentaje de participación correspondiente a cada tipo de defecto.



Figura 19. Porcentaje de las fallas

Análisis

Conforme se visualiza en la Figura 19, la incidencia predominante en el proceso de fabricación es la presencia de costura fruncida o arrugada, con un porcentaje de 16,52%. En consecuencia, esta metodología se centra en abordar la falla más común identificada en el proceso productivo.

La implementación de la metodología JIDOKA para eliminar los defectos en el proceso productivo se lo realiza en los siguientes pasos:

1. Localización de la anomalía

El operario al realizar su actividad, identifica la falla en las diferentes prendas que componen un conjunto deportivo, en este caso se detecta una costura fruncida o arrugada en la basta izquierda de la pantaloneta.



Figura 20. Anomalía identificada como costura fruncida o arrugada

Para lograr la detección de anomalías, es imperativo que los operarios reciban una formación especializada en función de sus responsabilidades laborales. Este proceso tiene como objetivo dotar al operario de los conocimientos necesarios para identificar posibles irregularidades en el proceso de producción, abarcando desde defectos en la costura hasta errores en el corte de la materia prima. La formación no solo capacita a los trabajadores para detectar estas anomalías, sino que también les proporciona las herramientas necesarias para comunicar de manera eficiente cualquier problema identificado.

Es esencial que la formación incluya la integración de especificaciones técnicas del producto, con el propósito de elevar el criterio y conocimiento del operario. Este enfoque garantiza que los trabajadores estén plenamente informados y alineados con los estándares internacionales y naciones relevantes, fortaleciendo así la calidad y consistencia en el proceso de producción.

Para realizar la detección de la anomalía, es necesario seguir el siguiente protocolo:

1. Definir el número de verificaciones que se realizarán en la línea de producción a lo largo de la jornada laboral.
2. Establecer la hora específica en la que se realizará cada inspección.

3. Crear un cronograma detallado que incluya la participación de los operarios designados para realizar las inspecciones.

Estos pasos proporcionan una estructura sistemática y organizada para el proceso de detección de anomalías, y asegurando una cobertura adecuada a lo largo del día y la participación coordinada de los operarios responsables.

La decisión de realizar cuatro inspecciones se apoya en un análisis exhaustivo realizado en una empresa textil especializada en la fabricación de fajas. Este estudio evidencia que la implementación de cuatro inspecciones es coherente con las particularidades de su proceso productivo. La frecuencia de control, establecida a intervalos regulares de 15 minutos, permite una supervisión equitativa y continua de la calidad a lo largo de todo el proceso de producción. La distribución uniforme de las inspecciones facilita la detección temprana de posibles desviaciones en la calidad, posibilitando una respuesta inmediata ante cualquier inconformidad [63].

En la Tabla 57 se detalla la cantidad y los horarios programados para realizar las verificaciones

Tabla 57. Número de verificaciones

| Día | Responsable | Número de verificaciones | Hora de verificación |
|------------|--------------------------------|---------------------------------|--|
| Lunes | Operario de control de calidad | 4 | 08h30 – 08h45 09h30 – 09h45 10h30 – 10h45 11h30 – 11h45 |
| Martes | Operario de control de calidad | 4 | 08h30 – 08h45 09h30 – 09h45 10h30 – 10h45 11h30 – 11h45 |
| Miércoles | Operario de control de calidad | 4 | 08h30 – 08h45 09h30 – 09h45 10h30 – 10h45 11h30 – 11h45 |
| Jueves | Operario de control de calidad | 4 | 08h30 – 08h45 09h30 – 09h45 10h30 – 10h45 11h30 – 11h45 |
| Viernes | Operario de control de calidad | 4 | 08h30 – 08h45 09h30 – 09h45 10h30 – 10h45 11h30 – 11h45 |

Análisis

La implementación de un enfoque estratégico para la detección de anomalías en la línea de producción implica asignar la responsabilidad de realizar cuatro verificaciones diarias al operario de control de calidad, en este caso, el propietario de la empresa. Cada verificación tiene una duración de 15 minutos. Este enfoque tiene como objetivo principal optimizar la eficiencia operativa sin comprometer la calidad del proceso productivo.

Este enfoque fortalece la capacidad de detección de anomalías, contribuyendo a mantener estándares de calidad rigurosos en el proceso de producción.

La esencia de la metodología de la herramienta JIDOKA es capacitar a los operarios para que apliquen de manera proactiva el control de calidad durante el desarrollo normal de las operaciones. En este contexto, una capacitación amplia incluye la definición de las responsabilidades de cada área como se describe en la Tabla 58

Tabla 58. Responsabilidades de las diferentes áreas

| Área | Responsabilidades |
|--------------------|--|
| Bodega | Verificar la calidad de la materia prima e insumos para asegurar que cumplen con los estándares establecidos |
| Corte | Verificar la exactitud de las dimensiones cortadas. |
| Confección | Identificar las diferentes fallas (anomalías) |
| Bordado | Verificar y monitorear la consistencia del bordado |
| Control de calidad | Realizar un monitoreo de 3 inspecciones de los procesos productivos. |
| Almacenamiento | Verificar la calidad del producto final. |

La incorporación de un control de calidad exhaustivo en cada área de la empresa es esencial para asegurar la excelencia y uniformidad en la producción. Esta medida no solo garantiza que los productos cumplan con los estándares establecidos, sino que también facilita la identificación temprana de posibles anomalías en el proceso.

2. Detención de la operación

Tras completar la identificación de las anomalías, el operario procede a determinar la causa subyacente de la falla. En consonancia con el diagrama de Ishikawa, el análisis se ajusta a las 6M's de calidad, tal como se ilustra en la Figura 21.

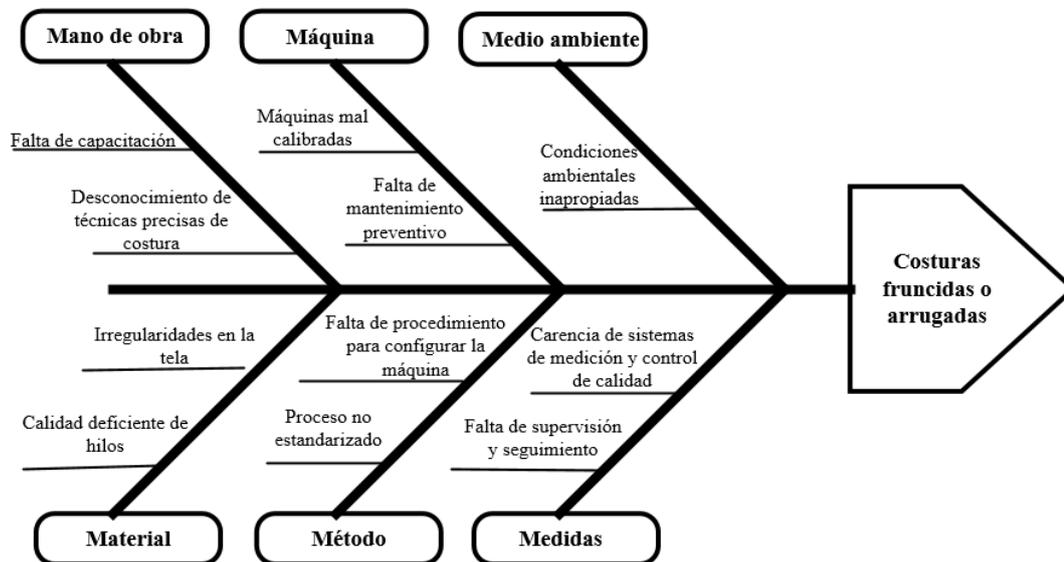


Figura 21. Diagrama ishikawa para identificar las cuasas raíz de las fallas

Mediante el análisis del diagrama de Ishikawa permite abordar de manera integral las posibles causas del problema de las costuras fruncidas o arrugadas, facilitando la implementación de soluciones específicas en cada área relevante.

La Tabla 59 exhibe la cuantificación de las fallas raíces, siendo estos datos suministrados por la empresa y referentes al mes de diciembre.

Tabla 59. Cuantificación de las fallas raíces

| Causas | Frecuencia |
|--|------------|
| Falta de mantenimiento | 8 |
| Máquinas mal calibradas | 6 |
| Falta de capacitación | 5 |
| Falta de procedimiento para ajustar la máquina | 4 |
| Desconocimiento de técnicas de costura | 3 |
| Irregularidades en la tela | 2 |
| Calidad inconsistente de hilos | 2 |
| Falta de supervisión y seguimiento | 2 |

| Causas | Frecuencia |
|---|------------|
| Proceso no estandarizado | 1 |
| Carencia de sistemas de medición y control de calidad | 1 |
| TOTAL | 34 |

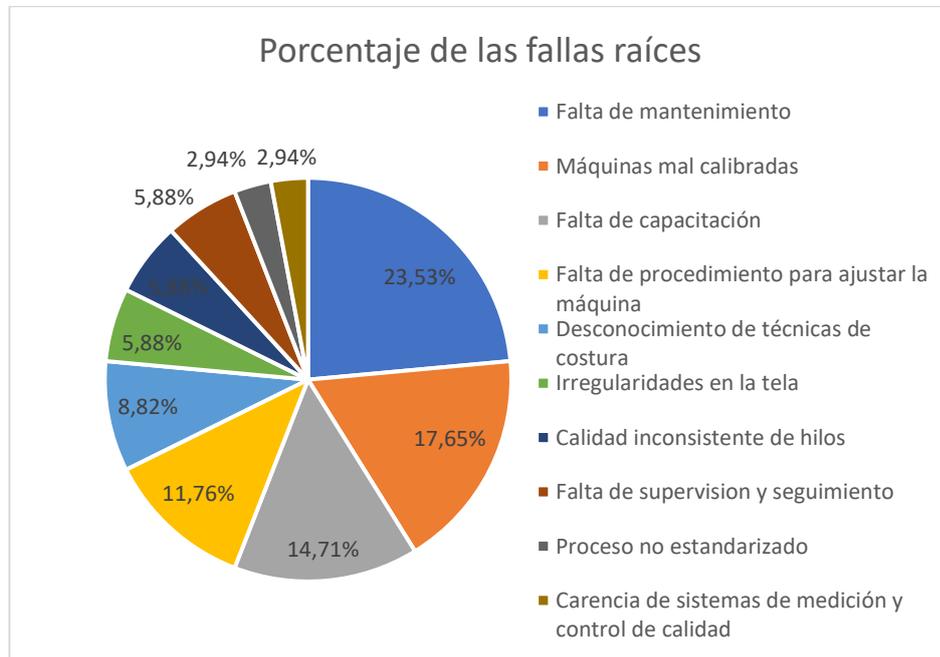


Figura 22. Porcentaje de las fallas raíces

Análisis

Conforme se visualiza en la Figura 22, se observa que la causa más prevalente de las fallas fundamentales que conducen a la formación de costuras fruncidas o arrugadas es la falta de mantenimiento, representando un porcentaje del 23,53%. En segundo lugar, las máquinas mal calibradas contribuyen con un 17,65%, seguidas de la falta de capacitación con un 14,71%.

3. Emisión de alerta

Se propone la siguiente matriz para documentar las fallas con el objetivo de generar alertas ante las anomalías identificadas, según se especifica en la Tabla 60.

Tabla 60. Formato para documentar las fallas

| Área: | | | Fecha / Hora: | | | | |
|----------------------|---------------|----------|---------------------------|---------|------------------|-----------------|-------------------|
| Responsable: | | | Firma: | | | | |
| Revisado por: | | | Fecha de revisión: | | | | |
| N° | Tipo de falla | Producto | Factor | | Situación actual | Situación ideal | Acción correctiva |
| | | | Humano | Máquina | | | |
| | | | | | | | |

En la Tabla 61 se proporciona las pautas detalladas sobre cómo completar el formato correspondiente.

Tabla 61. Registro de la falla

| Área: Confección | | | Hora: 10h00 – 10h20 | | | | |
|--|-----------------------------|-------------|--------------------------------------|---------|--|---|---|
| Responsable: Operario de calidad | | | Firma: | | | | |
| Revisado por: Supervisor de calidad | | | Fecha de revisión: 26/12/2023 | | | | |
| N° | Tipo de falla | Producto | Factor | | Situación actual | Situación ideal | Acción correctiva |
| | | | Humano | Máquina | | | |
| 1 | Costura fruncida o arrugada | Pantaloneta | | X | La prenda posee un fallo en la basta izquierda | La prenda debe estar en perfectas condiciones | Mantenimiento de la máquina. Calibración. Capacitación. |

La situación actual revela la presencia de costuras fruncidas o arrugadas en la basta izquierda de la pantaloneta, lo cual es incongruente con el objetivo de garantizar productos sin defectos y que cumplan con los estándares de calidad de manera impecable. La acción correctiva propuesta se enfoca en la revisión y calibración adecuada de la máquina de coser. Además, se sigue realizando un mantenimiento exhaustivo para asegurar su correcto funcionamiento y prevenir futuras irregularidades en la costura.

4. Acciones sintomáticas

La acción correctiva propuesta en la Tabla 61, que implica la implementación de un mantenimiento, una calibración para la máquina de coser y de capacitación al personal, se detalla exhaustivamente en la matriz presentada en la Tabla 62. Este documento proporciona información específica sobre cómo ejecutar la acción correctiva para abordar y resolver eficientemente la problemática identificada.

Tabla 62. Formato de plan de acción

| Plan de acción para la eliminación y reducción de los defectos en el proceso productivo | | | | |
|---|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| N° | Falla identificada | Causas principales | Acción correctiva | Fecha de atención |
| | | | | |

En la Tabla 63 proporciona las pautas detalladas sobre cómo completar la matriz correspondiente para la eliminación de los defectos en el proceso productivo.

Tabla 63. Plan de acción para eliminar los defectos

| Plan de acción para la eliminación y reducción de los defectos en el proceso productivo | | | | |
|---|-----------------------------|---|--|--|
| N° | Falla identificada | Causas principales | Acción correctiva | Fecha de la identificación de la falla |
| 1 | Costura fruncida o arrugada | Falta de un programa de mantenimiento | Establecer un programa de mantenimiento preventivo que incluya inspecciones periódicas | 12/12/2023 |
| | | Falta de calibración en los ajustes de la máquina | Realizar la calibración de las diferentes piezas de la máquina de coser para cumplir con las especificaciones del proceso | 12/12/2023 |
| | | Falta de capacitación | Desarrollar un programa de capacitación específico para los operarios abordando de manera detallada las técnicas de costura, la configuración de la máquina. | 12/12/2023 |

En la Tabla 63 se describen las causas principales de la falla de costura fruncida o arrugada, como la falta de un programa de mantenimiento, la carencia de calibración en los ajustes de la máquina y la ausencia de capacitación. Las acciones correctivas propuestas incluyen la implementación de un programa de mantenimiento estructurado, la calibración precisa de la máquina para cumplir las especificaciones requeridas y la provisión de una formación integral para los operarios. Para garantizar el pleno funcionamiento de la metodología JIDOKA, es esencial destacar la necesidad de un compromiso unánime por parte de todos los operarios y las distintas áreas. Solo mediante este compromiso colectivo se podrá alcanzar la calidad total y, como resultado, eliminar los defectos presentes en la línea de producción.

3.18 Herramienta Total Productive Maintenance (TPM) para eliminar los desperdicios de defectos y tiempos de esperas

- **Objetivo**

Implementar eficazmente la herramienta TPM con el fin de eliminar los desperdicios asociados a defectos y tiempos de espera en el proceso productivo, mejorando así la eficiencia y calidad global de las operaciones.

- **Desarrollo**

Se propone la herramienta TPM, debido a los tiempos de espera originados por las averías de las diferentes máquinas al no recibir un mantenimiento adecuado, por lo cual, estos tiempos de espera restringen al proceso productivo ocasionando tiempos de entrega tardíos, por lo cual, la aplicación de la herramienta TPM busca reducir o eliminar los tiempos improductivos con el fin de mejorar la calidad de los productos.

Se sugiere la implementación de la herramienta TPM para abordar los tiempos de espera derivados de las fallas en diversas máquinas debido a la falta de mantenimiento adecuado. Estos periodos de espera limitan la eficiencia del proceso productivo, resultando en entregas tardías. La aplicación de TPM tiene como objetivo reducir o eliminar estos lapsos improductivos para mejorar la calidad de los productos.

En la Tabla 64 se detallan los principales tiempos de espera identificados en el proceso productivo correspondiente al mes de octubre.

Tabla 64. Tiempo de espera presentes en el proceso productivo

| Tiempos de espera | Frecuencia |
|---|-------------------|
| Rotura de hilos | 18 |
| Espera de insumos | 13 |
| Mantenimiento de máquinas de coser | 8 |
| Mantenimiento de máquina bordadora | 5 |
| Falta de materia prima | 3 |
| Cambio de cuchillas - Máquina de cortar | 1 |
| Mantenimiento de máquina cortadora | 1 |

En la Figura 23 se representa el porcentaje de participación correspondiente a cada tipo de tiempos de espera

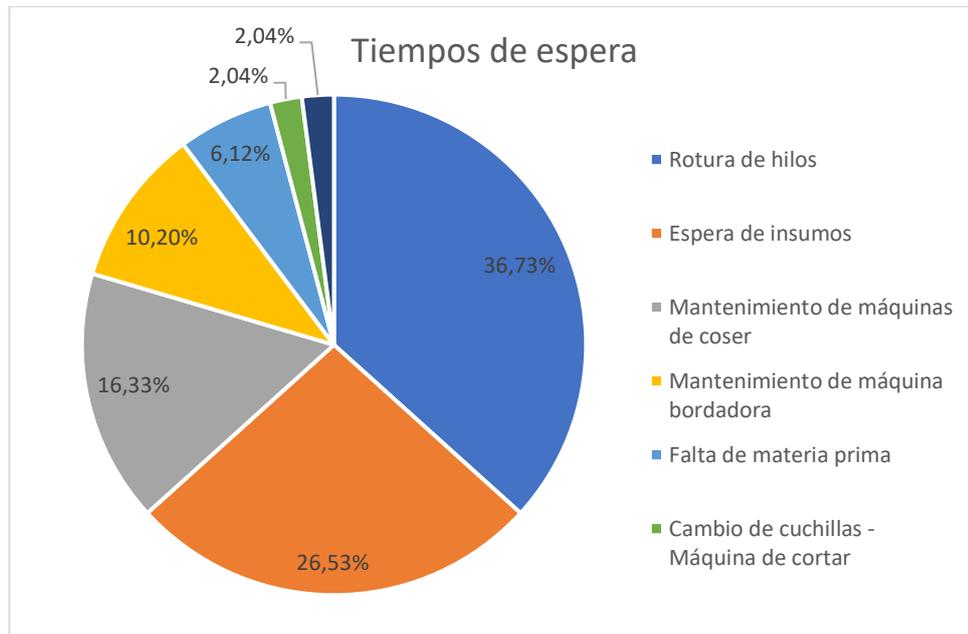


Figura 23. Porcentaje de los tiempos de espera

La incidencia más común en el proceso de fabricación es la presencia de cambios de hilos en las máquinas, con un porcentaje de 36,73%. Seguidamente se encuentra la espera de insumos, con un 26,53%. La implementación de la metodología TPM para eliminar los defectos y reducir los tiempos de espera en el proceso productivo se lo realiza en los siguientes pasos:

1. Fase de análisis inicial

En la fase inicial, se utiliza el indicador OEE (Overall Equipment Efficiency) para evaluar la eficiencia global de los equipos. Este indicador se obtiene multiplicando la disponibilidad, rendimiento y calidad. La medición se realizó durante el mes de diciembre, que consta de 22 días laborales, utilizando la Ecuación 4.

Índice de disponibilidad

Se calcula el tiempo total disponible teniendo en cuenta factores como el tiempo de espera por averías, descansos, entre otros. La Tabla 65 proporciona el tiempo total durante el mes de diciembre.

Tabla 65. Tiempo total de las esperas

| Averías | Minutos | Horas |
|---|----------------|--------------|
| Mantenimiento de máquinas de coser | 1706,04 | 28,43 |
| Mantenimiento de máquina bordadora | 986,02 | 16,43 |
| Mantenimiento de máquina cortadora | 326,40 | 5,44 |
| Pausas Activas - Lunch (10min/día) *22 días | 220 | 3,66 |
| Total | 3238,46 | 53,96 |

Con los datos obtenidos, se procede a calcular el índice de disponibilidad como se muestra en la Tabla 66.

Tabla 66. Cálculo del índice de disponibilidad

| Índice de disponibilidad | |
|---|---|
| Tiempo total disponible (8h * 20 días) | 160 horas |
| Tiempo de avería total | 53,96 horas |
| Tiempo productivo | 160 horas – 53,96 horas = 106,04 horas |
| Índice de disponibilidad | $D = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo total disponible}} \times 100$ $D = \frac{106,04h}{160 h} \times 100$ $D = 66,27\%$ |

Índice de rendimiento

La Tabla 67 proporciona un desglose detallado de los componentes utilizados en el cálculo del índice, permitiendo un análisis exhaustivo de los factores que contribuyen a la eficiencia del equipo en el contexto del OEE.

Tabla 67. Cálculo del índice de rendimiento

| Índice de rendimiento | |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| Capacidad de producción / día | 119 conjuntos deportivos |
| Días laborales | 22 días |
| Producción prevista | 2618 conjuntos deportivos |
| Capacidad de producción / hora | 23 conjuntos deportivos / hora |
| Tiempo productivo | 106,04 horas |

| Índice de rendimiento | |
|------------------------------|---|
| Producción real | $23 \times 106,04$ <i>2438 conjuntos deportivos</i> |
| Índice de rendimiento | $R = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Produccion prevista}} \times 100$ $D = \frac{2438}{2618} \times 100$ $R = 93,12\%$ |

Índice de calidad

La Tabla 68 brinda una visión detalla de los elementos utilizados en el cálculo del índice de calidad, permitiendo un análisis de la calidad del producto en el contexto del OEE.

Tabla 68. Cálculo del índice de calidad

| Índice de calidad | |
|---|--|
| Producción real | 2438 conjuntos deportivos |
| Conjuntos deportivos defectuosos | 514 conjuntos deportivos defectuosos |
| Conjuntos deportivos óptimos | $2438 - 514$ <i>1924 conjuntos deportivos</i> |
| Índice de calidad | $C = \frac{\text{Productos óptimos}}{\text{Producción real}} \times 100$ $D = \frac{1924}{2438} \times 100$ $R = 78,91 \%$ |

Cálculo del OEEE

Una vez calculados los índices de disponibilidad, rendimiento y calidad, se determina el OEE (Eficiencia General de Equipos) multiplicando estos tres indicadores (Ecuación 4). Este resultado ofrece una evaluación global de la eficiencia del equipo durante el periodo analizado.

$$OEE = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

$$OEE = 66,27\% \times 93,12\% \times 78,91\%$$

$$OEE = 48,69 \%$$

Interpretación

En la Tabla 69 se muestra la categorización y las consecuencias asociadas al índice de eficiencia operativa (OEE).

Tabla 69. Clasificación del índice OEE

| OEE | Medida | Consecuencia |
|-----------------|-------------|---|
| OEE < 65% | Inaceptable | Indica un rendimiento deficiente, pérdidas significativas de productividad, eficacia y económicas. |
| 65% < OEE < 75% | Regular | Margen para la mejora continua, ineficiencias notables en los procesos que afectan a la producción. |
| 75% < OEE < 85% | Aceptable | Oportunidad de mejora en la eficacia y en la reducción de costos operativos. |
| 85% < OEE < 95% | Buena | Aspectos para la mejora continua para aumentar la eficiencia y calidad, pérdidas económicas muy bajas |
| OEE >95% | Excelente | Los procesos están altamente optimizados, costos operativos más bajos, alta calidad del producto, rendimiento y competitividad. |

Tener un OEE del 48,69% se clasifica como "Inaceptable". Esta cifra indica un rendimiento deficiente, pérdidas significativas de productividad, de eficacia y pérdidas económicas. Es crucial identificar y abordar las causas subyacentes de esta baja eficiencia para mejorar la competitividad y mitigar las pérdidas económicas asociadas. La implementación de acciones correctivas y la optimización de los procesos pueden ser necesarias para elevar el OEE a niveles más aceptables y mejorar la posición competitiva en el mercado.

2. Fase de planificación preliminar

Compromiso de la alta gerencia

La participación activa de la alta dirección resulta esencial para el éxito en la aplicación de la metodología TPM. Este compromiso implica la alineación de objetivos organizacionales y la asignación adecuada de recursos para el beneficio integral de la empresa. La comunicación efectiva y la colaboración entre los distintos niveles jerárquicos son elementos fundamentales para motivar la implicación de los empleados y asegurar la continua eficacia en la implementación de la metodología

TPM. En definitiva, la dedicación de la alta dirección actúa como un catalizador esencial para alcanzar eficiencias operativas, mejorar la calidad y mantener una competitividad sólida en el panorama empresarial.

Compromiso de los operarios

El compromiso de los operarios desempeña un papel crucial en el éxito y la efectividad de cualquier iniciativa empresarial, y la implementación de la metodología TPM no es una excepción. Los operarios son la fuerza motriz en la ejecución diaria de las operaciones y, por lo tanto, su participación activa resulta esencial para lograr los objetivos organizacionales. Cuando los operarios están comprometidos, se genera un ambiente propicio para la colaboración, la eficiencia y la mejora continua. Su comprensión y aceptación de las prácticas TPM no solo contribuyen a la optimización de los procesos, sino que también fortalecen la cultura organizacional centrada en la calidad y la eficacia. Además, el compromiso de los operarios es vital para superar posibles desafíos y resistencias, estableciendo así una base sólida para el éxito sostenible de la metodología TPM en el largo plazo.

3. Fase de ejecución

Plan de mantenimiento autónomo

La cuantificación de defectos reveló que el 27% de las fallas tiene su origen en las máquinas. Al analizar los tiempos de espera, se observó que durante la primera y segunda semana se experimentaron cinco averías en la máquina de coser, mientras que en la primera y tercera semana se registraron cuatro averías. Además, en la semana 4, hubo una avería en la máquina cortadora. Por este motivo, se plantea la implementación de un plan de mantenimiento autónomo que abarque los tres tipos de máquinas involucradas.

- Plan de mantenimiento autónomo para la máquina de coser
- Plan de mantenimiento autónomo para la máquina de bordar
- Plan de mantenimiento autónomo para la máquina de cortar

Plan de mantenimiento autónomo para la máquina de coser

Las fallas atribuibles a la máquina de coser representan el 16,33%. En vista de esto, se sugiere la implementación de una lista de verificación que abarque el inicio, desarrollo y cierre de la jornada laboral como se aprecia en la Tabla 70. Adicionalmente, se propone asignar un tiempo específico para que el operario lleve a cabo cada actividad detallada en la lista de verificación. Este enfoque estructurado permitirá una supervisión más efectiva y proactiva, contribuyendo a la identificación temprana y mitigación de posibles problemas en la máquina de coser.

Tabla 70. Lista de verificación para la máquina de coser

| Lista de verificación para el mantenimiento autónomo de la máquina de coser | | | | | |
|---|----------------------|---|-------|----|---------------|
| Responsable | | Operario | Fecha | | |
| Área | | Confección | | | |
| Ítem | Frecuencia | Lista de verificación | SI | NO | Tiempo (min) |
| 1 | Inicio de jornada | Ajustar en hilo en los puntos de tensión y verificar si existe tornillos flojos. | X | | 2 |
| 2 | | Aplicar lubricación a las articulaciones de la máquina. | X | | 3 |
| 3 | | Realizar el cambio de aguja al inicio de la jornada y ajustar correctamente. | X | | 2 |
| 4 | | Iniciar la máquina y llevar a cabo pruebas de tensión de hilo mediante costuras en desperdicios de tela. | X | | 2 |
| 5 | Durante la jornada | Ajustar las perillas en caso de observar que la costura está demasiado floja. | X | | 1 |
| 6 | | Aflojar las perillas cuando se trabaja con tela o hilo más grueso. | X | | 1 |
| 7 | Finalizar la jornada | Ejecutar una limpieza integral de la máquina, para eliminar el polvo, pelusillas y el exceso de grasa de la máquina | X | | 5 |
| TOTAL | | | | | 16 min |
| Observaciones: | | | | | |

Plan de mantenimiento autónomo para la máquina de bordar

Las fallas atribuibles a la máquina de bordar representan el 10,20%. En vista de esto, se sugiere la implementación de una lista de verificación que abarque el inicio, desarrollo y cierre de la jornada laboral como se aprecia en la Tabla 71

Tabla 71. Lista de verificación para la máquina de bordar

| Lista de verificación para el mantenimiento autónomo de la máquina de bordar | | | | | |
|--|----------------------|--|-------|----|---------------|
| Responsable | | Operario | Fecha | | |
| Área | | Confección | Fecha | | |
| Ítem | Frecuencia | Lista de verificación | SI | NO | Tiempo (min) |
| 1 | Inicio de jornada | Inspeccionar y sustituir las agujas | X | | 2 |
| 2 | | Aplicar lubricación a los componentes móviles evitando fricciones | X | | 3 |
| 3 | | Ajustar la tensión del hilo según las especificaciones | X | | 2 |
| 4 | | Iniciar la máquina y llevar a cabo pruebas de tensión de hilo mediante bordados en desperdicios de tela. | X | | 3 |
| 5 | Durante la jornada | Verificar la integridad y alineación de los bastidores para evitar problemas de posicionamiento o atascamiento | X | | 2 |
| 6 | Finalizar la jornada | Retirar residuos de hilos, polvos y pelusas para prevenir obstrucciones | X | | 5 |
| TOTAL | | | | | 17 min |
| Observaciones: | | | | | |

Plan de mantenimiento autónomo para la máquina de cortar

Las fallas atribuibles a la máquina de cortar representan el 2,04%. En vista de esto, se sugiere la implementación de una lista de verificación que abarque el inicio, desarrollo y cierre de la jornada laboral como se aprecia en la Tabla 72.

Tabla 72. Lista de verificación para la máquina de cortar

| Lista de verificación para el mantenimiento autónomo de la máquina de corte | | | | | |
|---|-------------------|--|-------|----|--------------|
| Responsable | | Operario | Fecha | | |
| Área | | Confección | Fecha | | |
| Ítem | Frecuencia | Lista de verificación | SI | NO | Tiempo (min) |
| 1 | Inicio de jornada | Realizar un ajuste de la cuchilla de corte | X | | 2 |
| 2 | | Aplicar lubricantes adecuados a los componentes móviles para reducir la fricción | X | | 3 |
| 3 | | Ajustar y calibrar la longitud de corte según las especificaciones | X | | 2 |
| 4 | | Iniciar la máquina y llevar a cabo pruebas de tensión de hilo mediante bordados en desperdicios de tela. | X | | 2 |

| Ítem | Frecuencia | Lista de verificación | SI | NO | Tiempo (min) |
|-----------------------|----------------------|--|----|----|---------------|
| 5 | Durante la jornada | Inspeccionar y ajustar la alineación de la máquina para evitar cortes desiguales | X | | 1 |
| 6 | Finalizar la jornada | Eliminar residuos de tela, polvo y desechos acumulados en la máquina para prevenir obstrucciones | X | | 5 |
| TOTAL | | | | | 16 min |
| Observaciones: | | | | | |

Presupuesto anual para el mantenimiento autónomo

Para realizar el mantenimiento autónomo, es esencial proporcionar a los operarios los materiales y herramientas adecuados. La empresa dispone de un total de 17 máquinas distribuidas en las áreas de confección (12 máquinas), bordado (4 máquinas) y corte (1 máquina). El costo anual asociado a estos materiales y herramientas se detalla en la Tabla 73.

Tabla 73. Presupuesto anual para el mantenimiento autónomo

| Presupuesto anual para el mantenimiento autónomo | | | |
|---|---------|----------|-----------------|
| Material / herramienta | Precio | Cantidad | Sub total |
| Aceite industrial universal | \$ 3,50 | 36 | \$ 126,00 |
| Brocha de 1 ½ (in) | \$ 0,60 | 17 | \$ 10,20 |
| Brocha 8 (in) | \$ 1,25 | 17 | \$ 21.25 |
| Destornillador Philips (estrella) | \$ 2,50 | 17 | \$ 42,50 |
| Destornillador Parker (plano) | \$ 2,50 | 17 | \$ 42,50 |
| Waype industrial | \$ 5.00 | 3 | \$15.00 |
| Franelas | \$ 1.00 | 17 | \$ 17,00 |
| TOTAL | | | \$274,45 |

Plan de mantenimiento preventivo

Para establecer un programa de mantenimiento preventivo, es fundamental revisar las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante. Esto permite identificar los componentes con mayores índices de desgaste o propensos a romperse. En las Tablas 74, 75 y 76 se presenta un presupuesto anual para el mantenimiento preventivo de las máquinas de coser, bordar y cortar, respectivamente. Este enfoque proactivo busca

prevenir posibles fallos en la máquina, minimizando así los tiempos de improductividad.

Tabla 74. Presupuesto para la máquina de coser

| Presupuesto para los componentes de mayor desgaste | | | | |
|---|-------------------------------|---------------|--------------|------------------|
| Tipo de Máquina | Material / herramienta | Precio | Cant. | Sub total |
| Coser | Correas de transmisión | \$ 2,50 | 3 | \$ 7,50 |
| | Engranajes | \$ 1,75 | 3 | \$ 5,25 |
| | Placa de prénsatelas | \$ 7,00 | 3 | \$ 21,00 |
| | Agujas | \$ 5,50 | 3 | \$ 16,50 |
| | Carretel de bobina metálica | \$ 6,50 | 3 | \$ 19,50 |
| | Placa de agujas | \$ 24,00 | 3 | \$ 72,00 |
| | Resortes | \$ 0,35 | 3 | \$ 1,05 |
| | Correderas y guidores | \$ 1,25 | 3 | \$ 3,75 |
| | Selector de puntadas | \$ 15,00 | 3 | \$ 45,00 |
| TOTAL | | | | \$ 191,55 |

Tabla 75. Presupuesto para la máquina de bordar

| Presupuesto para los componentes de mayor desgaste | | | | |
|---|-------------------------------|---------------|--------------|------------------|
| Tipo de Máquina | Material / herramienta | Precio | Cant. | Sub total |
| Bordar | Agujas de bordado | \$ 7,00 | 2 | \$ 14,00 |
| | Bastidores | \$ 5,30 | 2 | \$ 10,60 |
| | Cuchillas | \$ 4,00 | 2 | \$ 8,00 |
| | Sistema de tensión de hilo | \$ 11,30 | 2 | \$ 22,60 |
| | Carretes de hilo | \$ 7,00 | 2 | \$ 14,00 |
| | Placas de agujas y canilleros | \$ 9,50 | 2 | \$ 19,00 |
| TOTAL | | | | \$ 88,20 |

Tabla 76. Presupuesto para la máquina de cortar

| Presupuesto para los componentes de mayor desgaste | | | | |
|---|-------------------------------|---------------|--------------|------------------|
| Tipo de Máquina | Material / herramienta | Precio | Cant. | Sub total |
| Cortar | Cuchillas de corte | \$ 7,50 | 2 | \$ 15,00 |
| | Mecanismo de elevación | \$ 5,50 | 2 | \$ 11,00 |
| | Ejes y cojinetes | \$ 8,30 | 2 | \$ 16,60 |
| | Correas de ajuste | \$ 3,15 | 2 | \$ 6,30 |
| TOTAL | | | | \$ 48,90 |

El presupuesto anual asignado para el mantenimiento preventivo de la máquina de coser asciende a \$191,55, siendo el selector de puntadas el componente de mayor costo. En el caso de la máquina de bordado, el presupuesto asciende a \$88,20, mientras que, para la máquina de cortar, la asignación es de \$48,90. La cantidad de piezas

necesarias se determinó mediante una comparación con los datos proporcionados por el fabricante y el historial de la empresa.

Análisis del presupuesto del mantenimiento preventivo

En la Tabla 77 se detallan los costos asociados al mantenimiento preventivo, incluyendo la mano de obra anual correspondiente a los servicios que presta un técnico de mantenimiento.

Tabla 77. Presupuesto del mantenimiento preventivo

| Máquinas | Costo |
|--------------------------|------------------|
| Coser | \$ 191,55 |
| Bordar | \$ 88,20 |
| Cortar | \$ 48,90 |
| Técnico de mantenimiento | \$ 200,00 |
| TOTAL | \$ 528,65 |

El presupuesto anual destinado al mantenimiento preventivo asciende a \$528,65, lo cual equivale a un costo mensual de \$44,05, este enfoque tiene beneficios significativos, como la reducción de los tiempos de espera y la eliminación de defectos en la costura. Esta práctica no solo mejora la calidad del producto, asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad, sino que también aumenta la competitividad general de la empresa.

En la Tabla 78 se establece el costo total tanto del mantenimiento preventivo como del mantenimiento autónomo.

Tabla 78. Costo del mantenimiento autónomo y preventivo

| Tipo de mantenimiento | Costo anual | Costo mensual |
|------------------------------|--------------------|----------------------|
| Autónomo | \$274,45 | \$ 22,87 |
| Preventivo | \$ 528,65 | \$ 44,05 |
| TOTAL | \$ 803,21 | \$ 66,92 |

4. Fase de seguimiento y mejora

Planificación de actividades para el seguimiento del programa de mantenimiento

Las actividades planificadas para dar seguimiento al programa de mantenimiento se distribuyen en periodos mensuales, trimestrales, semestrales y anuales. Estas acciones han sido propuestas para asegurar el adecuado funcionamiento del programa de mantenimiento. El cronograma detallado de estas actividades se encuentra en la Tabla 79.

Tabla 79. Planificación anual para el seguimiento del programa de mantenimiento

| Periodo | Actividades | Responsable |
|------------|---|--------------------|
| Mensual | <ul style="list-style-type: none">• Revisión periódica de las fichas de mantenimiento autónomo.• Medición del índice del OEE• Elaboración del informe mensual• Constatar el estado de los equipos. | Jefe de producción |
| Trimestral | <ul style="list-style-type: none">• Revisión del estado de los equipos.• Medición y comparación del índice del OEE• Elaboración del informe trimestral | Jefe de producción |
| Semestral | <ul style="list-style-type: none">• Revisión del estado de los equipos.• Medición y comparación del índice del OEE• Elaboración del informe semestral | Jefe de producción |
| Anual | <ul style="list-style-type: none">• Revisión del estado de los equipos.• Medición y comparación del índice del OEE• Elaboración del informe anual | Jefe de producción |

Eficiencia global de los equipos (OEE) - Futuro

Índice de disponibilidad

Al implementar el programa de mantenimiento, se parte del supuesto de que los tiempos de parada debido a averías en las máquinas se eliminarán. En la Tabla 80 se detallan los tiempos de parada esperados como resultado de la aplicación efectiva del programa.

Tabla 80. Tiempos de espera esperados

| Averías | Minutos | Horas |
|---|------------|-------------|
| Pausas Activas - Lunch (10min/día) *22 días | 220 | 3,66 |
| Total | 220 | 3,66 |

Con los datos obtenidos, se procede a calcular el índice de disponibilidad como se muestra en la Tabla 81.

Tabla 81. Cálculo del índice de disponibilidad (futuro)

| Índice de disponibilidad | |
|---|--|
| Tiempo total disponible (8h * 20 días) | 160 horas |
| Tiempo de avería total | 3,66 horas |
| Tiempo productivo | 160 horas – 3,66 horas = 156,34 horas |
| Índice de disponibilidad | $D = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo total disponible}} \times 100$ $D = \frac{156,34h}{160 h} \times 100$ $D = 97,71 \%$ |

Índice de rendimiento

La Tabla 82 se proporciona un desglose detallado de los componentes utilizados en el cálculo del índice, permitiendo un análisis exhaustivo de los factores que contribuyen a la eficiencia del equipo en el contexto del OEE.

Tabla 82. Cálculo del índice de rendimiento (futuro)

| Índice de rendimiento | |
|---------------------------------------|---|
| Capacidad de producción / día | 119 conjuntos deportivos |
| Días laborales en diciembre | 22 días |
| Producción prevista | 2618 conjuntos deportivos |
| Capacidad de producción / hora | 23 conjuntos deportivos / hora |
| Tiempo productivo | 156,34 horas |
| Producción real | 2618 conjuntos deportivos |
| Índice de rendimiento | $R = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Produccion prevista}} \times 100$ $R = \frac{2618}{2618} \times 100$ $R = 100\%$ |

Índice de calidad

La Tabla 83 brinda una visión detallada de los elementos utilizados en el cálculo del índice de calidad, permitiendo un análisis de la calidad del producto en el contexto del OEE.

Tabla 83. Cálculo del índice de calidad (futuro)

| Índice de calidad | |
|---|---|
| Producción real | 2618 conjuntos deportivos |
| Conjuntos deportivos defectuosos | 514 conjuntos deportivos defectuosos |
| Conjuntos deportivos óptimos sin contar el 27% de defectos por máquinas | 138 conjuntos deportivos |
| Conjuntos deportivos óptimos | 2480 conjuntos deportivos |
| Índice de calidad | $C = \frac{\text{Productos óptimos}}{\text{Producción real}} \times 100$ $D = \frac{2480}{2618} \times 100$ $C = 94,72\%$ |

Cálculo del OEEE

Una vez calculados los índices de disponibilidad, rendimiento y calidad, se determina el OEE (Eficiencia General de Equipos) multiplicando estos tres indicadores (Ecuación 4). Este resultado ofrece una evaluación global de la eficiencia del equipo durante el periodo analizado.

$$OEE = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

$$OEE = 97,71 \% \times 100\% \times 94,72\%$$

$$OEE = 92,55 \%$$

Interpretación

Al contrastar el Índice de Eficiencia Global del Equipo actual de la empresa con el OEE proyectado, se aprecia un aumento porcentual. Este cambio conlleva una clasificación futura como "Bueno" (Tabla 69), indicando que persisten oportunidades

para la mejora continua con miras a elevar la eficiencia y la calidad del producto. Es importante destacar que las pérdidas económicas son mínimas.

$$\% \textit{ incremento del OEE} = \frac{OEE_{futuro} - OEE_{actual}}{OEE_{actual}}$$

$$\% \textit{ incremento del OEE} = \frac{92,55\% - 48,69\%}{48,69\%}$$

$$\% \textit{ incremento del OEE} = \mathbf{90,08\%}$$

Este incremento del 90,08% derivado de la implementación exitosa de la herramienta TPM no solo ha llevado a una reducción considerable en los tiempos de espera y la eliminación de defectos de producción, sino que también conlleva beneficios adicionales para la empresa. Estas ventajas incluyen una mejora sustancial en la eficiencia operativa, un aumento en la vida útil de los equipos, una disminución de los costos de mantenimiento y una mayor confiabilidad en los procesos productivos. Además, se observa un impacto positivo en la calidad del producto final, lo que fortalece la reputación de la empresa en el mercado y contribuye a su competitividad a largo plazo.

3.19 Herramienta Kaizen para eliminar y reducir los desperdicios de la sobreproducción

- **Objetivo**

Implementar eficazmente la filosofía Kaizen en el proceso de producción con el propósito de eliminar los desperdicios asociados a la sobre producción, fortaleciendo la eficiencia operativa y lograr una gestión más precisa de los recursos, contribuyendo al incremento de la rentabilidad y la competitividad en el mercado.

- **Desarrollo**

La implementación de la filosofía Kaizen se presenta como una solución integral para abordar la sobreproducción en la confección de conjuntos deportivos. Kaizen, que se traduce como "mejora continua" en japonés, se establece como una herramienta invaluable para optimizar procesos y maximizar la eficiencia operativa en la fabricación textil. Al incorporar los principios Kaizen en la estructura empresarial, se impulsa un enfoque proactivo para identificar y eliminar la sobreproducción, asegurando una producción más ajustada a las demandas del mercado.

En el ámbito específico de la sobreproducción en la confección de conjuntos deportivos, la metodología Kaizen posibilita una gestión más precisa en la planificación de la producción, reduciendo excedentes innecesarios y optimizando el inventario. Además, al fomentar la participación activa de los operarios en la mejora continua, se crea un entorno propicio para la innovación y la adaptación ágil a las fluctuaciones del mercado. En consecuencia, Kaizen se consolida como una herramienta fundamental para alcanzar la excelencia operativa.

La filosofía Kaizen se distingue por realizar ajustes incrementales y sencillos con el propósito de lograr la mejora continua. En este sentido, su implementación se lo realizará mediante el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) de la metodología Deming, ya que comparte la misma esencia de enfoque hacia la mejora continua.

En el marco del presente proyecto de investigación, nos enfocaremos exclusivamente en la fase de planificación de la metodología Kaizen. Las fases restantes del ciclo corresponden a la implementación, por lo que, la toma de decisiones sobre la aplicación integral de la metodología Kaizen en la empresa Confecciones Deportivas PISCIS recae en el área administrativa y la alta dirección. Es crucial que estas instancias decidan plenamente la adopción y ejecución de la metodología Kaizen en su totalidad.

Fase 1 – Planificación: Identificar las mejoras

Para la planificación, se deben seguir las siguientes etapas. Este enfoque facilita una comprensión más clara y contribuye al correcto funcionamiento de la metodología Kaizen.

Etapa 1: Conformación del equipo Kaizen

La conformación de un equipo Kaizen es fundamental para impulsar la mejora continua en una organización. Este equipo multidisciplinario reúne habilidades y perspectivas necesarias para identificar oportunidades de optimización en los procesos. Además, el compromiso de la alta gerencia es crucial, ya que con su respaldo proporciona los recursos necesarios para fomentar una cultura organizacional que valora y apoya la implementación efectiva de las iniciativas Kaizen.

Etapa 2: Analizar la situación actual

La situación actual de la empresa resulta inadecuada debido a la sobreproducción en la fabricación de conjuntos deportivos, generando pérdidas económicas y de materia prima. Estas pérdidas se originan por fallos en los procesos de corte, ocasionados por la falta de especificaciones del producto. Asimismo, se presentan errores en la planificación de la producción semanal debido a órdenes de producción inexactas, y un inventario desactualizado por falta de un registro preciso de la producción.

Etapa 3: Análisis de las causas raíces

Se empleo la metodología de análisis de las causas raíces mediante la herramienta de los 5 ¿Por qué?, para identificar de manera sistemática los factores fundamentales del problema, como se detalla en las Tablas 84, 85, 86 y 87.

Tabla 84. Causa raíz - errores en el proceso de corte

| Causa raíz - 5 ¿Por qué? | | |
|---------------------------------|--|--|
| Falla: | Errores en el proceso de corte | |
| Ítems | Problema | Acción correctiva |
| Pregunta 1 | ¿Por qué hay fallas en el proceso de corte? | Porque no se cuentan con las especificaciones precisas del producto, lo que afecta la ejecución adecuada del proceso |
| Pregunta 2 | ¿Por qué no se tiene las especificaciones precisas del producto? | Porque la planificación de producción semanal presenta inexactitudes |
| Pregunta 3 | ¿Por qué hay inexactitudes en la producción semanal? | Porque no se tiene órdenes de producción |

La implementación de un formato estandarizado para las órdenes de producción aborda la raíz del problema al proporcionar un marco estructurado y detallado para la información crítica. Este formato podría incluir especificaciones claras del producto, detalles de corte precisos y cualquier otra información relevante. Con esta solución, se establecería un control efectivo sobre la planificación de producción, reduciendo las inexactitudes en las órdenes y mejorando la calidad del proceso de corte. La introducción de un formato para órdenes de producción contribuiría significativamente a la mitigación de las fallas en el proceso de corte, mejorando la eficiencia global de la fabricación de conjuntos deportivos.

Tabla 85. Causa raíz – errores en la planificación semanal

| Causa raíz - 5 ¿Por qué? | | |
|---------------------------------|---|---|
| Falla: | Errores en la planificación de producción semanal | |
| Ítems | Problema | Acción correctiva |
| Pregunta 1 | ¿Por qué hay errores en la planificación de producción semanal? | Porque las órdenes de producción carecen de precisión |
| Pregunta 2 | ¿Por qué las ordenes de producción carecen de precisión? | Porque la información sobre los requerimientos de producción no está correctamente registrada |

| Causa raíz - 5 ¿Por qué? | | | |
|---------------------------------|--|---|--------------------------------|
| Falla: | Errores en la planificación de producción semanal | | |
| Ítems | Problema | Acción correctiva | |
| Pregunta 3 | ¿Por qué la información sobre los requerimientos de producción no está correctamente registrada? | Porque no se mantiene un sistema de registro de producción eficiente. | Hoja de registro de producción |
| Pregunta 4 | ¿Por qué no se mantiene un sistema de registro de producción eficiente? | Porque no se ha implementado un método adecuado para documentar y actualizar la información de producción de manera efectiva. | |
| Pregunta 5 | ¿Por qué no se ha implementado un método adecuado para documentar y actualizar la información de producción? | Porque no existe un registro de producción que sirva como herramienta central para la planificación y seguimiento de las actividades, lo que contribuye a errores en la planificación de la producción semanal. | |

Al profundizar en la causa subyacente, se identifica que la información crucial para la planificación no está correctamente registrada debido a la ausencia de un sistema eficiente de registro de producción. Esta deficiencia en la gestión de datos se agrava al observar que no se ha implementado un método adecuado para documentar y actualizar la información de producción de manera efectiva. La falta de un registro de producción centralizado se revela como la raíz del problema, contribuyendo significativamente a los errores en la planificación de la producción semanal. En última instancia, la necesidad crítica de establecer un sistema robusto de registro de producción se destaca como una acción fundamental para mejorar la precisión y eficiencia en la planificación y ejecución de las actividades de producción.

Tabla 86. Causa raíz – inventario desactualizado

| Causa raíz - 5 ¿Por qué? | | | |
|---------------------------------|--|--|--------------------------------|
| Falla: | Inventario desactualizado | | |
| Ítems | Problema | Acción correctiva | |
| Pregunta 1 | ¿Por qué hay un inventario desactualizado? | Porque no se dispone de información precisa sobre la producción. | Hoja de registro de producción |
| Pregunta 2 | ¿Por qué no se dispone de información precisa sobre la producción? | Porque la planificación de la producción semanal presenta errores. | |
| Pregunta 3 | ¿Por qué la planificación de la producción semanal presenta errores? | Porque las órdenes de producción son inexactas. | |

| Causa raíz - 5 ¿Por qué? | | |
|---------------------------------|---|---|
| Falla: | Inventario desactualizado | |
| Ítems | Problema | Acción correctiva |
| Pregunta 4 | ¿Por qué las órdenes de producción son inexactas? | Porque no hay un registro adecuado para mantener la precisión de las órdenes de producción. |
| Pregunta 5 | ¿Por qué no hay un registro adecuado para mantener la precisión de las órdenes de producción? | Porque no existe una hoja de registro de producción en tiempo real. |

La raíz del problema del inventario desactualizado se encuentra en la falta de una hoja de registro de producción en tiempo real. La ausencia de esta herramienta impide la obtención de información precisa sobre la producción, lo que afecta negativamente la planificación, generando inexactitudes en las órdenes de producción y, por ende, resulta en un inventario desactualizado. Implementar una hoja de registro de producción en tiempo real se presenta como una solución directa para abordar esta problemática y mejorar la gestión del inventario.

Tabla 87. Causa raíz – órdenes de producción inexactas

| Causa raíz - 5 ¿Por qué? | | |
|---------------------------------|---|--|
| Falla: | Órdenes de producción inexactas | |
| Ítems | Problema | Acción correctiva |
| Pregunta 1 | ¿Por qué hay órdenes de producción inexactas? | Porque la planificación de la producción semanal presenta errores. |
| Pregunta 2 | ¿Por qué la planificación de la producción semanal presenta errores? | Porque no se cuenta con información precisa sobre la producción. |
| Pregunta 3 | ¿Por qué no se cuenta con información precisa sobre la producción? | Porque no hay un registro adecuado para mantener la precisión de las órdenes de producción. |
| Pregunta 4 | ¿Por qué no hay un registro adecuado para mantener la precisión de las órdenes de producción? | Porque no existe un compromiso de la alta gerencia para implementar y mantener un sistema eficiente. |

El problema de las órdenes de producción inexactas se atribuye a la falta de compromiso de la alta gerencia en reconocer y respaldar activamente la implementación y mantenimiento de un sistema de registro eficiente. El compromiso

de la alta dirección es esencial para establecer las bases de una cultura organizacional que valore la precisión en la planificación de la producción y promueva prácticas de mejora continua. La solución a este problema implica involucrar activamente a la alta gerencia en la importancia estratégica de mantener órdenes de producción precisas.

Etapa 4: Proponer el plan de acción

Se propone el uso de un formato estandarizado para las órdenes de producción, para mejorar la eficiencia y claridad en el proceso. En la Tabla 88 se presenta un formato específico diseñado para las órdenes de producción.

Tabla 88. Formato de una orden de producción

| | | | | |
|---|-----------------|--------------------------------|--------------|---|
| Empresa Confecciones Deportivas PISCIS | | | |  |
| Orden de producción | | | | No: |
| Cliente: | | Fecha de la orden: | | |
| Responsable de producción | | Fecha de inicio | | |
| | | Fecha de finalización: | | |
| Producto | Material | Unidades | Talla | Costo |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Total | | | | |
| Elaborado por: Producción | | Control de contabilidad | | |
| Recibida por: | | | | |

Este formato se concibe como una herramienta estratégica para alinear la producción con la demanda real. La propuesta consiste en implementar un sistema dinámico que permita anticipar y satisfacer las necesidades de los clientes, evitando el desperdicio asociado a la sobreproducción. La implementación de este enfoque no solo tiene como objetivo optimizar los procesos internos, sino también asegurar que cada unidad producida se ajuste directamente a la demanda del mercado. Esto, a su vez, contribuirá a una gestión más eficiente de los recursos y a una mejora significativa en la rentabilidad de la empresa.

Adicionalmente, se presenta un formato para el registro de la producción con el propósito de que los operarios de las distintas áreas documenten las unidades fabricadas junto con sus respectivas especificaciones. Este formato tiene como

finalidad mitigar la sobreproducción y reducir los errores inherentes al proceso, tales como defectos de corte y errores en las especificaciones del producto. El diseño y estructura del formato se detallan en la Tabla 89

Tabla 89. Hoja de registro de especificaciones

| | | | |
|---|-----------------|---------------------------|---|
| Empresa Confecciones Deportivas PISCIS | | |  |
| Hoja de registro | | | No: |
| Cliente: | | Observación | |
| Fecha de registro: | | | |
| Área: | | | |
| Producto | Unidades | Especificaciones | Total producido diario |
| | | Tela | |
| | | Talla | |
| | | Tipo de costura | |
| | | Bordado | |
| Elaborado por: Producción | | Control de Calidad | |
| Recibida por: | | | |

Este enfoque busca asegurar que la producción se alinee de manera precisa con las órdenes de producción preestablecidas, mitigando así el riesgo de sobreproducción. Al facilitar la documentación detallada de las unidades producidas, permite monitorear y ajustar la producción en tiempo real. Este enfoque estratégico contribuye a optimizar los recursos y minimizar los costos asociados con la sobreproducción, alineando de manera más precisa la producción con la demanda planificada.

Etapa 5: Estandarizar

La implementación de un formato estandarizado para las órdenes de producción y el registro de la producción es esencial para mejorar la eficiencia y la consistencia en los procesos operativos. La estandarización proporciona uniformidad y claridad en la presentación de la información, reduciendo la probabilidad de errores y facilitando la comunicación entre diferentes departamentos. Además, establece una base sólida para la mejora continua al ofrecer una referencia consistente para evaluar el rendimiento y realizar ajustes eficientes. Esta iniciativa no solo optimiza la operación interna, sino que también garantiza el fortalecimiento de la gestión integral de los procesos productivos.

La estandarización de las órdenes de producción implica que el departamento de ventas sea el encargado de su registro. Este departamento debe difundir la orden de producción al jefe de producción y entregar una copia al operario designado para iniciar la fabricación de los conjuntos deportivos. La orden de producción debe incluir información precisa sobre las fechas de compra e inicio de la producción, así como detalles específicos del producto, como el material y la cantidad de unidades a producir. Este formato juega un papel crucial en el seguimiento meticuloso de la fabricación de conjuntos deportivos y, al mismo tiempo, sirve como un registro contable para la empresa.

En relación con las hojas de registro, la responsabilidad recae en los operarios de cada área. El jefe de producción se encarga de distribuir estas hojas, facilitando que los operarios completen el registro a medida que avanzan en sus labores. Es esencial que la información consignada sea precisa, ya que esto posibilita un seguimiento en tiempo real del progreso de la producción. Una vez concluidas las labores, las hojas de registro deben ser devueltas al jefe de producción. Este realizará el conteo y la comparación entre la demanda y la producción realizada, consolidando así la información para evaluar la eficiencia de la producción.

Fase 2 – Hacer: Implementación de la metodología Kaizen

Para la implementación de la metodología Kaizen se lo detalla en la Tabla 90 a continuación.

Tabla 90. Pasos para la implementación de Kaizen

| Responsable N° de paso | Alta dirección | Operario |
|--|---|--|
| Paso 1: Comunicar los cambios | Comunicar de manera eficaz la información sobre los cambios a nivel operativo. | Acatar y entender los cambios sobre el nuevo modelo de trabajo. |
| Paso 2: Capacitación | Supervisar y respaldar las actividades de capacitación para asegurar una transición sin problemas. | Realizar la transición del nuevo modelo de trabajo, y notificar algún problema en caso de ocurrir. |
| Paso 3: Introducción del formato para las ordenes de producción | Supervisar la introducción de los nuevos formatos y asegurarse de que se sigan correctamente en todos los niveles de la producción. | Implementar nuevos formatos de órdenes de producción y la hoja de registro, diseñados para eliminar la sobreproducción y alinear la producción con la demanda del mercado. |

| Responsable N° de paso | Alta dirección | Operario |
|--|--|---|
| Paso 4: Nuevo modelo de trabajo | Asegurarse de que los operarios estén al tanto de los cambios y monitorear la implementación del nuevo método para garantizar su correcta ejecución. | Adoptar el nuevo método de trabajo después de la eliminación de actividades que no agregan valor, enfocándose en la eficiencia y la producción acorde a la demanda. |
| Paso 5: Seguimiento o retroalimentación | Fomentar un ambiente donde la retroalimentación sea valorada y utilizarla para ajustar estrategias y mantener el impulso hacia la mejora continua. | Proporcionar retroalimentación activa sobre la eficacia de los cambios implementados y sugerir mejoras adicionales |

Este proceso garantiza una ejecución efectiva de las estrategias planificadas en la fase 1, maximizando las posibilidades de éxito en la búsqueda de mejoras continuas en la operación de la empresa.

Fase 3 – Verificar

En la fase 3 del Ciclo de Deming, se realiza mediante un análisis exhaustivo de los resultados obtenidos tras la implementación de los cambios y los formatos propuestos en la fabricación de conjuntos deportivos. Los operarios, tras adoptar el nuevo método de trabajo y los formatos de órdenes de producción, contribuyen activamente en la recolección de datos y la evaluación del rendimiento. La alta dirección supervisa de cerca este proceso, utilizando indicadores clave para medir la eficacia de los cambios y asegurar la alineación de la producción con la demanda del mercado. La introducción de nuevos métodos y la eliminación de actividades no valiosas deben reflejarse en una mayor eficiencia operativa y en la reducción de desperdicios asociados a la sobreproducción.

Los indicadores propuestos para evaluar la eficiencia operativa, en concordancia con el nuevo modelo de trabajo diseñado para eliminar la sobreproducción, se encuentran detallados en la Tabla 91.

Tabla 91. Indicadores para evaluar la sobreproducción

| Indicadores para evaluar la sobreproducción | | |
|--|--|--------------------|
| Tasa de utilización de la capacidad (TUC) | Fórmula | Responsable |
| | $TUC = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad total}} \times 100$ | Jefe de producción |

| | | |
|--|---|--------------------|
| | Descripción Mide la eficiencia en el uso de la capacidad de producción. Una tasa de utilización baja (< 85%) indica que la capacidad se está utilizando de manera deficiente, mientras que una tasa alta (> 100%) podría indicar sobreproducción | |
| Inventario en proceso (WIP) | Fórmula | Responsable |
| | $WIP = Inventario\ inicial + Producción - Ventas$ | Jefe de producción |
| | Descripción Mide la cantidad de productos en proceso o inventario acumulado en un período determinado. Un aumento no justificado en el inventario puede indicar sobreproducción, ya que los productos pueden acumularse más allá de la demanda real. | |
| Indicador de cumplimiento de la demanda (ICD) | Fórmula | Responsable |
| | $ICD = \frac{Unidades\ producidas}{Demanda\ Real} \times 100$ | Jefe de producción |
| | Descripción Este indicador evalúa qué porcentaje de la demanda real se ha cumplido a través de la producción. Un ICD cercano al 100% indica un alto nivel de cumplimiento de la demanda, mientras que un valor inferior podría señalar la presencia de sobreproducción o insuficiencia en la producción para satisfacer la demanda del mercado. | |

Estos indicadores reflejan la efectividad de las estrategias implementadas para eliminar la sobreproducción. Un WIP reducido, un TUC y un ICD cercano al 100% indican una alineación más efectiva entre la producción y la demanda, respaldando la eficiencia operativa y la optimización continua del proceso productivo.

Fase 4 – Actuar: Retroalimentación

En la fase 4 del Ciclo de Deming, se realiza mediante un análisis detallado de los resultados obtenidos a partir de la implementación de estrategias para eliminar la sobreproducción. Los indicadores clave de rendimiento (KPI), Tasa de Utilización de la Capacidad (TUC), Inventario en Proceso (WIP) e Índice de Cumplimiento de la Demanda (ICD), proporcionan una visión cuantitativa de la eficiencia operativa. Cualquier desviación significativa de los objetivos establecidos en estos indicadores actuará como base para ajustar y mejorar continuamente los procesos. Los resultados de un TUC, WIP y ICD, respaldan la toma de decisiones informadas y proporcionan una sólida plataforma para la implementación continua de mejoras. Esta fase se centra en aprovechar estos aprendizajes para ajustar estrategias, corregir posibles desviaciones y avanzar hacia la excelencia operativa de manera sostenible.

3.20 Herramienta 5'S para reducir o eliminar los desperdicios de defectos y sobreproducción

- **Objetivo**

Implementar eficazmente la herramienta 5'S en el proceso de producción con el propósito de eliminar los desperdicios asociados a defectos y a la sobreproducción, fortaleciendo así la calidad del producto y optimizando la eficiencia del sistema de producción.

- **Desarrollo**

La implementación de la metodología 5'S se lo realizó en tres fases, las cuales están detalladas en la Tabla 92

Tabla 92. Fases de la implementación de la metodología 5'S

| Fases de la implementación de la metodología 5'S | |
|--|--|
| N° de Fase | Etapa por desarrollar |
| Fase 1: Planificación | Etapa 1: Compromiso de la alta gerencia |
| | Etapa 2: Comité 5'S |
| | Etapa 3: Difusión de las 5'S |
| | Etapa 4: Planificación de actividades |
| | Etapa 5: Capacitación del personal |
| Fase 2: Ejecución | Identificación de la situación actual |
| | Etapa 1: Implementación de Seire |
| | Etapa 2: Implementación de Seiton |
| | Etapa 3: Implementación de Seiso |
| | Etapa 4: Implementación de Seiketsu |
| | Etapa 5: Implementación de Shitsuke |
| Fase 3: Seguimiento y mejora continua | Evaluación post implementación de la metodología 5'S |
| | Indicadores de desempeño |

Fase 1: Planificación

Etapa 1: Compromiso de la alta gerencia

La eficaz implementación de la metodología 5'S requiere una participación activa y comprometida por parte del gerente a lo largo de todas las fases del proceso. Es

imperativo que el gerente comunique de manera clara y consistente la relevancia de la metodología 5'S en términos de eficiencia operativa y calidad del trabajo. Además, se espera que el gerente facilite la formación y proporcione los recursos necesarios para que el personal comprenda y aplique de manera efectiva los principios fundamentales de la metodología 5'S en sus responsabilidades diarias.

Etapa 2: Comité 5'S

La creación de un comité centrado en la metodología de las 5'S, tiene como objetivo identificar las personas responsables de la correcta ejecución de la metodología. Este comité también se encargará de evaluar su implementación, proporcionando una retroalimentación esencial y estableciendo las bases necesarias para un proceso de mejora continua. En la Tabla 93 se detallan las responsabilidades de los miembros del comité, alineadas con el ciclo de Deming.

Tabla 93. Responsabilidades del comité 5'S

| Comité de la metodología 5'S | |
|-------------------------------------|--|
| Responsables del comité | Gerente propietario |
| | Jefe de producción |
| | Supervisor de calidad |
| Ciclo de Deming | |
| Fases | Responsabilidades |
| Planificar | Gestionar recursos |
| | Planificar las actividades |
| | Comunicar las actividades planificadas |
| Hacer | Realizar reuniones |
| | Capacitar a los operarios |
| | Ejecutar las actividades para la implementación de las 5'S |
| Verificar | Dar seguimiento a las actividades |
| | Realizar auditorias |
| | Analizar los resultados |
| Actuar | Acciones correctivas |
| | Identificar nuevas oportunidades |

Etapa 3: Difusión de las 5'S

Se realizó una difusión a los operarios acerca de los beneficios y ventajas de la metodología 5'S a través de charlas informativas. Durante estas sesiones, se destacaron los impactos positivos en la eficiencia operativa, la calidad del trabajo y el ambiente laboral. Se subrayó la importancia de la disciplina organizativa y la reducción de desperdicios en los procesos. Estas charlas proporcionaron una comprensión clara de los beneficios que la implementación de las 5'S aportaría al desempeño individual y colectivo, creando así un ambiente propicio para la aceptación y adopción de esta metodología.

Etapa 4: Planificación de actividades

Se elaboró un cronograma con el propósito de planificar de manera adecuada el desarrollo de las actividades propuestas como se aprecia en la Tabla 94. Este cronograma proporciona una estructura temporal que permite coordinar eficientemente la ejecución de las tareas, asegurando así una gestión organizada y eficaz de los recursos disponibles.

Tabla 94. Cronograma de actividades

| N° | Actividad | Diciembre | | | | | | | | | | | |
|----|--------------------------------|-----------|---|---|----------|---|---|----------|---|---|----------|---|---|
| | | Semana 1 | | | Semana 2 | | | Semana 3 | | | Semana 4 | | |
| 1 | Formación del comité | ■ | | | | | | | | | | | |
| 2 | Planificación de actividades | | ■ | | | | | | | | | | |
| 3 | Difusión | | | ■ | | | | | | | | | |
| 4 | Capacitaciones | | | ■ | | | | | | | | | |
| 5 | Implementación Seiri | | | | ■ | | | | | | | | |
| 6 | Implementación Seiton | | | | | ■ | ■ | | | | | | |
| 7 | Implementación Seiso | | | | | | | ■ | | | | | |
| 8 | Implementación Seiketsu | | | | | | | | ■ | | | | |
| 9 | Implementación Shitsuke | | | | | | | | | ■ | | | |
| 10 | Seguimiento | | | | | | | | | | ■ | | |
| 11 | Evaluación - Retroalimentación | | | | | | | | | | | ■ | ■ |

Etapa 5: Capacitación del personal

Se realizó una capacitación exhaustiva sobre la metodología 5'S, abarcando a todos los miembros de la empresa. Esta iniciativa educativa tuvo como objetivo proporcionar

un entendimiento integral de los principios 5'S, destacando su importancia para la eficiencia y la calidad en el entorno laboral. Los materiales utilizados para la capacitación incluyeron:

- **Material Impreso:** Guías detalladas para referencia.
- **Ejemplos Prácticos:** Casos de estudio y simulaciones para aplicar los principios en situaciones reales.
- **Videos Instructivos:** Material audiovisual para reforzar conceptos y técnicas.
- **Sesiones Interactivas:** Foros y discusiones para fomentar la participación y la comprensión activa.

Fase 2: Planificación

Identificación de la situación inicial

La identificación de la situación inicial implica evaluar cada etapa de la metodología de las 5'S mediante una lista de verificación. Esta herramienta permite analizar de manera sistemática y detallada el estado actual en el entorno de trabajo, identificando áreas de cumplimiento y posibles oportunidades de mejora.

En las Tablas 95, 96, 97, 98 y 99 se presenta la lista de verificación para la evaluación inicial de las 5'S, respectivamente.

Tabla 95. Lista de verificación de Seire

| Seiri - Clasificar | | | | |
|--------------------|--|-------|-------|-------|
| N° | Lista de verificación | SI =1 | NO= 0 | Valor |
| 1 | ¿Todos los elementos en mi área de trabajo son esenciales para realizar mis tareas diarias? | | X | 0 |
| 2 | ¿Existe una clara distinción entre elementos esenciales y no esenciales en mi espacio de trabajo? | | X | 0 |
| 3 | ¿Cada objeto tiene un lugar designado y fácilmente identificable? | | X | 0 |
| 4 | ¿Se ha eliminado todo lo que no es necesario para la operación eficiente de mi área? | | X | 0 |
| 5 | ¿Se han clasificado y etiquetado claramente todos los elementos esenciales? | | X | 0 |
| 6 | ¿Se ha establecido un sistema para evitar la acumulación no planificada de elementos en mi espacio de trabajo? | | X | 0 |
| 7 | ¿Se ha llevado a cabo una revisión reciente para garantizar que solo se mantengan elementos esenciales? | X | | 1 |

| Seiri - Clasificar | | | | |
|---------------------------|---|--------------|--------------|--------------|
| N° | Lista de verificación | SI =1 | NO= 0 | Valor |
| 8 | ¿Se ha eliminado todo material o equipo obsoleto o en desuso? | | X | 0 |
| 9 | ¿Se ha establecido un proceso para mantener continuamente la clasificación de elementos? | | X | 0 |
| 10 | ¿Existe un protocolo para informar y corregir desviaciones de las normas de clasificación establecidas? | | X | 0 |
| TOTAL | | | | 1 |

Tabla 96. Lista de verificación de Seiton

| Seiton - Ordenar | | | | |
|-------------------------|---|--------------|--------------|--------------|
| N° | Lista de verificación | SI =1 | NO= 0 | Valor |
| 1 | ¿Cada herramienta tiene un lugar designado y fácilmente accesible en mi área de trabajo? | | X | 0 |
| 2 | ¿Las áreas de almacenamiento están etiquetadas claramente con el contenido correspondiente? | | X | 0 |
| 3 | ¿El flujo de trabajo se ve facilitado por la disposición ordenada de herramientas y materiales? | | X | 0 |
| 4 | ¿Se han establecido áreas de trabajo claramente definidas para diferentes tareas? | | X | 0 |
| 5 | ¿Existe un sistema de almacenamiento para materiales, herramientas e insumos? | | X | 0 |
| 6 | ¿Se han eliminado duplicaciones innecesarias de herramientas o materiales? | | X | 0 |
| 7 | ¿Los elementos necesarios para realizar una tarea se encuentran agrupados de manera lógica? | X | | 1 |
| 8 | ¿Cada miembro del equipo es consciente de la ubicación específica de las herramientas y materiales clave? | X | | 1 |
| 9 | ¿Se ha establecido un protocolo para mantener regularmente la organización en mi área de trabajo? | | X | 0 |
| 10 | ¿Se han eliminado barreras físicas o desorden que puedan afectar la eficiencia del flujo de trabajo? | X | | 1 |
| TOTAL | | | | 4 |

Tabla 97. Lista de verificación de Seiso

| Seiso - Limpiar | | | | |
|------------------------|--|--------------|--------------|--------------|
| N° | Lista de verificación | SI =1 | NO= 0 | Valor |
| 1 | ¿El área de trabajo se limpia regularmente según un programa establecido? | X | | 1 |
| 2 | ¿Se han asignado responsabilidades específicas para la limpieza de cada área? | | X | 0 |
| 3 | ¿Se utilizan productos y equipos de limpieza adecuados para cada tipo de superficie? | X | | 1 |
| 4 | ¿Existe un protocolo para la eliminación segura de desechos y residuos? | | X | 0 |
| 5 | ¿Se han identificado y corregido posibles fuentes de contaminación o suciedad? | X | | 1 |
| 6 | ¿El equipo de trabajo realiza inspecciones regulares para garantizar que el área se mantenga limpia? | | X | 0 |
| 7 | ¿Se han establecido estándares claros para lo que se considera "limpio" en cada área? | | X | 0 |

| Seiso - Limpiar | | | | |
|------------------------|--|--------------|--------------|--------------|
| N° | Lista de verificación | SI =1 | NO= 0 | Valor |
| 8 | ¿Todos los miembros del equipo son conscientes de la importancia de mantener limpio su entorno? | X | | 1 |
| 9 | ¿Se han implementado medidas preventivas para evitar la acumulación de suciedad o desorden? | | X | 0 |
| 10 | ¿Existe un sistema para reportar y corregir rápidamente cualquier problema de limpieza identificado? | | X | 0 |
| TOTAL | | | | 4 |

Tabla 98. Lista de verificación de Seiketsu

| Seiketsu - Estandarizar | | | | |
|--------------------------------|--|--------------|--------------|--------------|
| N° | Lista de verificación | SI =1 | NO= 0 | Valor |
| 1 | ¿Se han establecido procedimientos estandarizados para la clasificación, orden y limpieza en todas las áreas de trabajo? | | X | 0 |
| 2 | ¿Las normas y procedimientos están claramente documentados y disponibles para todos los miembros del equipo? | | X | 0 |
| 3 | ¿Existe coherencia en la aplicación de las normas en diferentes áreas de la organización? | | X | 0 |
| 4 | ¿Se han definido estándares uniformes para el etiquetado y la identificación de elementos en todas las áreas? | X | | 1 |
| 5 | ¿Las responsabilidades y roles específicos para el mantenimiento de estándares están claramente definidos? | | X | 0 |
| 6 | ¿Se realizan revisiones y auditorías regulares para evaluar el cumplimiento de las normas establecidas? | | X | 0 |
| 7 | ¿Los procedimientos estandarizados se actualizan y ajustan según sea necesario para mantener la relevancia? | | X | 0 |
| 8 | ¿Existe un sistema de comunicación efectivo para informar cambios en los estándares a todos los miembros del equipo? | | X | 0 |
| 9 | ¿Los nuevos empleados reciben formación sobre los estándares y procedimientos estandarizados durante su incorporación? | X | | 1 |
| 10 | ¿Se promueve la retroalimentación y la participación activa de los empleados en la mejora continua de los estándares? | X | | 1 |
| TOTAL | | | | 3 |

Tabla 99. Lista de verificación de Shitsuke

| Shitsuke - Disciplinar | | | | |
|-------------------------------|--|--------------|--------------|--------------|
| N° | Lista de verificación | SI =1 | NO= 0 | Valor |
| 1 | ¿La disciplina en la aplicación de las 5'S se mantiene constantemente en todas las áreas de trabajo? | | X | 0 |
| 2 | ¿Existe un compromiso a largo plazo por parte de todos los miembros del equipo para seguir las prácticas de las 5'S? | | X | 0 |
| 3 | ¿Las acciones disciplinadas se han convertido en hábitos arraigados en la cultura organizacional? | X | | 1 |
| 4 | ¿Se ha establecido un sistema de incentivos y reconocimientos para fomentar la disciplina? | | X | 0 |
| 5 | ¿La alta gerencia lidera con el ejemplo al adherirse estrictamente a las prácticas de las 5'S? | | X | 0 |
| 6 | ¿La disciplina en la aplicación de las 5'S se refleja en la puntualidad y calidad del trabajo diario? | X | | 1 |

| Shitsuke - Disciplinar | | | | |
|-------------------------------|---|--------------|--------------|--------------|
| N° | Lista de verificación | SI =1 | NO= 0 | Valor |
| 7 | ¿Se realizan regularmente reuniones o sesiones de seguimiento para evaluar y reforzar la disciplina en las prácticas de las 5'S? | | X | 0 |
| 8 | ¿Los nuevos empleados reciben orientación y formación específica la disciplina? | X | | 1 |
| 9 | ¿La disciplina se considera un valor fundamental en la cultura de la empresa? | X | | 1 |
| 10 | ¿Se toman medidas correctivas de manera consistente cuando se identifican desviaciones de las prácticas disciplinadas de las 5'S? | | X | 0 |
| TOTAL | | | | 4 |

En la Tabla 100 se presenta el resumen de la evaluación inicial de la metodología de las 5'S.

Tabla 100. Resumen de la evaluación 5'S

| Resultados | | |
|-------------------|-------------------------|-------------------|
| N° | 5'S | Puntuación |
| 1 | Seiri - Clasificar | 1/10 |
| 2 | Seiton - Ordenar | 3/10 |
| 3 | Seiso - Limpiar | 4/10 |
| 4 | Seiketsu - Estandarizar | 3/10 |
| 5 | Shitsuke - Disciplinar | 4/10 |

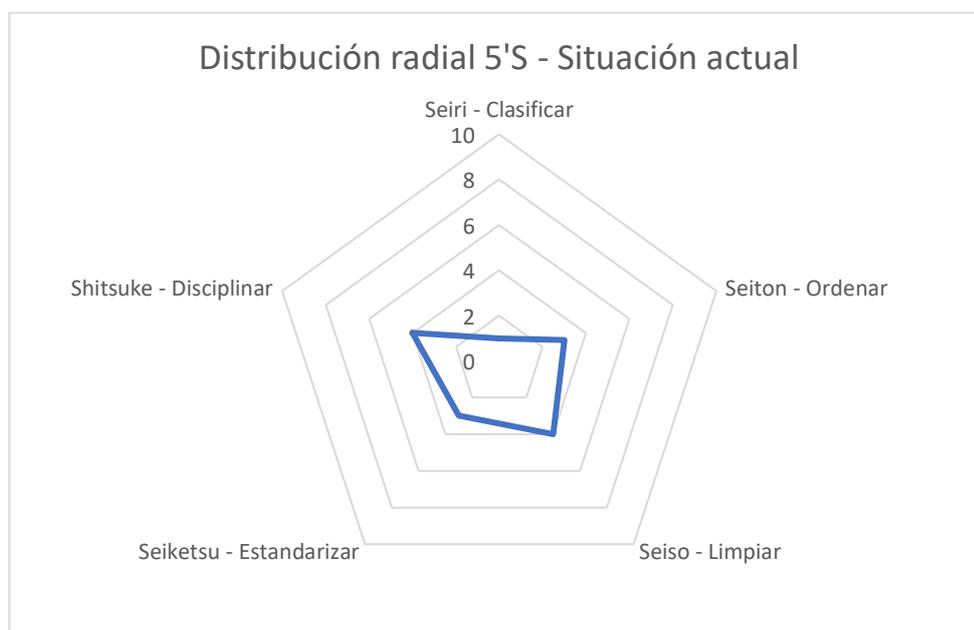


Figura 24. Distribución radial 5'S (situación actual)

Análisis

La evaluación inicial de la implementación de la metodología 5'S (Figura 24), revela que, en general, hay áreas de mejora significativas en todas las etapas. La clasificación (Seiri) obtuvo la puntuación más baja, sugiriendo que hay una falta de orden y organización en el entorno de trabajo. La fase de orden (Seiton) también requiere atención, aunque en menor medida. La limpieza (Seiso) muestra una puntuación moderada, indicando la necesidad de mejorar las prácticas de limpieza en el lugar de trabajo. La estandarización (Seiketsu) y la disciplina (Shitsuke) presentan puntajes bajos, lo que indica la importancia de establecer estándares claros y fomentar la disciplina para mantener las mejoras a lo largo del tiempo.

Implementar la metodología 5'S es crucial para mejorar la eficiencia y la productividad en el entorno laboral. La 5'S no solo busca crear un espacio de trabajo organizado y limpio, sino que también establece estándares para mantener estas condiciones a lo largo del tiempo.

Etapas 1: Implementación de Seire

La primera S, centrada en la clasificación o "Seiri", se enfoca en la eliminación de herramientas, materiales o elementos que no son necesarios para el puesto de trabajo. La esencia de esta fase radica en la organización eficiente del entorno laboral mediante la clasificación de objetos según su utilidad. Esta práctica implica separar los elementos esenciales de aquellos que no aportan valor al puesto de trabajo, buscando mejorar la comodidad del operador y facilitar la ejecución de sus actividades diarias. La eliminación de elementos innecesarios contribuye a crear un entorno más ordenado y funcional, promoviendo así la eficiencia y el bienestar en el lugar de trabajo.

Para la ejecución de la fase Seiri, se ha propuesto la utilización de tarjetas rojas con el fin de establecer una clasificación sencilla de las herramientas y materiales. Esta iniciativa tiene como objetivo principal mejorar la organización del espacio de trabajo, permitiendo una identificación rápida y eficiente de los elementos esenciales y prescindibles.

No. _____

TARJETA ROJA

Fecha _____ / _____ / _____

Area _____

Item _____

Cantidad _____

ACCION SUGERIDA

Agrupar en espacio separado

Eliminar

Reubicar

Reparar

Reciclar

Comentario _____

Fecha p/concluir acción _____ / _____ / _____

Figura 25. Tarjeta roja

En la Figura 25 se presenta un ejemplo visual de la tarjeta roja, proporcionando una referencia clara para guiar la clasificación y facilitar el proceso de eliminación de elementos no necesarios. Este enfoque contribuirá a optimizar el entorno laboral y a fortalecer la eficacia de la implementación de la metodología 5'S.



Figura 26. Aplicación de la tarjeta roja

La Figura 26 muestra de manera visual la aplicación de tarjetas rojas en los materiales que han sido previamente clasificados. Este enfoque ofrece una indicación clara de los elementos que se consideran prescindibles o innecesarios en el entorno de trabajo.

La colocación estratégica de las tarjetas rojas en estos materiales facilita la identificación rápida y eficiente de aquellos elementos que pueden ser eliminados,

contribuyendo así a la optimización del espacio y a la mejora general de la organización en el lugar de trabajo.

La Tabla 101 documenta de manera detallada el uso de las tarjetas rojas en el proceso de clasificación. Este registro proporciona una referencia específica de los materiales identificados como prescindibles según la metodología 5'S.

Tabla 101. Registro de tarjetas rojas

| Registro de tarjetas rojas | | | |
|----------------------------|------------------------|----------|-----------------|
| Ítems | Objeto | Cantidad | Acción sugerida |
| 1 | Cajas de cartón | 8 | Reciclar |
| 2 | Etiquetas de tela | 16 | Reubicar |
| 3 | Etiquetas en elásticos | 4 | Reubicar |
| 4 | Etiquetas en cierres | 9 | Reubicar |
| 5 | Etiquetas de hilos | 14 | Reubicar |
| 6 | Desperdicios | 21 | Reciclar |
| 7 | Gavetas | 9 | Reubicar |

Etapas 2: Implementación de Seiton

La segunda S de la metodología 5'S, denominada "Seiton" u orden, tiene como objetivo principal establecer un sistema organizado y eficiente para el almacenamiento de herramientas y materiales esenciales. En esta fase, se busca asignar ubicaciones específicas para cada elemento, facilitando así el acceso rápido y reduciendo el tiempo perdido en la búsqueda de objetos necesarios. El propósito fundamental de Seiton es optimizar la disposición de los elementos en el espacio de trabajo, promoviendo un entorno ordenado que contribuye a mejorar la productividad y a mantener la eficiencia operativa en el tiempo.

Para realizar la implementación de Seiton de manera efectiva, es crucial considerar las siguientes premisas:

- Identificar el flujo de movimiento de materiales, insumos y herramientas, ubicándolos en lugares específicos conforme a su frecuencia de uso.
- Establecer áreas de trabajo, así como los sistemas de almacenamiento para materiales, herramientas e insumos.

- Evitar almacenamiento duplicado para prevenir un exceso de inventario y promover la eficiencia en el uso de recursos.
- Organizar los materiales, herramientas e insumos de acuerdo con su tipo, simplificando la identificación y acceso.
- Comunicar de manera efectiva a los operarios sobre estos cambios, asegurando una implementación óptima y una transición sin contratiempos.



Antes

Después

Figura 27. Implementación de Seiton – Orden

La Figura 27 se presenta la implementación exitosa de la segunda S, "Seiton", donde se evidencia la transformación del almacenamiento de tela cortada. Inicialmente desordenado, el espacio se reorganizó utilizando los principios de Seiton, resultando en un almacenamiento ordenado y clasificado por talla y tipo de corte.

Esta nueva disposición permite una gestión eficiente de la materia prima, optimizando el flujo de trabajo y preparando la tela de manera estructurada para su posterior traslado al área de confección. La aplicación de Seiton no solo contribuye a la mejora de la eficiencia operativa, sino que también facilita la identificación y selección precisa de los materiales, enfatizando la importancia de un entorno de trabajo organizado y eficiente.

Etapa 3: Implementación de Seiso

La tercera S de la metodología 5'S, denominada "Seiso" o limpieza, tiene como objetivo principal establecer y mantener un entorno de trabajo limpio y ordenado. En esta fase, se busca instaurar prácticas sistemáticas de limpieza que vayan más allá de

la simple eliminación de la suciedad, abarcando la identificación y prevención de fuentes potenciales de desorden. El propósito fundamental de Seiso es promover una cultura organizacional donde la limpieza se convierta en una actividad habitual y proactiva, contribuyendo no solo a la mejora estética del entorno, sino también a la eficiencia operativa, la seguridad y la calidad del trabajo.

La implementación efectiva de la tercera S, "Seiso" o limpieza, requiere la consideración de premisas fundamentales:

- **Establecer un plan de limpieza:** Definir un programa estructurado que detalle las actividades de limpieza necesarias, identificando claramente a los responsables de cada tarea.
- **Dotar de insumos y equipos de limpieza:** Garantizar la disponibilidad de los insumos necesarios, como productos de limpieza y equipos adecuados, para facilitar la ejecución eficiente de las tareas programadas.
- **Eliminar todo tipo de suciedad:** Asegurar que el proceso de limpieza abarque la eliminación completa de suciedad, polvo y desorden en todas las áreas designadas, promoviendo un entorno de trabajo higiénico y seguro.
- **Registrar el cumplimiento del programa de limpieza:** Llevar un registro sistemático del cumplimiento del programa de limpieza para permitir un control efectivo, evaluar la eficacia de las actividades y realizar ajustes según sea necesario para mantener los estándares de limpieza establecidos.

La Tabla 102 exhibe el plan propuesto para el programa de limpieza, delineando las actividades y responsabilidades asignadas a cada área o equipo.

Tabla 102. Plan de limpieza propuesto

| Plan de limpieza | | | | |
|------------------|--|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------|
| Área | Procedimiento | Frecuencia | Recurso | Responsable |
| Corte | Barrer para retirar los retazos de tela y el polvo | Al inicio y al finalizar la jornada | Escoba, recolector de basura | Operario |
| Confección | Barrer para retirar hilos, pelusa, polvo | Al inicio y al finalizar la jornada | Escoba, recolector de basura, franela | Operario |

| Plan de limpieza | | | | |
|------------------|--|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------|
| Área | Procedimiento | Frecuencia | Recurso | Responsable |
| Bordado | Barrer para i hilos, pelusa, polvo | Al inicio y al finalizar la jornada | Escoba, recolector de basura, franela | Operario |
| Almacenamiento | Retirar la suciedad de estantes. | Al inicio y al finalizar la jornada | Escoba, recolector de basura | Operario |
| Bodega | Barrer para retirar hilos, pelusa, polvo | Al inicio y al finalizar la jornada | Escoba, recolector de basura | Operario |
| Administración | Barrer para retirar pelusa, polvo | Al inicio y al finalizar la jornada | Escoba, recolector de basura | Operario |

Este plan detallado sirve como una guía integral para la implementación efectiva de la tercera S, "Seiso" o limpieza. Al proporcionar una estructura organizada, el plan de limpieza facilita la ejecución sistemática de las tareas de limpieza, asegurando un control eficiente y una mejora continua en los estándares de higiene y orden en el entorno de trabajo.

Etapa 4: Implementación de Seiketsu

La cuarta S de la metodología 5'S, conocida como "Seiketsu" o estandarización, tiene como objetivo principal establecer prácticas y normas estandarizadas para mantener los niveles de organización y limpieza alcanzados a través de las fases anteriores. En esta etapa, se busca consolidar los hábitos de clasificación, orden y limpieza mediante la creación y documentación de procedimientos claros y uniformes. El propósito fundamental de Seiketsu es garantizar la consistencia en la aplicación de los principios 5'S a lo largo del tiempo, creando una base sólida para la mejora continua y promoviendo una cultura organizacional que valora la eficiencia y la calidad en todas las operaciones.

Para lograr una implementación óptima de Seiketsu, la cuarta S de la metodología 5'S, se recomienda seguir las siguientes premisas:

- **Desarrolla Procedimientos Estandarizados:** Documenta y comunica procedimientos claros para la clasificación, orden, y limpieza en todas las áreas

de trabajo. Estos documentos deben ser accesibles para todos los miembros del equipo.

- **Establecer Protocolos de Inspección Regular:** Implementa un programa de inspecciones regulares para evaluar el cumplimiento de los estándares establecidos. Designa responsables para realizar estas inspecciones y asegurar que se mantengan los niveles de organización y limpieza.
- **Capacitación Continua:** Esto garantizará que todos estén al tanto de las expectativas y fomentará la participación activa en el mantenimiento de la estandarización.
- **Involucra a los Empleados:** La retroalimentación y la colaboración promoverán una mayor adherencia a las prácticas estandarizadas.
- **Revisión Periódica y Mejora Continua:** Programa revisiones periódicas de los procedimientos y estándares, identificando oportunidades para mejorar la eficiencia y la efectividad.

Etapas 5: Implementación de Shitsuke

La quinta y última S de la metodología 5'S, denominada "Shitsuke" o disciplina, tiene como objetivo establecer y mantener una cultura organizacional arraigada en la disciplina y el compromiso continuo con los principios 5'S. En esta fase, se busca consolidar y fortalecer los hábitos de clasificación, orden, limpieza y estandarización a través de la implementación de medidas que fomenten la constancia en el tiempo. El propósito fundamental de Shitsuke es asegurar que los comportamientos y prácticas adoptadas durante la implementación de la metodología 5'S perduren de manera sostenible, convirtiéndose en parte integral de la cultura laboral. Esta disciplina constante no solo contribuye a la eficiencia operativa y la mejora continua, sino que también refuerza la calidad del trabajo y la seguridad en el entorno laboral.

Para lograr una implementación óptima de Shitsuke, la quinta S de la metodología 5'S, se recomienda seguir las siguientes premisas:

- **Desarrolla una Cultura de Compromiso:** Esto implica la participación activa de todos los miembros del equipo en la adopción y mantenimiento de prácticas disciplinadas.
- **Programa Sesiones de Formación Continua:** Esto ayuda a reforzar constantemente los principios y a mantenerlos en la mente de los empleados.
- **Establece Rutinas de Auditoría Interna:** Identifica áreas de mejora y reconoce los logros, creando un ambiente que promueva la responsabilidad individual y colectiva.
- **Reconoce y Premia el Cumplimiento:** Establece un sistema de incentivos que motive a los empleados a mantener la disciplina en sus prácticas diarias.
- **Fomenta la Retroalimentación Abierta:** La comunicación abierta facilita la identificación de desafíos y la búsqueda conjunta de soluciones para mantener la disciplina a lo largo del tiempo.

Fase 3: Seguimiento y mejora continua

Evaluación post implementación de la metodología 5'S

En las Tablas 103, 104, 105, 106, y 107 se presenta la lista de verificación post implementación de las 5'S, respectivamente.

Tabla 103. Lista de verificación de Seire

| Seiri - Clasificar | | | | |
|--------------------|--|-------|-------|-------|
| N° | Lista de verificación | SI =1 | NO= 0 | Valor |
| 1 | ¿Todos los elementos en mi área de trabajo son esenciales para realizar mis tareas diarias? | X | | 1 |
| 2 | ¿Existe una clara distinción entre elementos esenciales y no esenciales en mi espacio de trabajo? | X | | 1 |
| 3 | ¿Cada objeto tiene un lugar designado y fácilmente identificable? | X | | 1 |
| 4 | ¿Se ha eliminado todo lo que no es necesario para la operación eficiente de mi área? | | X | 0 |
| 5 | ¿Se han clasificado y etiquetado claramente todos los elementos esenciales? | X | | 1 |
| 6 | ¿Se ha establecido un sistema para evitar la acumulación no planificada de elementos en mi espacio de trabajo? | X | | 1 |
| 7 | ¿Se ha llevado a cabo una revisión reciente para garantizar que solo se mantengan elementos esenciales? | X | | 1 |

| Seiri - Clasificar | | | | |
|---------------------------|---|--------------|--------------|--------------|
| N° | Lista de verificación | SI =1 | NO= 0 | Valor |
| 8 | ¿Se ha eliminado todo material o equipo obsoleto o en desuso? | | X | 0 |
| 9 | ¿Se ha establecido un proceso para mantener continuamente la clasificación de elementos? | X | | 1 |
| 10 | ¿Existe un protocolo para informar y corregir desviaciones de las normas de clasificación establecidas? | X | | 1 |
| TOTAL | | | | 8 |

Tabla 104. Lista de verificación de Seiton

| Seiton - Ordenar | | | | |
|-------------------------|---|--------------|--------------|--------------|
| N° | Lista de verificación | SI =1 | NO= 0 | Valor |
| 1 | ¿Cada herramienta tiene un lugar designado y fácilmente accesible en mi área de trabajo? | | X | 0 |
| 2 | ¿Las áreas de almacenamiento están etiquetadas claramente con el contenido correspondiente? | X | | 1 |
| 3 | ¿El flujo de trabajo se ve facilitado por la disposición ordenada de herramientas y materiales? | X | | 1 |
| 4 | ¿Se han establecido áreas de trabajo claramente definidas para diferentes tareas? | X | | 1 |
| 5 | ¿Existe un sistema de almacenamiento para materiales, herramientas e insumos? | X | | 1 |
| 6 | ¿Se han eliminado duplicaciones innecesarias de herramientas o materiales? | | X | 0 |
| 7 | ¿Los elementos necesarios para realizar una tarea se encuentran agrupados de manera lógica? | X | | 1 |
| 8 | ¿Cada miembro del equipo es consciente de la ubicación específica de las herramientas y materiales clave? | X | | 1 |
| 9 | ¿Se ha establecido un protocolo para mantener regularmente la organización en mi área de trabajo? | X | | 1 |
| 10 | ¿Se han eliminado barreras físicas o desorden que puedan afectar la eficiencia del flujo de trabajo? | X | | 1 |
| TOTAL | | | | 8 |

Tabla 105. Lista de verificación de Seiso

| Seiso - Limpiar | | | | |
|------------------------|--|--------------|--------------|--------------|
| N° | Lista de verificación | SI =1 | NO= 0 | Valor |
| 1 | ¿El área de trabajo se limpia regularmente según un programa establecido? | X | | 1 |
| 2 | ¿Se han asignado responsabilidades específicas para la limpieza de cada área? | X | | 1 |
| 3 | ¿Se utilizan productos y equipos de limpieza adecuados para cada tipo de superficie? | X | | 1 |
| 4 | ¿Existe un protocolo para la eliminación segura de desechos y residuos? | X | | 1 |
| 5 | ¿Se han identificado y corregido posibles fuentes de contaminación o suciedad? | X | | 1 |
| 6 | ¿El equipo de trabajo realiza inspecciones regulares para garantizar que el área se mantenga limpia? | X | | 1 |

| Seiso - Limpiar | | | | |
|------------------------|--|-------------|--------------|--------------|
| N° | Lista de verificación | SI=1 | NO= 0 | Valor |
| 7 | ¿Se han establecido estándares claros para lo que se considera "limpio" en cada área? | X | | 1 |
| 8 | ¿Todos los miembros del equipo son conscientes de la importancia de mantener limpio su entorno? | X | | 1 |
| 9 | ¿Se han implementado medidas preventivas para evitar la acumulación de suciedad o desorden? | X | | 1 |
| 10 | ¿Existe un sistema para reportar y corregir rápidamente cualquier problema de limpieza identificado? | | X | 0 |
| TOTAL | | | | 9 |

Tabla 106. Lista de verificación de Seiketsu

| Seiketsu - Estandarizar | | | | |
|--------------------------------|--|-------------|--------------|--------------|
| N° | Lista de verificación | SI=1 | NO= 0 | Valor |
| 1 | ¿Se han establecido procedimientos estandarizados para la clasificación, orden y limpieza en todas las áreas de trabajo? | X | | 1 |
| 2 | ¿Las normas y procedimientos están claramente documentados y disponibles para todos los miembros del equipo? | X | | 1 |
| 3 | ¿Existe coherencia en la aplicación de las normas en diferentes áreas de la organización? | X | | 1 |
| 4 | ¿Se han definido estándares uniformes para el etiquetado y la identificación de elementos en todas las áreas? | X | | 1 |
| 5 | ¿Las responsabilidades y roles específicos para el mantenimiento de estándares están claramente definidos? | X | | 1 |
| 6 | ¿Se realizan revisiones y auditorías regulares para evaluar el cumplimiento de las normas establecidas? | X | | 1 |
| 7 | ¿Los procedimientos estandarizados se actualizan y ajustan según sea necesario para mantener la relevancia? | X | | 1 |
| 8 | ¿Existe un sistema de comunicación efectivo para informar cambios en los estándares a todos los miembros del equipo? | X | | 1 |
| 9 | ¿Los nuevos empleados reciben formación sobre los estándares y procedimientos estandarizados durante su incorporación? | X | | 1 |
| 10 | ¿Se promueve la retroalimentación y la participación activa de los empleados en la mejora continua de los estándares? | X | | 1 |
| TOTAL | | | | 10 |

Tabla 107. Lista de verificación de Shitsuke

| Shitsuke - Disciplinar | | | | |
|-------------------------------|--|-------------|--------------|--------------|
| N° | Lista de verificación | SI=1 | NO= 0 | Valor |
| 1 | ¿La disciplina en la aplicación de las 5'S se mantiene constantemente en todas las áreas de trabajo? | | X | 0 |
| 2 | ¿Existe un compromiso a largo plazo por parte de todos los miembros del equipo para seguir las prácticas de las 5'S? | X | | 1 |
| 3 | ¿Las acciones disciplinadas se han convertido en hábitos arraigados en la cultura organizacional? | X | | 1 |
| 4 | ¿Se ha establecido un sistema de incentivos y reconocimientos para fomentar la disciplina? | X | | 1 |
| 5 | ¿La alta gerencia lidera con el ejemplo al adherirse estrictamente a las prácticas de las 5'S? | X | | 1 |

| Shitsuke - Disciplinar | | | | |
|------------------------|---|-------|-------|----------|
| Nº | Lista de verificación | SI =1 | NO= 0 | Valor |
| 6 | ¿La disciplina en la aplicación de las 5'S se refleja en la puntualidad y calidad del trabajo diario? | X | | 1 |
| 7 | ¿Se realizan regularmente reuniones o sesiones de seguimiento para evaluar y reforzar la disciplina en las prácticas de las 5'S? | X | | 1 |
| 8 | ¿Los nuevos empleados reciben orientación y formación específica la disciplina? | X | | 1 |
| 9 | ¿La disciplina se considera un valor fundamental en la cultura de la empresa? | X | | 1 |
| 10 | ¿Se toman medidas correctivas de manera consistente cuando se identifican desviaciones de las prácticas disciplinadas de las 5'S? | X | | 1 |
| TOTAL | | | | 9 |

En la Tabla 108 se presenta el resumen de la evaluación post implementación de las 5'S

Tabla 108. Resumen de la evaluación post implementación 5'S

| Resultados | | | |
|------------|-------------------------|------------|---------|
| Nº | 5'S | Puntuación | |
| | | Antes | Después |
| 1 | Seiri - Clasificar | 1/10 | 8/10 |
| 2 | Seiton - Ordenar | 3/10 | 8/10 |
| 3 | Seiso - Limpiar | 4/10 | 9/10 |
| 4 | Seiketsu - Estandarizar | 3/10 | 10/10 |
| 5 | Shitsuke - Disciplinar | 4/10 | 9/10 |

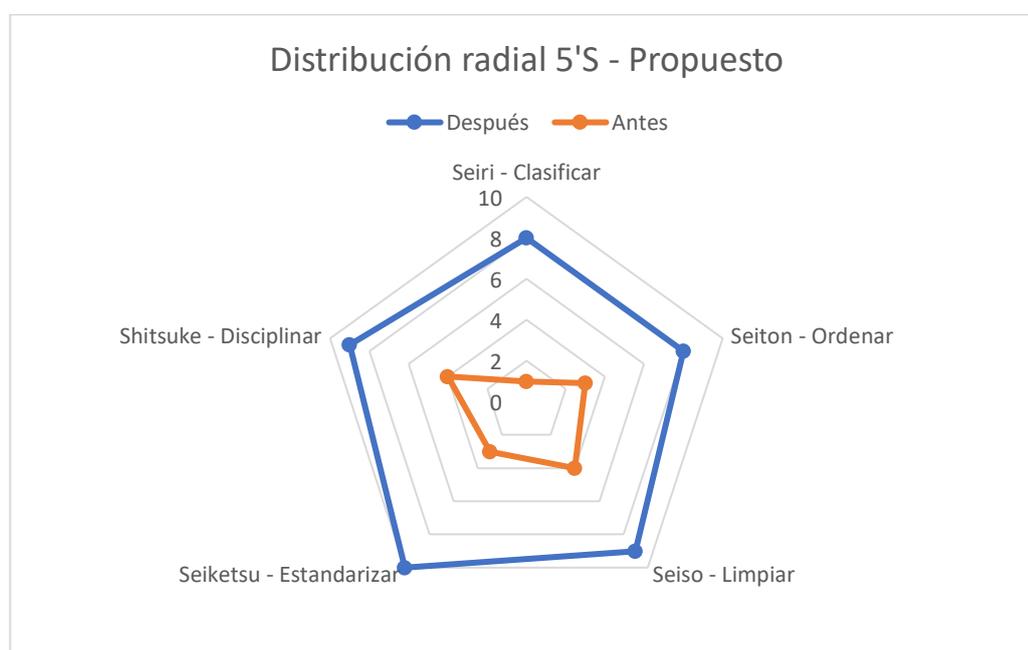


Figura 28. Análisis post implementación 5'S

Análisis

La Figura 28 compara las puntuaciones antes y después de la implementación de la metodología 5'S refleja claramente una mejora sustancial en todas las áreas evaluadas. La aplicación de la metodología ha generado resultados notables, evidenciados por el significativo aumento en las puntuaciones de cada uno de los cinco principios.

En la fase de clasificación (Seiri), la puntuación ha experimentado un notable incremento, pasando de 1/10 a 8/10. Este aumento sugiere una mejora significativa en la organización y clasificación de los elementos en el entorno de trabajo. De manera similar, la fase de orden (Seiton) también ha experimentado un aumento impresionante, pasando de 3/10 a 8/10, indicando una notable optimización en la disposición y accesibilidad de los elementos necesarios en el lugar de trabajo.

La fase de limpieza (Seiso) muestra una mejora evidente al aumentar de 4/10 a 9/10, lo que sugiere una mayor atención y rigor en las prácticas de limpieza y mantenimiento. Asimismo, la estandarización (Seiketsu) ha alcanzado una puntuación perfecta de 10/10, destacando la implementación exitosa de estándares uniformes en todo el proceso. La disciplina (Shitsuke) ha mejorado de manera significativa, pasando de 4/10 a 9/10, lo que indica un compromiso efectivo con la adhesión continua a los estándares establecidos.

La implementación de la metodología 5'S ha resultado ser altamente efectiva, ya que ha generado mejoras notables en cada una de las áreas evaluadas. La optimización en la organización, orden, limpieza, estandarización y disciplina refleja un compromiso exitoso con la mejora continua y la eficiencia operativa. Estos resultados respaldan la importancia y eficacia de la metodología 5'S como un enfoque sistemático para optimizar entornos de trabajo y promover una cultura de mejora continua en las organizaciones.

Indicadores de desempeño

Después de la implementación de la metodología de las 5'S en la empresa, se procede a evaluar el desempeño mediante indicadores. Esta herramienta de evaluación se utiliza para medir el impacto y la efectividad de la implementación en áreas clave,

como la eficiencia operativa, la calidad del trabajo y la seguridad en el entorno laboral. Los indicadores proporcionan una visión cuantitativa de los resultados logrados y permiten identificar áreas específicas que puedan requerir ajustes o mejoras adicionales. Esta evaluación basada en indicadores es fundamental para asegurar la sostenibilidad y la mejora continua de las prácticas 5'S en la empresa.

Los datos presentados fueron proporcionados por la empresa, correspondiente a los meses de noviembre y diciembre. En las Tablas 109 y 110 se presenta los indicadores de desempeño

Tabla 109. Indicador de pedidos realizados a tiempo

| Indicador de pedidos realizados a tiempo | |
|--|--|
| Formula: | $\frac{\text{Número de pedidos cumplidos a tiempo}}{\text{Número de pedidos realizados}} \times 100$ |
| Antes (mes de noviembre) | Después (mes de diciembre) |
| Pedidos cumplidos = 15 pedidos Pedidos realizados = 21 pedidos Cálculo: $= \frac{15 \text{ pedidos}}{21 \text{ pedidos}} \times 100$ $= 71,43\%$ | Pedidos cumplidos = 26 pedidos Pedidos realizados = 29 pedidos Cálculo= $\frac{26 \text{ pedidos}}{29 \text{ pedidos}} \times 100$ $= 89,65\%$ |

Se tiene una mejora sustancial en el indicador de pedidos realizados a tiempo después de la implementación de las 5'S en comparación con el estado previo. Inicialmente, el porcentaje de cumplimiento se situaba en un 71,43%, y con la adopción de las prácticas de las 5'S, este indicador ha experimentado un notable incremento hasta alcanzar el 89,65%. Esta diferencia positiva del 18,22% sugiere un impacto significativo de las iniciativas relacionadas con las 5'S en la puntualidad en la gestión de pedidos. Es crucial destacar que esta mejora no solo resalta la eficiencia operativa, sino que también puede tener implicaciones positivas en la satisfacción del cliente y la percepción general de la calidad del servicio. La comparación cuantitativa entre los dos estados proporciona una visión clara de los beneficios derivados de la implementación de las 5'S en términos de gestión temporal y eficacia en la ejecución de pedidos.

Tabla 110. Indicador de pedidos satisfactorios

| Indicador de pedidos satisfactorios | |
|---|---|
| Formula: | $\frac{\text{Número de pedidos satisfactorios}}{\text{Número de pedidos realizados}} \times 100$ |
| Antes (mes de noviembre) | Después (mes de diciembre) |
| <p>Pedidos satisfactorios = 18 pedidos Pedidos realizados = 21 pedidos Cálculo:</p> $= \frac{18 \text{ pedidos}}{21 \text{ pedidos}} \times 100$ $= 85,71\%$ | <p>Pedidos satisfactorios = 28 pedidos Pedidos realizados = 29 pedidos Cálculo=</p> $\frac{28 \text{ pedidos}}{29 \text{ pedidos}} \times 100$ $= 96,55\%$ |

Se tiene una mejora considerable en el indicador de pedidos satisfactorios después de la implementación de las 5'S, en comparación con el estado previo. Inicialmente, el porcentaje de pedidos satisfactorios se situaba en un 85,71%, y con la adopción de las prácticas de las 5'S, este indicador ha experimentado un notable aumento hasta alcanzar el 96,55%. Esta diferencia positiva del 10,84% refleja una mejora significativa en la eficiencia y la precisión en el procesamiento de pedidos.

Es relevante destacar que, al mencionar que si este indicador tiene un valor bajo indica que el pedido ha sido devuelto a la empresa, se subraya la importancia de este indicador en la satisfacción del cliente y en la gestión efectiva de los procesos. El aumento en el porcentaje de pedidos satisfactorios no solo apunta a una mayor eficiencia operativa, sino que también sugiere una reducción en los errores y en la necesidad de devolver productos a la empresa.

La comparación cuantitativa entre los dos estados resalta el impacto positivo de las 5'S en la calidad del producto, minimizando las devoluciones y fortaleciendo la percepción del cliente sobre la confiabilidad y eficacia de la empresa en la gestión de pedidos.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se determinó que el producto más rentable es el Conjunto Deportivo de la U. E. “Luis A. Martínez”, siendo el foco vital para la realización de un análisis exhaustivo y un estudio de tiempos de las actividades asociadas para la generación del Mapa de Flujo de Valor (VSM). Dentro de este contexto, se definió el Lead Time como el intervalo total desde el inicio hasta la finalización de un proceso específico, con un tiempo registrado de 39.01 horas y el tiempo de ciclo, que denota el intervalo requerido para la ejecución de dicho proceso, con un tiempo de 50,20 minutos. Adicionalmente, se constató un excedente en la producción diaria, manifestado en un exceso de 16 camisetas, 22 pantalones y 49 pantalonetas.
- Después de efectuar un análisis minucioso de los desperdicios críticos, se identificó tres categorías principales: defectos, sobreproducción y tiempos de espera. En cuanto a los defectos, se constató que las causas preponderantes se originan principalmente por factores humanos (73%), mientras que, en menor medida, por problemas asociados a la maquinaria (27%). La cuantificación de las fallas reveló que las costuras fruncidas o arrugadas representan el 16,52%, destacándose como la anomalía con mayor incidencia.
- Se realizó una evaluación del costo relacionado con la sobreproducción, revelando que las camisetas muestran un desperdicio de \$3,570.00, los pantalones de \$2,568.00 y las pantalonetas presentan el mayor despilfarro, con \$5,080.00. Este análisis proporcionó un entendimiento exhaustivo de las deficiencias que contribuyen a la sobreproducción, resaltando los errores en el proceso de corte y las insuficiencias en la planificación semanal de la producción como los más prominentes.
- Se observó una alta frecuencia en los tiempos de espera, atribuyéndose las fallas más recurrentes a la rotura de hilos en las máquinas, las esperas de insumos y los períodos dedicados al mantenimiento de las mismas. En

consecuencia, tras un análisis meticuloso de las herramientas operativas del Lean Manufacturing, se determinó que las herramientas más adecuadas para reducir o eliminar los desperdicios en el proceso productivo son Jidoka, TPM (Mantenimiento Productivo Total), Kaizen y 5'S.

- A través de la herramienta Jidoka, se presentó un modelo de detección de fallas que implica la participación activa de todos los operarios en la identificación y análisis de dichas fallas. Además, se han llevado a cabo acciones correctivas con el objetivo de mitigar o eliminar estos desperdicios. Simultáneamente, la herramienta TPM ha facilitado la creación de un programa de mantenimiento autónomo y preventivo, promoviendo la participación de los operarios y asegurando el compromiso de la alta gerencia.
- Con la propuesta de la herramienta Kaizen, se planteó un nuevo enfoque laboral que se centra en modificaciones graduales y simples. Además, la implementación de formatos estandarizados para las órdenes y el registro de la producción tiene como objetivo obtener una documentación detallada de las unidades producidas, lo que facilita el monitoreo continuo y los ajustes en tiempo real de la producción.
- Mediante la implementación de la metodología de las 5'S, se ha propuesto una optimización integral en la organización, el orden y la limpieza tanto en los puestos de trabajo como en diversas áreas de la empresa. Esta iniciativa ha generado un aumento significativo en la evaluación realizada posterior a la implementación. Además, se ha observado un impacto positivo en los indicadores propuestos, manifestado por un mejoramiento del 25.50% en los pedidos realizados a tiempo y un incremento del 12.64% en los pedidos satisfactorios, lo que se traduce en una mejora palpable en la eficiencia operativa.

4.2 Recomendaciones

- Para asegurar el éxito de la implementación de la propuesta, es esencial establecer un seguimiento mensual que permita respaldar las decisiones mediante una retroalimentación fundamentada. Este proceso implica la utilización meticulosa de los indicadores específicos propuestos en las herramientas del Lean Manufacturing. Este enfoque estratégico garantizará una evaluación continua y ajustes oportunos para optimizar la eficiencia y efectividad de la propuesta.
- Es imperativo que la alta dirección priorice la implementación de programas de capacitación periódicos dirigidos a los operarios. Esta iniciativa se orienta hacia la promoción de una cultura arraigada de compromiso y disciplina dentro del entorno laboral. Tal enfoque no solo fortalecerá el compromiso individual y colectivo de los trabajadores, sino que también incidirá positivamente en la estandarización y eficiencia del proceso de producción.
- Para conocer las capacidades de producción después de las modificaciones implementadas, se sugiere realizar un estudio de tiempos actualizado teniendo en cuenta tanto el nuevo método de trabajo como los formatos sugeridos en la herramienta Kaizen. Este enfoque permitirá un análisis más preciso y detallado de los cambios en la eficiencia y la productividad derivados de las actualizaciones realizadas en el proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Vidaurre Peche Sarita, “Aplicación de la metodología phva para mejorar la productividad en el área costura de la empresa textiles camones s.a- puente piedra, 2018,” *Energies*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2018, [Online]. Available: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1120700020921110%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.reuma.2018.06.001%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.arth.2018.03.044%0Ahttps://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1063458420300078?token=C039B8B13922A2079230DC9AF11A333E295FCD8>
- [2] C. Millán and O. Montaña, “Desarrollo de una metodología Lean-Six Sigma para una pyme mexicana. Caso: Empresa Textil, Tulancingo, Hgo,” pp. 1498–1518, 2017.
- [3] E. L. Vargas Crisóstomo and J. W. Camero Jiménez, “Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera,” *Ind. Data*, vol. 24, no. 2, pp. 249–271, 2021, doi: 10.15381/idata.v24i2.19485.
- [4] J. Vargas, G. Muratalla, and M. Jiménez, “Sistemas de producción competitivos mediante la implementación de la herramienta Lean manufacturing,” *Univ. Nac. La Plata*, vol. 11, p. 17, 2018.
- [5] J. G. Arrieta Posada, V. E. Botero Herrera, and M. J. Romano Martinez, “Benchmarking about lean manufacturing in the textile sector in Medellin,” *J. Econ. Financ. Adm. Sci.*, vol. 15, no. 28, pp. 141–170, 2010.
- [6] J. Malpartida and L. Tarmeño, “Implementación de las herramientas del Lean Manufacturing y sus resultados en diferentes empresas,” *Rev. Investig. científica y tecnológica*, vol. 1, no. 2, pp. 51–59, 2020.
- [7] A. P. Rojas Jauregui and V. Gisbert Soler, “Lean Manufacturing: Herramienta para mejorar la productividad en las empresas,” *3C Empres. Investig. y Pensam. crítico*, vol. 6, no. 5, pp. 116–124, 2017, doi: 10.17993/3cemp.2017.especial.116-124.

- [8] Y. Bellido, A. La Rosa, C. Torres, G. Quispe, and C. Raymundo, *Modelo de Optimización de Desperdicios Basado en Lean Manufacturing para incrementar la productividad en Micro y Pequeñas Empresas del Rubro Textil*, vol. 1. 2018.
- [9] M. S. Carrillo Landazábal, C. G. Alvis Ruiz, Y. Y. Mendoza Álvarez, and H. E. Cohen Padilla, “Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa textil en Cartagena, Colombia,” *SIGNOS - Investig. en Sist. gestión*, vol. 11, no. 1, pp. 71–86, 2019, doi: 10.15332/s2145-1389-4934.
- [10] L. H. Morón-Castañeda et al., “Impacto de la metodología Lean en la mejora de procesos asistenciales y niveles de satisfacción,” *Rev. Calid. Asist.*, vol. 30, no. 6, pp. 289–296, 2017, doi: 10.1016/j.cali.2015.09.001.
- [11] J. G. Vargas-Hernández, M. T. Jiménez Castillo, and G. Muratalla-Bautista, “Sistemas de producción competitivos mediante la implementación de la herramienta Lean Manufacturing,” *Ciencias Adm.*, no. 11, p. 020, 2018, doi: 10.24215/23143738e020.
- [12] M. J. A. Gonzales Mallqui and F. F. Samán Chamorro, “Propuesta de mejora en el área de confecciones para aumentar la productividad en una empresa textil aplicando el Lean Manufacturing,” *Univ. Tecnológica del Perú*, pp. 1–90, 2020, [Online]. Available: <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3212>
- [13] F. Lisette, G. Albornoz, B. Yofre, M. Asto, D. Mercedes, and P. Pacheco, “Herramientas Lean manufacturing para incrementar la productividad en la línea de ropa de cama de una empresa textil,” 2021.
- [14] A. Teresa and B. Ramírez, *Uso de la metodología Lean Manufacturing para la mejora del proceso de producción de la empresa Cotton Life textiles EIRL*. 2021.
- [15] Y. Ramos, “Mejora del proceso de confección de polos de una empresa textil, aplicando herramientas de Lean manufacturing,” p. 126, 2021, [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/22013>
- [16] J. I. García Caiza, “Propuesta de mejora del proceso productivo de una empresa

de confección textil ubicada en la ciudad de Quinto aplicando principios de Lean Manufacturing,” no. 506, pp. 1–88, 2022.

- [17] O. Guzman, “Diseño E Implementación de un Sistema de Producción Esbelta Lean Manufacturing en el Área de Texturizado de la Empresa Textil Enkador,” p. 160, 2012, [Online]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7836/3/CD-4385.pdf>
- [18] D. S. Vesga and K. N. Roncancio, “Metodología Lean Manufacturing en la industrial textil,” Univ. St. Tomás Espec. Gerenc. Empres. Bogota D.C., no. 8.5.2017, pp. 2003–2005, 2022.
- [19] J. D. Martínez, “Propuesta para la reducción de tiempos y productos no conformes en el área de confecciones de la empresa Suramericana de Guantes S. A. S. mediante herramientas de lean manufacturing,” Revista Inventum. Accessed: Oct. 27, 2023. [Online]. Available: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/671/6713690005/html/>
- [20] R. Zarza-Díaz, T. I. Martínez-Martínez, and L. Cruz-Santiago, “5’S En Una Empresa Textil Como Base De La Manufactura Esbelta,” Ingenio y Concienc. Boletín Científico la Esc. Super. Ciudad Sahagún, vol. 10, no. 19, pp. 29–36, 2023, doi: 10.29057/escs.v10i19.9605.
- [21] J. Idrobo and S. Perdomo, “El efecto que tiene el Lean Manufacturing en empresas textiles,” 2023, [Online]. Available: <https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/12561>
- [22] F. T. Ordoñez and C. N. Cedeño, “Propuesta de un modelo basado en lean manufacaturig para la mejora del proceso productivo de una pyme del sector textil de la ciudad de Guayaquil,” Univ. Católica Santiago Guayaquil, pp. 31–41, 2023.
- [23] J. F. Ramírez Pérez, V. G. López Torres, S. A. Hernández Castillo, and M. V. Maylevis, “Lean six sigma e industria 4.0, una revisión desde la administración de operaciones para la mejora continua de las organizaciones,” Publicación Cuatrimest., vol. 5, no. 4, pp. 151–168, 2021.

- [24] F. González Correa, “Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales Herramientas,” *Rev. Panor. Adm.*, vol. 1, no. 2, pp. 85–112, 2007.
- [25] C. Cuggia-Jiménez, E. Orozco-Acosta, and D. Mendoza-Galvis, “Lean manufacturing: A systematic review in the food industry,” *Inf. Tecnol.*, vol. 21, no. 5, pp. 163–172, 2020, doi: 10.4067/S0718-07642020000500163.
- [26] L. Pocreay and M. Ayabe, “Sistemas de Producción Toyota (TPS), Eficiencia en la producción a través de la reducción de inproductividad en todos sus niveles.,” *Rev. Tecnología*, vol. 13, no. 4, pp. 28–31, 2015, [Online]. Available: http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rtft/v13n19/v13n19_a09.pdf
- [27] M. P. Sarria Yépez, G. A. Fonseca Villamarín, and C. C. Bocanegra-Herrera, “Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing,” *Rev. Esc. Adm. Negocios*, no. 83, pp. 51–71, 2017, doi: 10.21158/01208160.n83.2017.1825.
- [28] G. Enríquez, “El abc de la instrumentación en el control de procesos industriales,” Editorial LIMUSA. Accessed: Nov. 14, 2023. [Online]. Available: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5cu4AgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=diagrama+ABC&ots=AaNQCb2V0A&sig=Lck1tOji1bu4H7x40ttF1uu3II4#v=onepage&q=diagrama+ABC&f=false>
- [29] J. I. González Gómez, “Ley de Pareto: 80/20,” Univ. la Laguna, pp. 1–25, 2017, [Online]. Available: http://www.jggomez.eu/K_Informatica/3_Excel/03_Mis_Temas/B_BD_y_TD/TD_III_Pareto_e_Intervalos.pdf
- [30] A. Tejada, “Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos,” *Cienc. Soc.*, vol. 36, no. 2, pp. 29–46, 2018, doi: 10.2307/j.ctv51307z.6.
- [31] A. M. Paredes Rodríguez, “Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio * Application of Value Stream Mapping tool to a company packing glass products,” *Entremado*, vol. 13, no. 1, pp. 262–277, 2017, [Online]. Available: <https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25103>

- [32] F. J. Quishpe and F. Arroyo Morocho, “Analysis and optimization in the production of cardboard pac-kaging, using value stream mapping,” *Univ. y Soc.*, vol. 13, no. 3, pp. 536–542, 2021.
- [33] L. M. Manene, “Diagrama de flujo, definición, objetivo,” pp. 1–16, 2011, [Online]. Available: [http://www.luismiguelmanene.com/...gramas-de-flujo-su-definicion-objetivo-ventajas-elaboracion-fases-reglas-y-ejemplos-de-aplicaciones/\[19/08/201302:05:45p.m.\]1.-Definición.-](http://www.luismiguelmanene.com/...gramas-de-flujo-su-definicion-objetivo-ventajas-elaboracion-fases-reglas-y-ejemplos-de-aplicaciones/[19/08/201302:05:45p.m.]1.-Definición.-)
- [34] R. Sanchis, “Diagramación de Procesos,” *Univ. Politècnica València*, vol. 1, p. 8, 2020, [Online]. Available: <https://riunet.upv.es/handle/10251/144115>
- [35] M. García and A. Amador, “Cómo aplicar ‘Value Stream Mapping’ (VSM),” *3C Tecnol. Glosas innovación Apl. a la pyme*, vol. 8, no. 2, pp. 68–83, 2019.
- [36] E. Salazar, S. Capuz, S. De Reza, J. Padilla, and C. Salinas, “Value Stream Mapping (VSM) for the Process of Professional Formation,” *17th Int. Congr. Proj. Manag. Eng.*, no. July, pp. 1387–1399, 2013.
- [37] X. N. López, “V. S. M: herramienta clave de la mejora continua metodología y aplicación,” *UCC*, 2020, [Online]. Available: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:H6kmFsNfjKkJ:pa.bibdigital.ucc.edu.ar/2805/&cd=2&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe>
- [38] B. Singh, S. K. Garg, and S. K. Sharma, “Value stream mapping: Literature review and implications for Indian industry,” *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 53, no. 5–8, pp. 799–809, Mar. 2011, doi: 10.1007/S00170-010-2860-7/METRICS.
- [39] F. Rey, “Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo - Francisco Rey Sacristán - Google Libros,” Madrid. Accessed: Nov. 05, 2023. [Online]. Available: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=NJtWepnesqAC&oi=fnd&pg=PA13&dq=5s&ots=8uDbigjSjE&sig=KnfqMp6ktbXWIDwVeS0DmpVTVwA#v=onepage&q=5s&f=false>

- [40] M. Sugai, R. I. McIntosh, and O. Novaski, “Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): analisis del caso de estudio,” *Gestão & Produção*, vol. 14, no. 2, pp. 323–335, 2007, doi: 10.1590/s0104-530x2007000200010.
- [41] H. H. González Gaitán, N. Marulanda Grisales, and F. J. Echeverry Correa, “Diagnóstico para la implementación de las herramientas Lean Manufacturing, desde la estrategia de operaciones en algunas empresas del sector textil confección de Colombia: reporte de caso,” *Rev. Esc. Adm. Negocios*, no. 85, pp. 199–218, 2018, doi: 10.21158/01208160.n85.2018.2058.
- [42] M. Branco, “Estudio de mejoras basadas en el sistema Lean Manufacturing y la herramienta de TPM, Total Productive Maintenance para procesos de corte de nucleo de transformadores,” *Diponegoro J. Account.*, vol. 2, no. 1, pp. 2–6, 2017, [Online]. Available: http://i-lib.ugm.ac.id/jurnal/download.php?dataId=2227%0A???%0Ahttps://ejournal.unisba.ac.id/index.php/kajian_akuntansi/article/view/3307%0Ahttp://publicacoes.cardiol.br/portal/ijcs/portugues/2018/v3103/pdf/3103009.pdf%0Ahttp://www.scielo.org.co/scielo.ph
- [43] “Kanban: Y JUST-IN-TIME EN TOYOTA - Japan Management Association - Google Libros.” Accessed: Nov. 05, 2023. [Online]. Available: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=oFMPEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=kanban+filosofia+libro&ots=qV-Y0kFwM1&sig=AoJcxAdRVZ5c0Vf1QsrQmDOohz0#v=onepage&q=kanban+filosofia+libro&f=false>
- [44] L. Socconini, “Lean Manufacturing. Paso a Paso - Luis Socconini - Google Libros,” *ICG MArge, SI*. Accessed: Nov. 05, 2023. [Online]. Available: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rjyeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=herramientas+de+seguimiento+y+control+del+lean+manufacturing&ots=DIIVtTykbO&sig=QVQ_mi36zrjGAr5KUL7pwIVaTos#v=onepage&q=herramientas+de+seguimiento+y+control+del+lean+manufacturing&f=false
- [45] J. J. Muñoz-arcentales, “Lean Manufacturing for waste elimination in SMEs : A systematic literature review,” 2022.

- [46] B. Marr, “Key Performance Indicators (KPI): The 75 Measures Every Manager Needs To Know - Bernard Marr - Google Libros.” Accessed: Nov. 05, 2023. [Online]. Available: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=WleQ-F6WC3sC&oi=fnd&pg=PT24&dq=kpis+key+performance+indicators&ots=3wNBf42I_7&sig=RH5eoh1gzmFxzAU4dubw75cAJ5w#v=onepage&q=kpis+key+performance+indicators&f=false
- [47] R. Singh, D. B. Shah, A. M. Gohil, and M. H. Shah, “Overall equipment effectiveness (OEE) calculation - Automation through hardware & software development,” *Procedia Eng.*, vol. 51, pp. 579–584, 2013, doi: 10.1016/j.proeng.2013.01.082.
- [48] S. A. Dioses Quinde, “Lean Manufacturing y la reducción de desperdicios en los procesos de las empresas industriales en los últimos cinco años: Una revisión de la literatura científica,” *Univ. Priv. del Norte*, pp. 1–36, 2019.
- [49] P. Ramírez, “Análisis e Implantación de Herramientas Lean Manufacturing para Gestión Visual y Mejora Continua en una Empresa Embotelladora.” Accessed: Nov. 05, 2023. [Online]. Available: <https://riunet.upv.es/handle/10251/180841>
- [50] Á. Mallar, “La gestión por procesos: un enfoque de gestión eficiente,” *Rev. Científica*, vol. 4, no. 1, p. 6, 2010.
- [51] ISO, “Iso 9001:2015,” *Iso*, vol. 2015, pp. 1–42, 2015, [Online]. Available: www.iso.org
- [52] J. Anaya, “Organización de la producción industrial: Un enfoque de gestión operativa en ... - Julio Juan Anaya Tejero - Google Libros,” *E-SIC*. Accessed: Nov. 05, 2023. [Online]. Available: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=cH3uDAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=concepto+de+producción+industrial&ots=DGKhYInvUz&sig=XpIc6eSTGwLX1vWgMCCYoOj-lqg#v=onepage&q=concepto+de+producción+industrial&f=false>
- [53] M. González, “Gestión de la producción: Cómo planificar y controlar la producción industrial - Montserrat González Riesco - Google Libros.”

Accessed: Nov. 05, 2023. [Online]. Available: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=FWH7dzN_T2UC&oi=fnd&pg=PT128&dq=concepto+de+producción+industrial&ots=nguZ7DACHg&sig=k-UtOLqMONfXm1RGVkc7xiZzdDE#v=onepage&q=concepto de producción industrial&f=false

- [54] M. Cajigas, E. Ramirez, and D. Ramirez, "Production capacity and sustainability in new companies," *Espacios*, vol. 40, no. 43, 2019.
- [55] A. Everett and R. Ebert, "Administración de la producción y las operaciones: conceptos, modelos y ... - Everett E. Adam, Ronald J. Ebert - Google Libros." Accessed: Nov. 05, 2023. [Online]. Available: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=FI1wYyoz8-oC&oi=fnd&pg=PR13&dq=capacidad+de+la+producción+libro&ots=_GvGrbgEJi&sig=0Z5SrsOCq-zXVN_o7bVuAwvkQHg#v=onepage&q=capacidad de la producción libro&f=false
- [56] A. M. Andrade, C. A. Del Río, and D. L. Alvear, "A study on time and motion to increase the efficiency of a shoe manufacturing company," *Inf. Tecnol.*, vol. 30, no. 3, pp. 83–94, 2019, doi: 10.4067/S0718-07642019000300083.
- [57] N. L. Tejada Díaz, V. Gisbert Soler, and A. I. Pérez Molina, "Metodología De Estudio De Tiempo Y Movimiento; Introducción Al Gsd," *3C Empres. Investig. y Pensam. crítico*, vol. 6, no. 5, pp. 39–49, 2017, doi: 10.17993/3cemp.2017.especial.39-49.
- [58] A. Mabel and M. Choque, "Estudio de tiempos y su relación con la productividad," vol. 5, no. 17, pp. 40–54, 2021.
- [59] C. Cuevas Arteaga, Y. Á. González Montenegro, M. del C. Torres Salazar, and M. G. Valladares Cisneros, "Importancia de un estudio de tiempos y movimientos," *Inventio*, vol. 16, no. 39, 2020, doi: 10.30973/inventio/2020.16.39/7.
- [60] A. M. Muñoz, "Time Study and Its Relation To Productivity," *Rev. Investig. en Ciencias la Adm.*, vol. 5, no. 17, pp. 40–54, 2021, [Online]. Available:

<http://doi.org/10.33996/revistaenfoques.v5i17.104><http://revistaenfoques.org>

- [61] S. Estellés-Miguel, M. E. Palmer-Gato, J. M. Albarracín-Guillem, and C. Andrés-Romano, “Una revisión de las tablas de suplementos de la organización internacional del Trabajo,” *Dir. y Organ.*, vol. 49, pp. 64–72, 2013, doi: 10.37610/dyo.v0i49.420.
- [62] L. Palacios, “Ingeniería de métodos: Movimientos y tiempos - Luis Carlos, Palacios Acero - Google Libros,” SIL. Accessed: Nov. 05, 2023. [Online]. Available:
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=S6YwDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=tiempo+estándar+ingenieria+industrial&ots=86YhltPq9i&sig=b9TFk72SOQgJKc5rO4y5W3-ujg0#v=onepage&q=tiempo estandar ingenieria industrial&f=false>
- [63] J. Freire, “Análisis de los niveles de desperdicio desde la perspectiva de lean manufacturing en la empresa Renova,” pp. 1–14, 2023, [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558907/>

ANEXOS

Anexo A. Mediciones preliminares para el estudio de tiempos

En la Tabla A1 se presenta las mediciones preliminares para la fabricación de camisetas

Tabla A1. Mediciones preliminares para camisetas

| Mediciones preliminares para la fabricación de camisetas | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------------|------|--------------------------------|
| Producto | Actividad | Mediciones | | | | | | | | | | Σ | Promedio | | Numero de observaciones |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | Seg | Min | |
| Camisetas | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 115 | 115 | 119 | 116 | 117 | 115 | 117 | 115 | 115 | 117 | 1161 | 116,1 | 1,94 | 20 |
| | Doblar la tela | 188 | 190 | 191 | 187 | 187 | 189 | 190 | 191 | 188 | 187 | 1888 | 188,8 | 3,15 | 15 |
| | Tallaje de tela | 58 | 57 | 58 | 58 | 57 | 58 | 59 | 57 | 57 | 58 | 577 | 57,7 | 0,96 | 30 |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 94 | 94 | 93 | 94 | 94 | 93 | 92 | 93 | 93 | 92 | 932 | 93,2 | 1,55 | 20 |
| | Cosido de hombros y costados | 102 | 103 | 103 | 102 | 103 | 102 | 102 | 102 | 103 | 104 | 1026 | 102,6 | 1,71 | 20 |
| | Cosido de cuello | 54 | 53 | 52 | 52 | 51 | 53 | 52 | 53 | 53 | 54 | 527 | 52,7 | 0,88 | 30 |
| | Cosido de mangas | 68 | 67 | 67 | 69 | 69 | 69 | 68 | 69 | 70 | 67 | 683 | 68,3 | 1,14 | 20 |
| | Cosido de dobladillos y bastas | 51 | 53 | 54 | 53 | 53 | 52 | 54 | 55 | 51 | 51 | 527 | 52,7 | 0,88 | 30 |
| | Llevar camiseta a la bordadora | 50 | 50 | 49 | 52 | 51 | 51 | 53 | 50 | 49 | 50 | 505 | 50,5 | 0,84 | 30 |
| | Encuadrar camiseta en bordadora | 41 | 42 | 40 | 43 | 42 | 41 | 40 | 40 | 43 | 43 | 415 | 41,5 | 0,69 | 40 |
| | Entamborar camiseta en bordadora | 9 | 8 | 10 | 7 | 8 | 10 | 7 | 10 | 9 | 8 | 86 | 8,6 | 0,14 | 100 |

| Mediciones preliminares para la fabricación de camisetas | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|----------|------|-------------------------|
| Producto | Actividad | Mediciones | | | | | | | | | | Σ | Promedio | | Numero de observaciones |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | Seg | Min | |
| | Bordado en camiseta | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 1200 | 120 | 2,00 | 20 |
| | Transporte de camisetas a perchas | 55 | 54 | 54 | 55 | 54 | 54 | 54 | 55 | 55 | 55 | 545 | 54,5 | 0,91 | 30 |
| | Corte de hilos - remate | 27 | 28 | 26 | 28 | 27 | 26 | 25 | 29 | 29 | 29 | 274 | 27,4 | 0,46 | 60 |
| | Inspección de fallas | 118 | 116 | 117 | 117 | 115 | 118 | 117 | 115 | 118 | 119 | 1170 | 117 | 1,95 | 20 |
| | Espera a que haya 10 unidades listas para empacar | 55 | 53 | 50 | 50 | 52 | 54 | 51 | 54 | 54 | 52 | 525 | 52,5 | 0,88 | 30 |
| | Empaque | 24 | 24 | 22 | 21 | 24 | 27 | 27 | 25 | 25 | 26 | 245 | 24,5 | 0,41 | 60 |
| | Almacenamiento de producto terminado | 14 | 14 | 11 | 14 | 11 | 13 | 11 | 13 | 12 | 14 | 127 | 12,7 | 0,21 | 100 |

La Tabla A2 se presenta las mediciones preliminares para la fabricación de chompas

Tabla A2. Mediciones preliminares para chompas

| Mediciones preliminares para la fabricación de chompas | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|----------|------|-------------------------|
| Producto | Actividad | Mediciones | | | | | | | | | | Σ | Promedio | | Numero de observaciones |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | Seg | Min | |
| Chompas | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 118 | 118 | 117 | 117 | 118 | 117 | 116 | 117 | 118 | 116 | 1172 | 117,2 | 1,95 | 20 |
| | Doblado de tela | 206 | 208 | 208 | 207 | 205 | 207 | 208 | 207 | 206 | 206 | 2068 | 206,8 | 3,45 | 15 |
| | Tallaje de tela | 62 | 60 | 63 | 61 | 60 | 62 | 61 | 62 | 61 | 61 | 613 | 61,3 | 1,02 | 20 |

| Mediciones preliminares para la fabricación de chompas | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|----------|------|-------------------------|
| Producto | Actividad | Mediciones | | | | | | | | | | Σ | Promedio | | Numero de observaciones |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | Seg | Min | |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 93 | 94 | 91 | 92 | 91 | 93 | 92 | 91 | 91 | 94 | 922 | 92,2 | 1,54 | 20 |
| | Cosido de hombros y costados | 157 | 159 | 156 | 156 | 156 | 155 | 157 | 157 | 155 | 157 | 1565 | 156,5 | 2,61 | 15 |
| | Cosido de mangas | 73 | 72 | 71 | 73 | 68 | 70 | 68 | 70 | 71 | 70 | 706 | 70,6 | 1,18 | 20 |
| | Búsqueda de cierre en bodega | 52 | 51 | 53 | 53 | 51 | 50 | 53 | 52 | 50 | 53 | 518 | 51,8 | 0,86 | 30 |
| | Cosido de cierres | 110 | 110 | 111 | 109 | 111 | 114 | 111 | 112 | 111 | 114 | 1113 | 111,3 | 1,86 | 20 |
| | Cosido de bolsillos | 85 | 82 | 84 | 84 | 80 | 85 | 84 | 82 | 85 | 84 | 835 | 83,5 | 1,39 | 20 |
| | Pegado de capucha | 96 | 95 | 96 | 97 | 94 | 97 | 94 | 94 | 96 | 95 | 954 | 95,4 | 1,59 | 20 |
| | Llevar chompa a la bordadora | 50 | 51 | 52 | 50 | 51 | 50 | 51 | 52 | 51 | 52 | 510 | 51 | 0,85 | 30 |
| | Encuadrar chompa en bordadora | 50 | 48 | 48 | 45 | 47 | 50 | 49 | 48 | 45 | 46 | 476 | 47,6 | 0,79 | 30 |
| | Entamborar chompa en bordadora | 13 | 18 | 13 | 20 | 20 | 19 | 20 | 19 | 14 | 16 | 172 | 17,2 | 0,29 | 60 |
| | Bordado en chompa | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 1200 | 120 | 2,00 | 20 |
| | Transporte de chompa a percha | 58 | 57 | 59 | 58 | 56 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 578 | 57,8 | 0,96 | 30 |
| | Corte de hilos - remate | 29 | 31 | 31 | 29 | 30 | 33 | 31 | 30 | 30 | 31 | 305 | 30,5 | 0,51 | 40 |
| | Inspección de fallas | 118 | 118 | 117 | 118 | 118 | 118 | 117 | 115 | 116 | 117 | 1172 | 117,2 | 1,95 | 20 |
| | Espera a que haya 10 unidades listas para empacar | 52 | 54 | 54 | 56 | 54 | 50 | 53 | 56 | 55 | 55 | 539 | 53,9 | 0,90 | 30 |
| | Empaque | 24 | 23 | 24 | 23 | 27 | 26 | 25 | 23 | 26 | 24 | 245 | 24,5 | 0,41 | 60 |
| | Almacenamiento de producto terminado | 12 | 12 | 9 | 10 | 12 | 11 | 13 | 10 | 11 | 11 | 111 | 11,1 | 0,19 | 100 |

La Tabla A3 se presenta las mediciones preliminares para la fabricación de pantalones

Tabla A3. Mediciones preliminares para pantalones

| Mediciones preliminares para la fabricación de pantalones | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|----------|-------|-------------------------|----|
| Producto | Actividad | Mediciones | | | | | | | | | | Σ | Promedio | | Numero de observaciones | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | Seg | Min | | |
| Pantalones | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 117 | 115 | 116 | 114 | 115 | 117 | 114 | 117 | 114 | 115 | 115 | 1154 | 115,4 | 1,92 | 20 |
| | Doblar tela | 110 | 112 | 108 | 112 | 111 | 109 | 108 | 112 | 108 | 109 | 109 | 1099 | 109,9 | 1,83 | 20 |
| | Tallaje tela | 47 | 43 | 45 | 45 | 46 | 48 | 48 | 47 | 45 | 44 | 44 | 458 | 45,8 | 0,75 | 30 |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 97 | 94 | 95 | 92 | 93 | 92 | 96 | 96 | 93 | 93 | 93 | 941 | 94,1 | 1,57 | 20 |
| | Cosido de costados y entrepiernas | 106 | 107 | 106 | 106 | 107 | 105 | 106 | 110 | 107 | 105 | 105 | 1065 | 106,5 | 1,78 | 20 |
| | Búsqueda de elástico en bodega | 52 | 52 | 55 | 52 | 55 | 52 | 52 | 55 | 53 | 55 | 55 | 533 | 53,3 | 0,89 | 30 |
| | Pasar elásticos | 51 | 50 | 53 | 52 | 51 | 52 | 53 | 52 | 51 | 55 | 55 | 520 | 52 | 0,87 | 30 |
| | Cosido bolsillos | 79 | 80 | 81 | 80 | 84 | 81 | 81 | 83 | 84 | 82 | 82 | 815 | 81,5 | 1,36 | 20 |
| | Cosido bastas | 24 | 24 | 25 | 23 | 22 | 27 | 25 | 23 | 24 | 27 | 27 | 244 | 24,4 | 0,41 | 60 |
| | Transporte de pantalones a perchas | 49 | 51 | 50 | 51 | 49 | 52 | 52 | 49 | 52 | 51 | 51 | 506 | 50,6 | 0,84 | 30 |
| | Corte de hilos - remate | 24 | 25 | 22 | 26 | 24 | 22 | 23 | 25 | 27 | 26 | 26 | 244 | 24,4 | 0,41 | 60 |
| | Pasado de cordón | 40 | 42 | 41 | 44 | 39 | 43 | 40 | 42 | 41 | 44 | 44 | 416 | 41,6 | 0,69 | 40 |
| | Inspección de fallas | 111 | 112 | 115 | 111 | 113 | 113 | 115 | 115 | 111 | 111 | 111 | 1127 | 112,7 | 1,88 | 20 |
| | Espera a que haya 10 unidades listas para empacar | 52 | 51 | 51 | 53 | 52 | 51 | 52 | 52 | 53 | 51 | 51 | 518 | 51,8 | 0,86 | 30 |
| | Empaque | 26 | 27 | 29 | 28 | 26 | 28 | 30 | 30 | 28 | 28 | 28 | 280 | 28 | 0,47 | 60 |
| Almacenamiento de producto terminado | 13 | 12 | 10 | 13 | 14 | 13 | 14 | 13 | 11 | 12 | 12 | 125 | 12,5 | 0,21 | 100 | |

En la Tabla A4 se presenta las mediciones preliminares para la fabricación de pantalonetas

Tabla A4. Mediciones preliminares para pantalonetas

| Mediciones preliminares para la fabricación de pantalonetas | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|----------|------|-------------------------|
| Producto | Actividad | Mediciones | | | | | | | | | | Σ | Promedio | | Numero de observaciones |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | Seg | Min | |
| Pantalonetas | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 116 | 115 | 118 | 118 | 118 | 117 | 118 | 116 | 117 | 117 | 1170 | 117 | 1,95 | 20 |
| | Doblar la tela | 102 | 101 | 102 | 105 | 104 | 102 | 105 | 106 | 102 | 101 | 1030 | 103 | 1,72 | 20 |
| | Tallaje de tela | 40 | 44 | 43 | 40 | 40 | 45 | 44 | 40 | 41 | 41 | 418 | 41,8 | 0,75 | 30 |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 94 | 95 | 93 | 94 | 93 | 93 | 96 | 96 | 95 | 94 | 943 | 94,3 | 1,57 | 20 |
| | Cosido de costados – entrepiernas | 70 | 74 | 68 | 72 | 68 | 68 | 72 | 73 | 73 | 70 | 708 | 70,8 | 1,18 | 20 |
| | Búsqueda de elástico en bodega | 51 | 51 | 50 | 54 | 53 | 54 | 53 | 52 | 54 | 52 | 524 | 52,4 | 0,87 | 30 |
| | Pasar elásticos | 61 | 60 | 61 | 60 | 57 | 57 | 55 | 60 | 58 | 60 | 589 | 58,9 | 0,98 | 30 |
| | Cosido de bastas | 22 | 21 | 24 | 26 | 22 | 23 | 26 | 22 | 26 | 26 | 238 | 23,8 | 0,40 | 60 |
| | Transporte de pantalones a perchas | 57 | 53 | 58 | 57 | 56 | 53 | 54 | 57 | 56 | 53 | 554 | 55,4 | 0,92 | 30 |
| | Corte hilos - remate | 15 | 15 | 18 | 18 | 18 | 19 | 15 | 16 | 17 | 17 | 168 | 16,8 | 0,28 | 60 |
| | Inspección de fallas | 114 | 113 | 113 | 115 | 114 | 116 | 116 | 113 | 114 | 115 | 1143 | 114,3 | 1,91 | 20 |
| | Espera a que haya 10 unidades listas para empacar | 52 | 53 | 53 | 50 | 51 | 51 | 51 | 50 | 50 | 51 | 512 | 51,2 | 0,85 | 30 |
| | Empaque | 19 | 18 | 15 | 14 | 16 | 19 | 18 | 14 | 17 | 16 | 166 | 16,6 | 0,28 | 60 |
| | Almacenamiento de producto terminado | 11 | 11 | 13 | 11 | 12 | 13 | 11 | 12 | 12 | 11 | 117 | 11,7 | 0,20 | 100 |

Anexo B. Factor de desempeño

En la Tabla B1 se presenta el factor de desempeño para la fabricación de chompas

Tabla B1. Factor de desempeño para chompas

| Factor de desempeño | | |
|--------------------------------------|---|---------------|
| Producto | Actividad | Escala |
| Chompas | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 85% |
| | Doblado de tela | 100% |
| | Tallaje de tela | 100% |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 85% |
| | Cosido de hombros y costados | 100% |
| | Cosido de mangas | 85% |
| | Búsqueda de cierre en bodega | 115% |
| | Cosido de cierres | 85% |
| | Cosido de bolsillos | 100% |
| | Pegado de capucha | 85% |
| | Llevar chompa a la bordadora | 85% |
| | Encuadrar chompa en bordadora | 115% |
| | Entamborar chompa en bordadora | 100% |
| | Bordado en chompa | 100% |
| | Transporte de chompa a percha | 85% |
| | Corte de hilos - remate | 115% |
| | Inspección de fallas | 85% |
| | Espera a que haya 10 unidades listas para empacar | 115% |
| Empaque | 100% | |
| Almacenamiento de producto terminado | 115% | |

En la Tabla B2 se presenta el factor de desempeño para la fabricación de pantalones

Tabla B2. Factor de desempeño para pantalones

| Factor de desempeño | | |
|----------------------------|---|---------------|
| Producto | Actividad | Escala |
| Pantalones | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 85% |
| | Doblar tela | 100% |
| | Tallaje tela | 100% |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 85% |
| | Cosido de costados y entrepiernas | 100% |
| | Búsqueda de elástico en bodega | 115% |

| Factor de desempeño | | |
|----------------------------|---|---------------|
| Producto | Actividad | Escala |
| | Pasar elásticos | 115% |
| | Cosido bolsillos | 100% |
| | Cosido bastas | 100% |
| | Transporte de pantalones a perchas | 85% |
| | Corte de hilos - remate | 115% |
| | Pasado de cordón | 115% |
| | Inspección de fallas | 85% |
| | Espera a que haya 10 unidades listas para empacar | 115% |
| | Empaque | 100% |
| | Almacenamiento de producto terminado | 115% |

En la Tabla B3 se presenta el factor de desempeño para la fabricación de pantalonetas

Tabla B3. Factor de desempeño para pantalonetas

| Factor de desempeño | | |
|----------------------------|---|---------------|
| Producto | Actividad | Escala |
| Pantalonetas | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 85% |
| | Doblar la tela | 100% |
| | Tallaje de tela | 100% |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 85% |
| | Cosido de costados – entrepiernas | 100% |
| | Búsqueda de elástico en bodega | 115% |
| | Pasar elásticos | 115% |
| | Cosido de bastas | 100% |
| | Transporte de pantalones a perchas | 85% |
| | Corte hilos - remate | 115% |
| | Inspección de fallas | 85% |
| | Espera a que haya 10 unidades listas para empacar | 115% |
| | Empaque | 100% |
| | Almacenamiento de producto terminado | 115% |

Anexo C. Suplementos

En la Tabla C1 se presenta los suplementos para la fabricación de chompas

Tabla C1. Suplementos para chompas

| Suplementos para la fabricación de chompas | | | | | | | | |
|--|---|-----------|----------|---------------------|-----------------|-----------|-------------------|-------|
| Producto | Actividad | Operario | | Constantes | | Variables | | Total |
| | | Masculino | Femenino | Necesidades básicas | Base por fatiga | De pie | Bastante aburrido | |
| Chompas | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Doblado de tela | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Tallaje de tela | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Cosido de hombros y costados | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Cosido de mangas | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Búsqueda de cierre en bodega | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Cosido de cierres | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Cosido de bolsillos | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Pegado de capucha | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Llevar chompa a la bordadora | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Encuadrar chompa en bordadora | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Entamborar chompa en bordadora | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Bordado en chompa | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Transporte de chompa a percha | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Corte de hilos - remate | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Inspección de fallas | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Espera a que haya 10 unidades listas para empaçar | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Empaque | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Almacenamiento de producto terminado | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |

En la Tabla C2 se presenta los suplementos para la fabricación de pantalones

Tabla C2. Suplementos para pantalones

| Suplementos para la fabricación de pantalones | | | | | | | | |
|---|---|-----------|----------|---------------------|-----------------|-----------|-------------------|-------|
| Producto | Actividad | Operario | | Constantes | | Variables | | Total |
| | | Masculino | Femenino | Necesidades básicas | Base por fatiga | De pie | Bastante aburrido | |
| Pantalones | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Doblar tela | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Tallaje tela | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Cosido de costados y entrepiernas | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Búsqueda de elástico en bodega | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Pasar elásticos | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Cosido bolsillos | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Cosido bastas | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Transporte de pantalones a perchas | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Corte de hilos - remate | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Pasado de cordón | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Inspección de fallas | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Espera a que haya 10 unidades listas para empacar | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Empaque | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |
| | Almacenamiento de producto terminado | | X | 7 | 4 | 4 | 1 | 16% |

En la Tabla C3 se presenta los suplementos para la fabricación de pantalonetas

Tabla C3. Suplementos para pantalonetas

| Suplementos para la fabricación de pantalonetas | | | | | | | | |
|---|---|-----------|----------|---------------------|-----------------|-----------|-------------------|-------|
| Producto | Actividad | Operario | | Constantes | | Variables | | Total |
| | | Masculino | Femenino | Necesidades básicas | Base por fatiga | De pie | Bastante aburrido | |
| Pantalonetas | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | | X | 7 | 7 | 4 | 1 | 20% |
| | Doblar la tela | | X | 7 | 7 | 4 | 1 | 20% |
| | Tallaje de tela | | X | 7 | 7 | 4 | 1 | 20% |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | | X | 7 | 7 | 4 | 1 | 20% |
| | Cosido de costados – entrepiernas | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Búsqueda de elástico en bodega | | X | 7 | 7 | 4 | 1 | 20% |
| | Pasar elásticos | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Cosido de bastas | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Transporte de pantalones a perchas | | X | 7 | 7 | 4 | 1 | 20% |
| | Corte hilos - remate | | X | 7 | 4 | 0 | 1 | 12% |
| | Inspección de fallas | | X | 7 | 7 | 4 | 1 | 20% |
| | Espera a que haya 10 unidades listas para empacar | | X | 7 | 7 | 4 | 1 | 20% |
| | Empaque | | X | 7 | 7 | 4 | 1 | 20% |
| | Almacenamiento de producto terminado | | X | 7 | 7 | 4 | 1 | 20% |

Anexo D. Frecuencia de actividades

En la Tabla D1 se presenta el número de ciclos para la fabricación de chompas

Tabla D1. Número de ciclos para chompas

| Frecuencia | | |
|-------------------|---|-------------------|
| Producto | Actividad | Frecuencia |
| Chompas | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 6 |
| | Doblado de tela | 50 |
| | Tallaje de tela | 35 |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 60 |
| | Cosido de hombros y costados | 55 |
| | Cosido de mangas | 55 |
| | Búsqueda de cierre en bodega | 30 |
| | Cosido de cierres | 30 |
| | Cosido de bolsillos | 55 |
| | Pegado de capucha | 50 |
| | Llevar chompa a la bordadora | 30 |
| | Encuadrar chompa en bordadora | 50 |
| | Entamborar chompa en bordadora | 50 |
| | Bordado en chompa | 50 |
| | Transporte de chompa a percha | 60 |
| | Corte de hilos - remate | 30 |
| | Inspección de fallas | 35 |
| | Espera a que haya 10 unidades listas para empacar | 25 |
| | Empaque | 30 |
| | Almacenamiento de producto terminado | 30 |

En la Tabla D2 se presenta el número de ciclos para la fabricación de pantalones

Tabla D2. Número de ciclos para pantalones

| Frecuencia | | |
|-------------------|---|-------------------|
| Producto | Actividad | Frecuencia |
| Pantalones | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 6 |
| | Doblar tela | 56 |
| | Tallaje tela | 30 |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 60 |
| | Cosido de costados y entrepiernas | 45 |

| Frecuencia | | |
|-------------------|---|-------------------|
| Producto | Actividad | Frecuencia |
| | Búsqueda de elástico en bodega | 30 |
| | Pasar elásticos | 30 |
| | Cosido bolsillos | 60 |
| | Cosido bastas | 30 |
| | Transporte de pantalones a perchas | 30 |
| | Corte de hilos - remate | 35 |
| | Pasado de cordón | 60 |
| | Inspección de fallas | 40 |
| | Espera a que haya 10 unidades listas para empacar | 40 |
| | Empaque | 75 |
| | Almacenamiento de producto terminado | 30 |

En la Tabla D3 se presenta el número de ciclos para la fabricación de pantalonetas

Tabla D3. Número de ciclos para pantalonetas

| Frecuencia | | |
|-------------------|---|-------------------|
| Producto | Actividad | Frecuencia |
| Pantalonetas | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 6 |
| | Doblar la tela | 50 |
| | Tallaje de tela | 30 |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 60 |
| | Cosido de costados – entrepiernas | 45 |
| | Búsqueda de elástico en bodega | 30 |
| | Pasar elásticos | 30 |
| | Cosido de bastas | 30 |
| | Transporte de pantalones a perchas | 30 |
| | Corte hilos - remate | 35 |
| | Inspección de fallas | 40 |
| | Espera a que haya 10 unidades listas para empacar | 40 |
| | Empaque | 70 |
| | Almacenamiento de producto terminado | 30 |

Anexo E. Cálculos para el estudio de tiempos

En la Tabla E1 se presenta el estudio de tiempos para la fabricación de camisetas

Tabla E1. Estudio de tiempos para la fabricación de camisetas

|  | | Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial | | | | | | | | | |  | | | | | | | |
|---|---|---|-----|-----|-----|---------------------|-----------------------|-----|-----|-----|-----------------------|---|--------|-------|--------|-------|--------|------------|-----------------------|
| Empresa: | Confecciones Deportivas PISCIS | | | | | | | | | | Observaciones: | | | | | | | | |
| Area: | Producción | | | | | Diagrama No. | | | | | 01 | | | | | | | | |
| Responsable: | Operario | | | | | Hoja No. | | | | | 01 de 01 | | | | | | | | |
| Método | Actual | X | | | | | Realizado por: | | | | | Kevin Santiana | | | | | | | |
| | Propuesto | | | | | | Revisado por: | | | | | Ing. Daysi Ortiz | | | | | | | |
| Estudio de Tiempos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Producto | Actividad | Mediciones (s) | | | | | | | | | | Σ | TMO | FD | TN | S | TS(s) | Frecuencia | Tiempo Homologado (s) |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | | |
| CAMISETA | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 115 | 115 | 119 | 116 | 117 | 115 | 117 | 115 | 115 | 117 | 2330 | 116,5 | 85% | 99,03 | 16% | 114,87 | 6 | 19,14 |
| | | 117 | 115 | 117 | 117 | 118 | 119 | 115 | 117 | 118 | 116 | | | | | | | | |
| | Doblar la tela | 188 | 190 | 191 | 187 | 187 | 189 | 190 | 191 | 188 | 187 | 2829 | 188,60 | 100% | 188,60 | 16% | 218,78 | 56 | 3,91 |
| | | 189 | 187 | 188 | 189 | 188 | | | | | | | | | | | | | |
| | Tallaje de tela | 58 | 57 | 58 | 58 | 57 | 58 | 59 | 57 | 57 | 58 | 1729 | 57,63 | 100% | 57,63 | 16% | 66,85 | 30 | 2,23 |
| | | 59 | 58 | 56 | 57 | 57 | 57 | 57 | 56 | 59 | 57 | | | | | | | | |
| | | 57 | 59 | 57 | 58 | 58 | 58 | 58 | 59 | 59 | 56 | | | | | | | | |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 94 | 94 | 93 | 94 | 94 | 93 | 92 | 93 | 93 | 92 | 1866 | 93,3 | 85% | 79,31 | 16% | 91,99 | 66 | 1,39 |
| | | 94 | 95 | 94 | 92 | 93 | 94 | 92 | 94 | 94 | 92 | | | | | | | | |
| | Cosido de hombros y costados | 102 | 103 | 103 | 102 | 103 | 102 | 102 | 102 | 103 | 104 | 2050 | 102,50 | 115% | 117,88 | 12% | 132,02 | 55 | 2,40 |
| | | 101 | 103 | 102 | 102 | 103 | 104 | 101 | 102 | 103 | 103 | | | | | | | | |
| | Cosido de cuello | 54 | 53 | 52 | 52 | 51 | 53 | 52 | 53 | 53 | 54 | 1581 | 52,70 | 115% | 60,61 | 12% | 67,88 | 47 | 1,44 |
| | | 54 | 52 | 53 | 52 | 53 | 52 | 54 | 52 | 53 | 51 | | | | | | | | |
| | | 53 | 52 | 52 | 54 | 52 | 53 | 53 | 54 | 52 | 53 | | | | | | | | |
| | Cosido de mangas | 68 | 67 | 67 | 69 | 69 | 69 | 68 | 69 | 70 | 67 | 1367 | 68,35 | 115% | 78,60 | 12% | 88,03 | 53 | 1,66 |
| | | 68 | 68 | 68 | 68 | 69 | 70 | 67 | 66 | 70 | 70 | | | | | | | | |
| | Cosido de dobladillos y bastas | 51 | 53 | 54 | 53 | 53 | 52 | 54 | 55 | 51 | 51 | 1580 | 52,67 | 115% | 60,57 | 12% | 67,83 | 58 | 1,17 |
| | | 51 | 52 | 52 | 53 | 53 | 51 | 54 | 55 | 52 | 52 | | | | | | | | |
| | | 52 | 53 | 54 | 55 | 51 | 53 | 51 | 55 | 53 | 51 | | | | | | | | |
| | Llevar camiseta a la bordadora | 50 | 50 | 49 | 52 | 51 | 51 | 53 | 50 | 49 | 50 | 1519 | 50,63 | 115% | 58,23 | 16% | 67,54 | 33 | 2,05 |
| 52 | | 52 | 51 | 51 | 51 | 49 | 53 | 50 | 51 | 53 | | | | | | | | | |
| 51 | | 50 | 50 | 49 | 51 | 49 | 49 | 53 | 49 | 50 | | | | | | | | | |
| Encuadrar camiseta en bordadora | 41 | 42 | 40 | 43 | 42 | 41 | 40 | 40 | 43 | 43 | 1663 | 41,58 | 115% | 47,81 | 12% | 53,55 | 50 | 1,07 | |
| | 41 | 42 | 42 | 41 | 41 | 39 | 41 | 44 | 40 | 43 | | | | | | | | | |
| | 43 | 40 | 43 | 40 | 42 | 40 | 44 | 42 | 42 | 41 | | | | | | | | | |
| | 43 | 39 | 42 | 41 | 43 | 40 | 40 | 43 | 44 | 42 | | | | | | | | | |
| Entamborar camiseta en bordadora | 9 | 8 | 10 | 7 | 8 | 10 | 7 | 10 | 9 | 8 | 874 | 8,74 | 100% | 8,74 | 12% | 9,79 | 50 | 0,20 | |
| | 10 | 10 | 7 | 8 | 7 | 8 | 9 | 9 | 10 | 11 | | | | | | | | | |

| Producto | Actividad | Mediciones (s) | | | | | | | | | | Σ | TMO | FD | TN | S | TS(s) | Frecuencia | Tiempo Homologado (s) |
|----------|--------------------------------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|------|--------|-----|--------|------------|-----------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | | |
| | | 11 | 8 | 9 | 9 | 6 | 8 | 9 | 9 | 8 | 8 | 2400 | 120 | 100% | 120 | 16% | 139,2 | 50 | 2,78 |
| | | 8 | 10 | 11 | 8 | 8 | 7 | 10 | 10 | 7 | 7 | | | | | | | | |
| | | 11 | 10 | 8 | 10 | 7 | 6 | 7 | 11 | 8 | 9 | | | | | | | | |
| | | 7 | 9 | 10 | 9 | 10 | 10 | 8 | 7 | 9 | 8 | | | | | | | | |
| | | 9 | 9 | 8 | 10 | 10 | 9 | 7 | 11 | 10 | 10 | | | | | | | | |
| | | 8 | 8 | 7 | 11 | 11 | 7 | 10 | 9 | 9 | 9 | | | | | | | | |
| | | 7 | 7 | 10 | 10 | 7 | 8 | 7 | 7 | 11 | 7 | | | | | | | | |
| | | 10 | 9 | 7 | 8 | 8 | 9 | 8 | 10 | 11 | 11 | | | | | | | | |
| | | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | | | | | | | | |
| | | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | | | | | | | | |
| | Bordado en camiseta | 55 | 54 | 54 | 55 | 54 | 54 | 54 | 55 | 55 | 55 | 1622 | 54,07 | 85% | 45,96 | 16% | 53,31 | 43 | 1,24 |
| | | 55 | 54 | 54 | 55 | 53 | 53 | 53 | 53 | 55 | 53 | | | | | | | | |
| | | 53 | 53 | 54 | 53 | 54 | 53 | 55 | 55 | 55 | 54 | | | | | | | | |
| | Corte de hilos - remate | 27 | 28 | 26 | 28 | 27 | 26 | 25 | 29 | 29 | 29 | 1549 | 25,82 | 115% | 29,69 | 12% | 33,25 | 25 | 1,33 |
| | | 25 | 25 | 24 | 26 | 28 | 25 | 24 | 24 | 23 | 27 | | | | | | | | |
| | | 27 | 25 | 26 | 25 | 26 | 26 | 27 | 25 | 24 | 28 | | | | | | | | |
| | | 24 | 25 | 25 | 26 | 24 | 29 | 25 | 23 | 24 | 27 | | | | | | | | |
| | | 26 | 28 | 27 | 24 | 28 | 25 | 25 | 26 | 26 | 25 | | | | | | | | |
| | | 24 | 24 | 28 | 25 | 25 | 26 | 25 | 27 | 26 | 23 | | | | | | | | |
| | Inspección de fallas | 118 | 116 | 117 | 117 | 115 | 118 | 117 | 115 | 118 | 119 | 2342 | 117,1 | 85% | 99,54 | 16% | 115,46 | 75 | 1,54 |
| | | 115 | 119 | 119 | 115 | 116 | 118 | 118 | 119 | 118 | 115 | | | | | | | | |
| | Espera a que haya 10 unidades listas | 55 | 53 | 50 | 50 | 52 | 54 | 51 | 54 | 54 | 52 | 1575 | 52,5 | 115% | 60,38 | 16% | 70,04 | 25 | 2,80 |
| | | 55 | 53 | 54 | 50 | 50 | 51 | 51 | 55 | 55 | 50 | | | | | | | | |
| | | 50 | 54 | 54 | 51 | 55 | 52 | 55 | 54 | 50 | 51 | | | | | | | | |
| | Empaque | 24 | 24 | 22 | 21 | 24 | 27 | 27 | 25 | 25 | 26 | 1462 | 24,37 | 100% | 24,37 | 16% | 28,27 | 78 | 0,36 |
| | | 25 | 25 | 23 | 21 | 27 | 25 | 24 | 25 | 23 | 27 | | | | | | | | |
| | | 23 | 25 | 22 | 22 | 26 | 27 | 24 | 25 | 22 | 22 | | | | | | | | |
| | | 27 | 24 | 24 | 21 | 22 | 23 | 25 | 26 | 21 | 28 | | | | | | | | |
| | | 27 | 24 | 23 | 24 | 23 | 25 | 26 | 25 | 23 | 26 | | | | | | | | |
| | | 24 | 23 | 24 | 27 | 27 | 25 | 24 | 24 | 24 | 25 | | | | | | | | |
| | Almacenamiento de producto terminado | 14 | 14 | 11 | 14 | 11 | 13 | 11 | 13 | 12 | 14 | 1248 | 12,48 | 115% | 14,352 | 16% | 16,65 | 65 | 0,26 |
| | | 11 | 11 | 11 | 14 | 11 | 13 | 12 | 13 | 11 | 13 | | | | | | | | |
| | | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 14 | 13 | 11 | 11 | 12 | | | | | | | | |
| | | 13 | 13 | 12 | 14 | 11 | 13 | 13 | 12 | 11 | 14 | | | | | | | | |
| | | 12 | 11 | 14 | 12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 13 | 13 | | | | | | | | |
| | | 13 | 14 | 11 | 12 | 14 | 14 | 13 | 14 | 12 | 12 | | | | | | | | |
| | | 12 | 14 | 14 | 12 | 13 | 13 | 11 | 14 | 13 | 12 | | | | | | | | |
| | | 14 | 14 | 12 | 11 | 14 | 12 | 13 | 11 | 12 | 14 | | | | | | | | |
| | | 13 | 11 | 14 | 14 | 13 | 11 | 11 | 12 | 14 | 12 | | | | | | | | |
| | | 13 | 13 | 13 | 11 | 12 | 14 | 14 | 14 | 11 | 11 | | | | | | | | |

Nomenclatura

TMO=Tiempo promedio observado

FD=Factor de desempeño

TN=Tiempo normal

S=Suplementos

TS=Tiempo Estándar

En la Tabla E2 se presenta el estudio de tiempos para la fabricación de chompas

Tabla E2. Estudio de tiempos para la fabricación de chompas

|  | | Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial | | | | | | | | | |  | | | | | | | |
|---|---|---|-----|-----|-----|---------------------|-----------------------|-----|-----|-----|-----------------------|---|--------|-----------|--------|-------|--------|------------|-----------------------|
| Empresa: | Confecciones Deportivas PISCIS | | | | | | | | | | Observaciones: | | | | | | | | |
| Area: | Producción | | | | | Diagrama No. | | | | | 01 | | | | | | | | |
| Responsable: | Operario | | | | | Hoja No. | | | | | 01 de 01 | | | | | | | | |
| Método | Actual | X | | | | | Realizado por: | | | | | Kevin Santiana | | | | | | | |
| | Propuesto | | | | | | Revisado por: | | | | | Ing. Daisy Ortiz | | | | | | | |
| Estudio de Tiempos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Producto | Actividad | Mediciones (s) | | | | | | | | | | Σ | TMO | FD | TN | S | TS(s) | Frecuencia | Tiempo Homologado (s) |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | | |
| CHOMPA | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 118 | 118 | 117 | 117 | 118 | 117 | 116 | 117 | 118 | 116 | 2339 | 116,95 | 85% | 99,41 | 10% | 115,31 | 6 | 19,22 |
| | | 117 | 117 | 117 | 116 | 116 | 117 | 117 | 118 | 116 | 116 | | | | | | | | |
| | Doblado de tela | 206 | 208 | 208 | 207 | 205 | 207 | 208 | 207 | 206 | 206 | 3105 | 207 | 100% | 207 | 10% | 240,12 | 50 | 4,80 |
| | | 209 | 207 | 209 | 207 | 205 | | | | | | | | | | | | | |
| | Tallaje de tela | 62 | 60 | 63 | 61 | 60 | 62 | 61 | 62 | 61 | 61 | 1226 | 61,3 | 100% | 61,3 | 10% | 71,11 | 35 | 2,03 |
| | | 61 | 63 | 59 | 62 | 62 | 60 | 61 | 62 | 60 | 63 | | | | | | | | |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 93 | 94 | 91 | 92 | 91 | 93 | 92 | 91 | 91 | 94 | 1848 | 92,4 | 85% | 78,54 | 10% | 91,11 | 60 | 1,52 |
| | | 91 | 93 | 91 | 95 | 92 | 93 | 94 | 95 | 91 | 91 | | | | | | | | |
| | Cosido de hombros y costados | 157 | 159 | 156 | 156 | 156 | 155 | 157 | 157 | 155 | 157 | 2351 | 156,73 | 100% | 156,73 | 12% | 175,54 | 55 | 3,19 |
| | | 157 | 157 | 157 | 158 | 157 | | | | | | | | | | | | | |
| | Cosido de mangas | 73 | 72 | 71 | 73 | 68 | 70 | 68 | 70 | 71 | 70 | 1405 | 70,25 | 85% | 59,71 | 12% | 66,88 | 55 | 1,22 |
| | | 69 | 69 | 71 | 70 | 71 | 72 | 71 | 68 | 68 | 70 | | | | | | | | |
| | Búsqueda de cierre en bodega | 52 | 51 | 53 | 53 | 51 | 50 | 53 | 52 | 50 | 53 | 1555 | 51,83 | 115% | 59,61 | 20% | 71,53 | 30 | 2,38 |
| | | 52 | 52 | 51 | 50 | 53 | 51 | 51 | 53 | 53 | 50 | | | | | | | | |
| | | 51 | 52 | 52 | 53 | 53 | 50 | 52 | 53 | 53 | 52 | | | | | | | | |
| | Cosido de cierres | 110 | 110 | 111 | 109 | 111 | 114 | 111 | 112 | 111 | 114 | 2227 | 111,35 | 85% | 94,65 | 12% | 106,01 | 30 | 3,53 |
| | | 111 | 111 | 113 | 110 | 111 | 110 | 114 | 111 | 109 | 114 | | | | | | | | |
| | Cosido de bolsillos | 85 | 82 | 84 | 84 | 80 | 85 | 84 | 82 | 85 | 84 | 1663 | 83,15 | 100% | 83,15 | 12% | 93,13 | 55 | 1,69 |
| | | 85 | 83 | 83 | 84 | 80 | 83 | 80 | 82 | 85 | 83 | | | | | | | | |
| | Pegado de capucha | 96 | 95 | 96 | 97 | 94 | 97 | 94 | 94 | 96 | 95 | 1904 | 95,2 | 85% | 80,92 | 12% | 90,63 | 50 | 1,81 |
| | 95 | 97 | 95 | 95 | 96 | 93 | 94 | 96 | 95 | 94 | | | | | | | | | |
| Llevar chompa a la bordadora | 50 | 51 | 52 | 50 | 51 | 50 | 51 | 52 | 51 | 52 | 1534 | 51,13 | 85% | 43,463333 | 10% | 50,42 | 30 | 1,68 | |
| | 51 | 52 | 52 | 51 | 51 | 51 | 51 | 52 | 50 | 51 | | | | | | | | | |
| | 51 | 51 | 52 | 52 | 50 | 51 | 51 | 52 | 51 | 51 | | | | | | | | | |
| Encuadrar chompa en bordadora | 50 | 48 | 48 | 45 | 47 | 50 | 49 | 48 | 45 | 46 | 1445 | 48,17 | 115% | 55,39 | 12% | 62,04 | 50 | 1,24 | |
| | 50 | 46 | 49 | 49 | 48 | 48 | 46 | 48 | 50 | 45 | | | | | | | | | |
| | 48 | 47 | 51 | 49 | 48 | 46 | 48 | 53 | 50 | 50 | | | | | | | | | |

| Producto | Actividad | Mediciones (s) | | | | | | | | | | Σ | TMO | FD | TN | S | TS(s) | Frecuencia | Tiempo Homologado (s) |
|----------|--------------------------------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|------|-----------|-----|--------|------------|-----------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | | |
| | Entamborar chompa en bordadora | 13 | 18 | 13 | 20 | 20 | 19 | 20 | 19 | 14 | 16 | 1015 | 16,92 | 100% | 16,92 | 12% | 18,95 | 50 | 0,38 |
| | | 20 | 16 | 13 | 19 | 16 | 17 | 18 | 15 | 20 | 16 | | | | | | | | |
| | | 16 | 15 | 19 | 16 | 16 | 20 | 18 | 20 | 19 | 15 | | | | | | | | |
| | | 17 | 18 | 16 | 19 | 15 | 16 | 16 | 15 | 19 | 14 | | | | | | | | |
| | | 13 | 13 | 16 | 19 | 16 | 17 | 18 | 16 | 18 | 13 | | | | | | | | |
| | | 20 | 20 | 15 | 19 | 15 | 14 | 20 | 17 | 17 | 18 | | | | | | | | |
| | Bordado en chompa | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 2400 | 120 | 100% | 120 | 10% | 139,20 | 50 | 2,78 |
| | | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | | | | | | | | |
| | Transporte de chompa a percha | 58 | 57 | 59 | 58 | 56 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 1726 | 57,53 | 85% | 48,903333 | 10% | 56,73 | 60 | 0,95 |
| | | 57 | 58 | 56 | 56 | 57 | 58 | 56 | 56 | 59 | 59 | | | | | | | | |
| | | 59 | 58 | 56 | 58 | 57 | 56 | 57 | 58 | 59 | 58 | | | | | | | | |
| | Corte de hilos - remate | 29 | 31 | 31 | 29 | 30 | 33 | 31 | 30 | 30 | 31 | 1240 | 31 | 115% | 35,65 | 12% | 39,93 | 30 | 1,33 |
| | | 33 | 31 | 29 | 32 | 33 | 32 | 31 | 30 | 30 | 33 | | | | | | | | |
| | | 32 | 29 | 31 | 33 | 31 | 31 | 31 | 29 | 31 | 30 | | | | | | | | |
| | | 32 | 31 | 32 | 30 | 31 | 32 | 32 | 32 | 30 | 31 | | | | | | | | |
| | Inspección de fallas | 118 | 118 | 117 | 118 | 118 | 118 | 117 | 115 | 116 | 117 | 2338 | 116,9 | 85% | 99,37 | 10% | 115,26 | 35 | 3,29 |
| | | 116 | 115 | 117 | 115 | 117 | 117 | 116 | 118 | 117 | 118 | | | | | | | | |
| | Espera a que haya 10 unidades listas | 52 | 54 | 54 | 56 | 54 | 50 | 53 | 56 | 55 | 55 | 1614 | 53,8 | 115% | 61,87 | 10% | 71,77 | 25 | 2,87 |
| | | 56 | 54 | 51 | 54 | 53 | 55 | 50 | 52 | 56 | 56 | | | | | | | | |
| | | 56 | 55 | 55 | 55 | 53 | 55 | 52 | 54 | 50 | 53 | | | | | | | | |
| | Empaque | 24 | 23 | 24 | 23 | 27 | 26 | 25 | 23 | 26 | 24 | 1496 | 24,93 | 100% | 24,93 | 10% | 28,92 | 30 | 0,96 |
| | | 25 | 27 | 25 | 24 | 25 | 23 | 24 | 26 | 24 | 24 | | | | | | | | |
| | | 25 | 26 | 25 | 23 | 24 | 26 | 24 | 27 | 25 | 25 | | | | | | | | |
| | | 23 | 24 | 25 | 26 | 26 | 24 | 25 | 26 | 25 | 26 | | | | | | | | |
| | | 27 | 27 | 27 | 24 | 27 | 25 | 23 | 23 | 25 | 23 | | | | | | | | |
| | | 27 | 23 | 26 | 25 | 26 | 25 | 23 | 27 | 26 | 25 | | | | | | | | |
| | Almacenamiento de producto terminado | 12 | 12 | 9 | 10 | 12 | 11 | 13 | 10 | 11 | 11 | 1099 | 10,99 | 115% | 12,64 | 10% | 14,66 | 30 | 0,49 |
| | | 9 | 9 | 9 | 12 | 10 | 11 | 9 | 12 | 12 | 13 | | | | | | | | |
| | | 12 | 9 | 12 | 11 | 11 | 12 | 11 | 12 | 13 | 13 | | | | | | | | |
| | | 9 | 13 | 12 | 9 | 10 | 9 | 9 | 10 | 10 | 11 | | | | | | | | |
| 11 | | 12 | 10 | 9 | 10 | 13 | 13 | 9 | 11 | 13 | | | | | | | | | |
| 11 | | 10 | 10 | 11 | 10 | 13 | 11 | 13 | 12 | 13 | | | | | | | | | |
| 10 | | 12 | 13 | 9 | 10 | 11 | 9 | 10 | 13 | 9 | | | | | | | | | |
| 13 | | 10 | 13 | 11 | 11 | 10 | 9 | 13 | 10 | 10 | | | | | | | | | |
| 9 | | 11 | 12 | 11 | 9 | 11 | 13 | 9 | 12 | 11 | | | | | | | | | |
| 9 | | 13 | 13 | 12 | 13 | 11 | 11 | 12 | 12 | 9 | | | | | | | | | |

Nomenclatura

TMO=Tiempo promedio observado

FD=Factor de desempeño

TN=Tiempo normal

S=Suplementos

TS=Tiempo Estándar

En la Tabla E3 se presenta el estudio de tiempos para la fabricación de pantalones

Tabla E3. Estudio de tiempos para la fabricación de pantalones

|  | | Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial | | | | |  | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|-----|---------------------|-----------------------|-----------------------|---|-----|-----|-----|------|------|--------|-------|--------|-------|--------|------------|-----------------------|
| Empresa: | Confecciones Deportivas PISCIS | | | | | Observaciones: | | | | | | | | | | | | | |
| Area: | Producción | | | Diagrama No. | | 01 | | | | | | | | | | | | | |
| Responsable: | Operario | | | Hoja No. | | 01 de 01 | | | | | | | | | | | | | |
| Método | Actual | X | | | Realizado por: | | Kevin Santiana | | | | | | | | | | | | |
| | Propuesto | | | | Revisado por: | | Ing. Daysi Ortiz | | | | | | | | | | | | |
| Estudio de Tiempos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Producto | Actividad | Mediciones (s) | | | | | | | | | | Σ | TMO | FD | TN | S | TS(s) | Frecuencia | Tiempo Homologado (s) |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | | |
| PANTALÓN | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 117 | 115 | 116 | 114 | 115 | 117 | 114 | 117 | 114 | 115 | 2313 | 115,65 | 85% | 98,30 | 16% | 114,03 | 6 | 19,01 |
| | | 117 | 116 | 116 | 117 | 116 | 115 | 115 | 115 | 117 | 115 | | | | | | | | |
| | Doblar tela | 110 | 112 | 108 | 112 | 111 | 109 | 108 | 112 | 108 | 109 | 2195 | 109,75 | 100% | 109,75 | 16% | 127,31 | 56 | 2,27 |
| | | 108 | 111 | 111 | 109 | 112 | 108 | 109 | 109 | 108 | 111 | | | | | | | | |
| | Tallaje tela | 47 | 43 | 45 | 45 | 46 | 48 | 48 | 47 | 45 | 44 | 1818 | 45,45 | 100% | 45,45 | 16% | 52,72 | 30 | 1,76 |
| | | 46 | 44 | 47 | 44 | 47 | 43 | 44 | 44 | 47 | 45 | | | | | | | | |
| | | 46 | 43 | 45 | 43 | 48 | 45 | 46 | 47 | 47 | 48 | | | | | | | | |
| | | 45 | 45 | 45 | 46 | 43 | 47 | 45 | 44 | 44 | 47 | | | | | | | | |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 97 | 94 | 95 | 92 | 93 | 92 | 96 | 96 | 93 | 93 | 1881 | 94,05 | 85% | 79,94 | 16% | 92,73 | 60 | 1,55 |
| | | 93 | 92 | 94 | 96 | 92 | 93 | 96 | 95 | 94 | 95 | | | | | | | | |
| | Cosido de costados y entrepiernas | 106 | 107 | 106 | 106 | 107 | 105 | 106 | 110 | 107 | 105 | 2132 | 106,6 | 100% | 106,60 | 12% | 119,39 | 45 | 2,65 |
| | | 105 | 107 | 107 | 106 | 107 | 107 | 106 | 108 | 108 | 106 | | | | | | | | |
| | Búsqueda de elástico en bodega | 52 | 52 | 55 | 52 | 55 | 52 | 52 | 55 | 53 | 55 | 1614 | 53,8 | 115% | 61,87 | 16% | 71,77 | 30 | 2,39 |
| | | 55 | 52 | 55 | 53 | 52 | 52 | 56 | 56 | 54 | 52 | | | | | | | | |
| | | 53 | 54 | 54 | 52 | 56 | 54 | 55 | 55 | 55 | 56 | | | | | | | | |
| | Pasarelásticos | 51 | 50 | 53 | 52 | 51 | 52 | 53 | 52 | 51 | 55 | 1559 | 51,97 | 115% | 45,45 | 12% | 50,90 | 30 | 1,70 |
| | | 51 | 53 | 52 | 53 | 50 | 50 | 52 | 52 | 51 | 54 | | | | | | | | |
| | | 54 | 53 | 50 | 52 | 54 | 52 | 52 | 51 | 51 | 52 | | | | | | | | |
| | Cosido bolsillos | 79 | 80 | 81 | 80 | 84 | 81 | 81 | 83 | 84 | 82 | 1623 | 81,15 | 100% | 81,15 | 12% | 90,89 | 60 | 1,51 |
| | | 83 | 82 | 79 | 81 | 81 | 80 | 80 | 81 | 79 | 82 | | | | | | | | |
| | Cosido bastas | 24 | 24 | 25 | 23 | 22 | 27 | 25 | 23 | 24 | 27 | 1467 | 24,45 | 100% | 24,45 | 12% | 27,38 | 30 | 0,91 |
| | | 27 | 22 | 26 | 25 | 23 | 26 | 24 | 25 | 25 | 22 | | | | | | | | |
| | | 24 | 26 | 24 | 27 | 25 | 24 | 26 | 27 | 24 | 23 | | | | | | | | |
| | | 23 | 26 | 23 | 22 | 25 | 25 | 22 | 27 | 27 | 24 | | | | | | | | |
| 23 | | 26 | 22 | 27 | 25 | 24 | 25 | 27 | 23 | 26 | | | | | | | | | |
| 22 | | 27 | 24 | 24 | 22 | 23 | 22 | 26 | 24 | 22 | | | | | | | | | |
| Transporte de pantalones a perchas | 49 | 51 | 50 | 51 | 49 | 52 | 52 | 49 | 52 | 51 | 1515 | 50,5 | 85% | 45,45 | 16% | 52,72 | 30 | 1,76 | |

| Producto | Actividad | Mediciones (s) | | | | | | | | | | Σ | TMO | FD | TN | S | TS(s) | Frecuencia | Tiempo Homologado (s) |
|----------|--------------------------------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|------|-------|-----|--------|------------|-----------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | | |
| | | 49 | 50 | 49 | 50 | 52 | 52 | 51 | 49 | 49 | 52 | | | | | | | | |
| | | 49 | 52 | 51 | 52 | 50 | 49 | 49 | 52 | 50 | 52 | | | | | | | | |
| | Corte de hilos - remate | 24 | 25 | 22 | 26 | 24 | 22 | 23 | 25 | 27 | 26 | 1466 | 24,43 | 115% | 28,10 | 12% | 31,47 | 35 | 0,90 |
| | | 25 | 25 | 24 | 27 | 25 | 24 | 26 | 25 | 26 | 25 | | | | | | | | |
| | | 24 | 24 | 25 | 23 | 25 | 24 | 25 | 22 | 23 | 24 | | | | | | | | |
| | | 26 | 24 | 23 | 26 | 23 | 25 | 22 | 25 | 27 | 25 | | | | | | | | |
| | | 25 | 25 | 24 | 22 | 25 | 23 | 26 | 23 | 24 | 24 | | | | | | | | |
| | | 23 | 22 | 25 | 25 | 24 | 24 | 25 | 24 | 25 | 27 | | | | | | | | |
| | Pasado de cordón | 40 | 42 | 41 | 44 | 39 | 43 | 40 | 42 | 41 | 44 | 1664 | 41,6 | 115% | 47,84 | 12% | 53,58 | 60 | 0,89 |
| | | 39 | 42 | 44 | 39 | 42 | 42 | 44 | 41 | 42 | 42 | | | | | | | | |
| | | 40 | 41 | 41 | 42 | 41 | 42 | 43 | 40 | 44 | 41 | | | | | | | | |
| | | 44 | 40 | 39 | 43 | 40 | 42 | 40 | 41 | 44 | 43 | | | | | | | | |
| | Inspección de fallas | 111 | 112 | 115 | 111 | 113 | 113 | 115 | 115 | 111 | 111 | 2256 | 112,8 | 85% | 95,88 | 16% | 111,22 | 40 | 2,78 |
| | | 113 | 113 | 115 | 115 | 113 | 114 | 111 | 112 | 112 | 111 | | | | | | | | |
| | Espera a que haya 10 unidades listas | 52 | 51 | 51 | 53 | 52 | 51 | 52 | 52 | 53 | 51 | 1557 | 51,9 | 115% | 59,69 | 16% | 69,23 | 40 | 1,73 |
| | | 51 | 52 | 52 | 52 | 51 | 53 | 52 | 53 | 53 | 51 | | | | | | | | |
| | | 52 | 51 | 52 | 52 | 52 | 51 | 53 | 52 | 53 | 51 | | | | | | | | |
| | Empaque | 26 | 27 | 29 | 28 | 26 | 28 | 30 | 30 | 28 | 28 | 1635 | 27,25 | 100% | 27,25 | 16% | 31,61 | 75 | 0,42 |
| | | 30 | 29 | 27 | 26 | 30 | 30 | 26 | 26 | 25 | 29 | | | | | | | | |
| | | 28 | 28 | 26 | 28 | 27 | 25 | 28 | 28 | 27 | 26 | | | | | | | | |
| | | 27 | 26 | 27 | 26 | 28 | 26 | 28 | 28 | 26 | 27 | | | | | | | | |
| | | 29 | 25 | 25 | 25 | 26 | 30 | 26 | 25 | 28 | 29 | | | | | | | | |
| | | 25 | 30 | 27 | 28 | 29 | 26 | 27 | 27 | 25 | 25 | | | | | | | | |
| | Almacenamiento de producto terminado | 13 | 12 | 10 | 13 | 14 | 13 | 14 | 13 | 11 | 12 | 1203 | 12,03 | 115% | 13,83 | 16% | 16,05 | 30 | 0,53 |
| | | 13 | 13 | 10 | 10 | 13 | 12 | 14 | 11 | 14 | 10 | | | | | | | | |
| | | 14 | 13 | 14 | 14 | 10 | 13 | 12 | 13 | 10 | 12 | | | | | | | | |
| | | 12 | 11 | 10 | 10 | 12 | 10 | 10 | 14 | 10 | 12 | | | | | | | | |
| | | 10 | 10 | 12 | 14 | 14 | 13 | 14 | 12 | 13 | 12 | | | | | | | | |
| | | 12 | 13 | 11 | 14 | 13 | 10 | 10 | 12 | 10 | 10 | | | | | | | | |
| | | 10 | 13 | 13 | 10 | 13 | 13 | 12 | 11 | 14 | 14 | | | | | | | | |
| 12 | | 10 | 13 | 13 | 11 | 12 | 13 | 12 | 11 | 13 | | | | | | | | | |
| 14 | | 10 | 12 | 11 | 14 | 10 | 13 | 13 | 11 | 14 | | | | | | | | | |
| 11 | | 14 | 12 | 11 | 13 | 13 | 10 | 10 | 10 | 14 | | | | | | | | | |

Nomenclatura

TMO=Tiempo promedio observado FD=Factor de desempeño TN=Tiempo normal S=Suplementos TS=Tiempo Estándar

En la Tabla E4 se presenta el estudio de tiempos para la fabricación de pantalonetas

Tabla E4. Estudio de tiempos para la fabricación de pantalonetas

|  | | Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería Industrial | | | | |  | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|-----|---------------------|-----------------------|-----------------------|---|-----|-----|-----|------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|------------|-----------------------|
| Empresa: | Confecciones Deportivas PISCIS | | | | | Observaciones: | | | | | | | | | | | | | |
| Area: | Producción | | | Diagrama No. | | 01 | | | | | | | | | | | | | |
| Responsable: | Operario | | | Hoja No. | | 01 de 01 | | | | | | | | | | | | | |
| Método | Actual | X | | | Realizado por: | | Kevin Santiana | | | | | | | | | | | | |
| | Propuesto | | | | Revisado por: | | Ing. Daysi Ortiz | | | | | | | | | | | | |
| Estudio de Tiempos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Producto | Actividad | Mediciones (s) | | | | | | | | | | Σ | TMO | FD | TN | S | TS (s) | Frecuencia | Tiempo Homologado (s) |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | | |
| PANTALONEIA | Llevar la tela de bodega a la mesa de trabajo | 116 | 115 | 118 | 118 | 118 | 117 | 118 | 116 | 117 | 117 | 2333 | 116,65 | 85% | 99,15 | 16% | 115,02 | 6 | 19,17 |
| | | 115 | 117 | 116 | 115 | 115 | 117 | 115 | 118 | 118 | 117 | | | | | | | | |
| | Doblar la tela | 102 | 101 | 102 | 105 | 104 | 102 | 105 | 106 | 102 | 101 | 2058 | 102,9 | 100% | 102,90 | 16% | 119,36 | 50 | 2,39 |
| | | 101 | 101 | 105 | 101 | 101 | 102 | 106 | 106 | 101 | 104 | | | | | | | | |
| | Tallaje de tela | 40 | 44 | 43 | 40 | 40 | 45 | 44 | 40 | 41 | 41 | 1261 | 42,03 | 100% | 42,03 | 16% | 48,76 | 30 | 1,63 |
| | | 43 | 41 | 40 | 45 | 43 | 42 | 45 | 40 | 42 | 44 | | | | | | | | |
| | | 43 | 40 | 43 | 41 | 40 | 41 | 42 | 45 | 42 | 41 | | | | | | | | |
| | Llevar la tela cortada a la mesa de costura | 94 | 95 | 93 | 94 | 93 | 93 | 96 | 96 | 95 | 94 | 1883 | 94,15 | 85% | 80,03 | 16% | 92,83 | 60 | 1,55 |
| | | 94 | 93 | 95 | 95 | 96 | 93 | 94 | 93 | 93 | 94 | | | | | | | | |
| | Cosido de costados – entrepiernas | 70 | 74 | 68 | 72 | 68 | 68 | 72 | 73 | 73 | 70 | 1425 | 71,25 | 100% | 71,25 | 12% | 79,80 | 45 | 1,77 |
| | | 74 | 73 | 69 | 74 | 68 | 69 | 71 | 72 | 73 | 74 | | | | | | | | |
| | Búsqueda de elástico en bodega | 51 | 51 | 50 | 54 | 53 | 54 | 53 | 52 | 54 | 52 | 1574 | 52,47 | 115% | 60,34 | 16% | 69,99 | 30 | 2,33 |
| | | 54 | 50 | 52 | 50 | 53 | 51 | 54 | 52 | 54 | 52 | | | | | | | | |
| | | 52 | 54 | 54 | 54 | 53 | 53 | 51 | 52 | 52 | 53 | | | | | | | | |
| | Pasar elásticos | 61 | 60 | 61 | 60 | 57 | 57 | 55 | 60 | 58 | 60 | 1754 | 58,47 | 115% | 67,24 | 12% | 75,31 | 30 | 2,51 |
| | | 55 | 61 | 55 | 61 | 56 | 55 | 58 | 55 | 61 | 60 | | | | | | | | |
| | | 61 | 58 | 60 | 61 | 60 | 56 | 57 | 60 | 57 | 58 | | | | | | | | |
| | Cosido de bastas | 22 | 21 | 24 | 26 | 22 | 23 | 26 | 22 | 26 | 26 | 1392 | 23,20 | 100% | 23,20 | 12% | 25,98 | 30 | 0,87 |
| | | 26 | 23 | 25 | 23 | 21 | 24 | 22 | 21 | 26 | 22 | | | | | | | | |
| | | 21 | 21 | 22 | 23 | 25 | 21 | 25 | 23 | 24 | 25 | | | | | | | | |
| 21 | | 25 | 21 | 25 | 24 | 23 | 26 | 24 | 22 | 24 | | | | | | | | | |
| 25 | | 21 | 23 | 26 | 25 | 21 | 22 | 23 | 23 | 21 | | | | | | | | | |
| 23 | | 21 | 21 | 23 | 22 | 25 | 22 | 21 | 25 | 23 | | | | | | | | | |
| Transporte de pantalones a perchas | 57 | 53 | 58 | 57 | 56 | 53 | 54 | 57 | 56 | 53 | 1674 | 55,80 | 85% | 47,43 | 16% | 55,02 | 30 | 1,83 | |
| | 57 | 58 | 58 | 57 | 54 | 54 | 57 | 57 | 53 | 55 | | | | | | | | | |
| | 54 | 57 | 56 | 54 | 58 | 56 | 57 | 57 | 55 | 56 | | | | | | | | | |
| Corte hilos - remate | 15 | 15 | 18 | 18 | 18 | 19 | 15 | 16 | 17 | 17 | 1014 | 16,90 | 115% | 19,44 | 12% | 21,77 | 35 | 0,62 | |

| Producto | Actividad | Mediciones(s) | | | | | | | | | | Σ | TMO | FD | TN | S | TS(s) | Frecuencia | Tiempo Homologado (s) | |
|----------|--------------------------------------|---------------|-----|------------------------|-----|-----|------------------|-----|-----|---------------|-----|------|--------------------|------|-------|-----|--------|------------|-----------------------|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | | | |
| | | 19 | 15 | 17 | 18 | 19 | 17 | 19 | 19 | 16 | 18 | | | | | | | | | |
| | | 18 | 19 | 16 | 15 | 19 | 16 | 16 | 17 | 19 | 18 | | | | | | | | | |
| | | 16 | 15 | 19 | 19 | 15 | 16 | 15 | 18 | 17 | 15 | | | | | | | | | |
| | | 16 | 15 | 15 | 16 | 15 | 18 | 16 | 19 | 16 | 17 | | | | | | | | | |
| | | 17 | 18 | 19 | 16 | 15 | 18 | 15 | 17 | 16 | 17 | | | | | | | | | |
| | Inspección de fallas | 114 | 113 | 113 | 115 | 114 | 116 | 116 | 113 | 114 | 115 | 2295 | 114,75 | 85% | 97,54 | 16% | 113,14 | 40 | 2,83 | |
| | | 116 | 116 | 114 | 116 | 116 | 115 | 114 | 116 | 115 | 114 | | | | | | | | | |
| | Espera a que haya 10 unidades listas | 52 | 53 | 53 | 50 | 51 | 51 | 51 | 50 | 50 | 51 | 1543 | 51,43 | 115% | 59,15 | 16% | 68,61 | 40 | 1,72 | |
| | | 50 | 50 | 53 | 51 | 52 | 53 | 50 | 53 | 50 | 52 | | | | | | | | | |
| | | 53 | 53 | 51 | 50 | 52 | 52 | 52 | 50 | 53 | 51 | | | | | | | | | |
| | Empaque | 19 | 18 | 15 | 14 | 16 | 19 | 18 | 14 | 17 | 16 | 965 | 16,08 | 100% | 16,08 | 16% | 18,66 | 70 | 0,27 | |
| | | 19 | 15 | 14 | 14 | 15 | 18 | 17 | 18 | 14 | 19 | | | | | | | | | |
| | | 19 | 15 | 16 | 16 | 15 | 15 | 18 | 16 | 16 | 15 | | | | | | | | | |
| | | 19 | 16 | 17 | 18 | 15 | 17 | 18 | 19 | 14 | 15 | | | | | | | | | |
| | | 14 | 17 | 14 | 18 | 18 | 19 | 14 | 14 | 15 | 14 | | | | | | | | | |
| | | 19 | 16 | 15 | 15 | 17 | 18 | 15 | ° | 17 | 18 | | | | | | | | | |
| | Almacenamiento de producto terminado | 11 | 11 | 13 | 11 | 12 | 13 | 11 | 12 | 12 | 11 | 1215 | 12,15 | 115% | 13,97 | 16% | 16,21 | 30 | 0,54 | |
| | | 13 | 13 | 13 | 13 | 12 | 13 | 13 | 11 | 13 | 13 | | | | | | | | | |
| | | 13 | 11 | 11 | 13 | 12 | 13 | 13 | 11 | 13 | 13 | | | | | | | | | |
| | | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 | 13 | 11 | 13 | 13 | 12 | | | | | | | | | |
| | | 13 | 11 | 12 | 13 | 11 | 13 | 12 | 13 | 11 | 11 | | | | | | | | | |
| | | 13 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 13 | | | | | | | | | |
| | | 12 | 12 | 11 | 13 | 13 | 13 | 13 | 12 | 11 | 13 | | | | | | | | | |
| | | 12 | 13 | 13 | 13 | 12 | 13 | 13 | 12 | 13 | 13 | | | | | | | | | |
| | | 11 | 13 | 12 | 11 | 12 | 11 | 13 | 12 | 13 | 11 | | | | | | | | | |
| | | 13 | 13 | 13 | 13 | 12 | 11 | 12 | 11 | 11 | 12 | | | | | | | | | |
| | Nomenclatura | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | TMO=Tiempo promedio observado | | | FD=Factor de desempeño | | | TN=Tiempo normal | | | S=Suplementos | | | TS=Tiempo Estándar | | | | | | | |