



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Lean Manufacturing para reducir el tiempo de proceso de teñido de hilos en
una empresa textil

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR(ES)

Guillen Vilca, John Brayan

ORCID: 0009-0001-6700-2997

Pacheco Dominguez, Franklin Benjamin

ORCID: 0009-0000-2964-9012

ASESOR

Rivera Lynch, Cesar Armando

ORCID: 0000-00001-9418-5066

Lima, Perú

2023

Metadatos Complementarios

Datos del autor(es)

Guillen Vilca, John Brayan

DNI: 70124748

Pacheco Dominguez, Franklin Benjamin

DNI: 70484244

Datos de asesor

Rivera Lynch, Cesar Armando

DNI: 07228483

Datos del jurado

JURADO 1

Falcon Tuesta, Jose Abraham

DNI: 08183404

ORCID: 0000-0002-1070-7304

JURADO 2

Saito Silva, Carlos Agustin

DNI: 07823525

ORCID: 0000-0002-8328-5157

JURADO 3

Cebreros Delgado De La Flor, Ada Cecilia

DNI: 07799520

ORCID: 0000-0002-0422-7427

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 2.11.04

Código del Programa: 722026

DECLARACION JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, John Brayan Guillen Vilca, con código de estudiante N° 201421123, con DNI N° 70124748, con domicilio en La cruceta 3era etapa bloc 02, distrito Santiago de Surco, provincia y departamento de Lima, y Franklin Benjamin Pacheco Dominguez, con código de estudiante N° 201411465, con DNI N° 70484244, con domicilio en Pje. Los Dátiles Mz C Lte 34 Urb. Los Jazmines 4ta etapa, distrito Callao, provincia y departamento de Callao, en nuestra condición de bachilleres en Ingeniería Industrial, declaramos bajo juramento que:

La presente tesis titulada:” Lean Manufacturing para reducir el tiempo de proceso de teñido de hilos en una empresa textil “es de nuestra única auditoria, bajo el asesoramiento del docente Mg. Rivera Lynch, Cesar Armando, y no existe plagio y/o copia de ninguna naturaleza , en especial de otro documento de investigación presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica o de investigación , universidad, etc.; la cual ha sido sometido al anti plagio Turnitin y tiene el 21% de similitud final.

Dejamos en constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en la tesis, el contenido de estas corresponde a las opiniones de ellos, y por las cuales no asumo responsabilidad, ya sean de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de internet.

Asimismo, ratificamos plenamente que el contenido íntegro de la tesis es de nuestro conocimiento y autoría. Por tal motivo, asumimos toda la responsabilidad de cualquier error u omisión en las tesis y somos conscientes de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de falsa declaración, nos sometemos a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y a los dispositivos legales nacionales vigentes.

Surco, 24 de noviembre de 2023



John Brayan Guillen Vilca

DNI N° 70124748



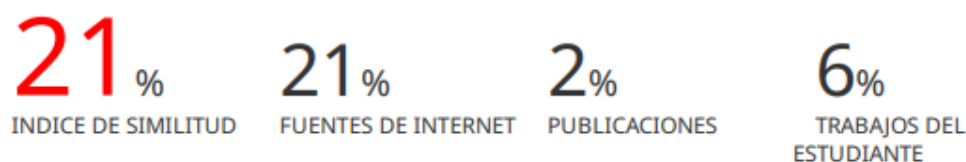
Franklin Benjamin Pacheco Dominguez

DNI N° 70484244

INFORME DE ORIGINALIDAD TURNITIN

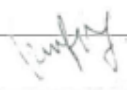
Lean Manufacturing para reducir el tiempo de proceso de teñido de hilos en una empresa textil

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	6%
3	docplayer.es Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	1%
5	historiamateriales.ubuinvestiga.es Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unphu.edu.do Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	edoc.pub Fuente de Internet	


Mg. Ing. Victor Manuel Thompson Schreiber
Coordinador Programa Titulación por Tesis - TITES
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, a mis padres, a mi hermano, a mis amigos y seres queridos que me acompañaron y apoyaron durante toda mi etapa universitaria. Mi eterna gratitud a todos ellos.

Guillen Vilca, John Brayan

Dedico esta tesis principalmente a mis padres y mi hermana, por ser mi apoyo constante y haber depositado su entera confianza en cada reto que he emprendido. Su amor y sabios consejos son mi guía.

Pacheco Dominguez, Franklin
Benjamin

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a nuestro asesor de tesis por su invaluable orientación, apoyo y motivación durante todo el desarrollo de esta investigación. Sus conocimientos, consejos y enseñanzas han sido fundamentales para la culminación de este trabajo.

Asimismo, agradecemos profundamente a la empresa por darnos la oportunidad de desarrollar nuestra tesis en sus instalaciones y muy especialmente al personal del área de tintorería de hilos por su disposición para colaborar durante la recolección de datos y la implementación de la propuesta de mejora.

Guillen Vilca, John Brayan y Pacheco
Dominguez, Franklin Benjamin

ÍNDICE

METADATOS COMPLEMENTARIOS	ii
DECLARACION JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
INFORME DE ORIGINALIDAD TURNITIN	ivi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	01
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	03
1.1 Descripción del problema	03
1.2 Formulación del problema	12
1.2.1 <i>Problema general</i>	12
1.2.2 <i>Problemas específicos</i>	12
1.3 Objetivos	12
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	12
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	12
1.4 Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática	12
1.5 Importancia y justificación	13
1.5.1 Importancia	13
1.5.2 Justificaciones del estudio	18
2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	20
2.1 Marco histórico.....	20
2.2 Investigaciones del estudio de investigación	21
2.2.1 <i>Antecedentes nacionales</i>	21
2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	25
2.3.1 <i>Lean Manufacturing</i>	25
2.3.2 <i>SMED</i>	28
2.3.3 <i>Flujo Continuo</i>	32
2.3.4 <i>Teñido de Hilos</i>	37
2.3.5 <i>Parafinado de Hilos</i>	40
2.4 Definición de términos básicos	44
2.5 Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis	45
2.6 Hipótesis	45
2.6.1 <i>Hipótesis General</i>	46
2.6.2 <i>Hipótesis específicas</i>	46
2.7 Variables	46

3 CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	47
3.1 Enfoque, tipo, alcance y diseño de la investigación	47
3.2 Población y muestra	48
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	50
3.3.1 <i>Técnicas e instrumentos</i>	50
3.3.2 <i>Criterio de validez y confiabilidad</i>	52
3.3.3 <i>Procedimientos para la recolección de datos</i>	52
3.4 Descripción de procedimientos de análisis de datos	52
4 CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	53
4.1 Presentación de resultados	55
4.2 Análisis de resultados	106
CONCLUSIONES	119
RECOMENDACIONES	121
REFERENCIAS	122
ANEXOS	125
Anexo A: Matriz de Consistencia	125
Anexo B: Matriz de Operacionalización	126
Anexo C: Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) actual	128
Anexo D: Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) Post Implementación	129
Anexo E: Máquinas teñidoras de pequeña capacidad	130
Anexo F: Máquina secadora de hilos	131
Anexo G: Permiso de la empresa	132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Tabla de variaciones porcentuales del sector manufacturero.....	13
Tabla 02: Descripción de los problemas de la organización.....	16
Tabla 03: Programa de Implementación de Eventos Kaizen	36
Tabla 04: Población y muestra pre y post	46
Tabla 05: Técnicas e instrumentos de recolección de datos	47
Tabla 06: Descripción de procedimientos de análisis de datos	48
Tabla 07: Descripción de los problemas de la organización	50
Tabla 08: Tiempos de preparación de las máquinas de teñido - Pretest	53
Tabla 09: Tiempo promedio actual de preparación de máquina para teñido de hilos	53
Tabla 10: Clasificación de actividades internas y externas	57
Tabla 11: Nueva clasificación de actividades internas y externas	58
Tabla 12: Muestras de tiempos de preparación de la máquina de teñid – Posttest.....	61
Tabla 13: Tiempo promedio de preparación de máquina teñidora después del SMED...61	
Tabla 14: Muestras de tiempos muertos por espera de material para teñido – Pretest...63	
Tabla 15: Tiempo promedio actual de espera de material para teñido de hilos.....64	
Tabla 16: Muestras de tiempos muertos por espera de material para teñido – Postest....78	
Tabla 17: Tiempo promedio de espera de material para teñido después de Flujo Continuo.....	78
Tabla 18: Muestra de tiempos muertos por espera de material para parafinado - Pretest	80
Tabla 19: Tiempo promedio actual de espera de material para parafinado de hilo teñido	81
Tabla 20: Muestras de tiempo por espera de material para parafinado Posttest.....96	
Tabla 21: Tiempo promedio de espera de material para parafinado después de Flujo Continuo	97
Tabla 22: Resumen de Resultados	97
Tabla 23: Muestra de tiempos de preparación de máquina de teñido PreTest	99
Tabla 24: Muestra de tiempos de preparación de máquina de teñido post-test	100
Tabla 25: Muestra de tiempos de espera de material para teñido PreTest	103
Tabla 26: Muestra de tiempos de espera de material para teñido Post-Test	104
Tabla 27: Muestra de tiempos de espera de material para parafinado de hilo Pre-Test	106
Tabla 28: Muestra de tiempos de espera de material para parafinado de hilo PostTest	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Diagrama de flujo	4
Figura 02: Gráfico de Pareto	6
Figura 03: Hilo crudo en espera para teñido	8
Figura 04: Máquina conera en reparación	9
Figura 05: Diagrama de Causa - Efecto	10
Figura 06: Parafina para hilos	11
Figura 07: Ubicación	13
Figura 08: Evolución de las exportaciones textiles	17
Figura 09: Línea de tiempo de Lean Manufacturing	21
Figura 10: Beneficios del Lean Manufacturing	27
Figura 11: Esfuerzos para lograr cambios con el Lean Manufacturing	29
Figura 12: Fases para la reducción del modelo SMED	30
Figura 13: Etapas y acción del SMED	32
Figura 14: Fases para la reducción del modelo SMED	34
Figura 15: Flujo continuo	35
Figura 16: Beneficio del flujo continuo	38
Figura 17: Flujo continuo	39
Figura 18: Parafina para hilos	42
Figura 19: Tipos de torsión en hilos	43
Figura 20: Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis	47
Figura 21: Gráfico de Pareto de problemas en el proceso de teñido de Hilos	57
Figura 22: DAP del proceso actual de teñido de hilos	60
Figura 23: Máquina 25 de teñido de hilos	62
Figura 24: Pasos del SMED	63
Figura 25: Proceso actual de preparación de máquina de teñido de hilos	64
Figura 26: DAP del proceso de teñido de hilos post implementación del SMED	68
Figura 27: Hilo crudo por pasar a cono perforado	72
Figura 28: DOP del proceso actual de teñido de hilos	74
Figura 29: DAP con procesos cuellos de botella del problema específico 02	76
Figura 30: Layout del área de tintorería de hilos antes de la implementación de flujo continuo	77
Figura 31: Layout Zona de Coneras antes de la implementación de Flujo Continuo	77
Figura 32: Diagrama de Flujo actual del proceso de teñido de hilos	79
Figura 33: Layout de la Planta de Tintorería de Hilos re-organizado	81
Figura 34: Flujo continuo	82
Figura 35: Diagrama de Flujo mejorado del proceso de teñido de hilos	82
Figura 36: Proyección de Despachos	84

Figura 37: Formato de implementación Kaizen	84
Figura 38: Formato de capacitación Kaizen	85
Figura 39: Formato de asistencia de reuniones de charlas de mejora continua	87
Figura 40: Hilo teñido por parafinar	91
Figura 41: Parafina para hilos	93
Figura 42: DOP de parafinado de hilo teñido	94
Figura 43: DAP del proceso actual de teñido de hilos	95
Figura 44: Layout Zona de Coneras antes de la implementación Lean Manufacturing .	96
Figura 45: Hilo teñido en espera de parafinado.....	97
Figura 46: Diagrama de Flujo actual del proceso de teñido de hilos	99
Figura 47: Layout de Planta de Tintoreria de Hilos re-organizado	101
Figura 48: Flujo continuo	102
Figura 49: Diagrama de Flujo mejorado del proceso de teñido de hilos	102
Figura 50: Proyección de Despachos	103
Figura 51: Formato de implementación Kaizen	104
Figura 52: Formato de capacitación kaizen	105
Figura 53: Cronograma de Programa de Mejora Continua	106
Figura 54: Resultado de la prueba de normalidad pre-test de la hipótesis 01	113
Figura 55: Resultado de la prueba de normalidad post-test de la hipótesis 01	114
Figura 56: Determinación de la prueba de hipótesis T Student	115
Figura 57: Muestra post -test	116
Figura 58: Resultado de la prueba de normalidad pre-test de la hipótesis 02	117
Figura 59: Resultado de la prueba de normalidad post-test de la hipótesis 02	118
Figura 60: Determinación de la prueba de hipótesis T Student	119
Figura 61: Resultados de pruebas de contrastación	119
Figura 62: Resultado de la prueba de normalidad pre-test de la hipótesis 03	120
Figura 63: Resultado de la prueba de normalidad post-test de la hipótesis 03	122
Figura 64: Determinación de la prueba de hipótesis T Student.....	123
Figura 65: Resultados de pruebas de normalidad	123

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo implementar la metodología Lean Manufacturing para reducir los tiempos de proceso de teñido de hilos y de parafinado de hilo teñido en una empresa textil peruana. El problema principal fueron los excesos en los tiempos de teñido y parafinado de hilo ya teñido respecto a lo acordado con el área comercial, específicamente en los tiempos de espera los cuales generan retrasos en el proceso productivo.

El objetivo general de esta investigación fue implementar Lean Manufacturing para reducir el tiempo total del proceso de teñido de hilos mediante sus herramientas como la técnica SMED, la cual fue utilizada para reducir los tiempos de preparación de las máquinas de teñido, y la implementación de flujo continuo para disminuir los tiempos muertos por espera de materiales para el proceso de teñido y de parafinado mediante una reestructuración del layout de la Planta de la Tintorería de Hilos.

Para cumplir con el objetivo, se determinó el marco metodológico donde se estableció el enfoque cuantitativo, el tipo de investigación aplicada y el método de investigación de tipo explicativo, y el diseño de investigación cuasi experimental. Se planteó la implementación de la metodología Lean Manufacturing, mediante sus herramientas SMED y de Flujo Continuo, para reducir el tiempo de proceso de teñido y parafinado de hilos.

Se llegó a la conclusión que, mediante la herramienta SMED, se logró reducir los tiempos de espera por preparación de máquina, habiendo convertido actividades internas como lo es el mantenimiento preventivo de las máquinas en actividades externas, es decir, en actividades que se pueden realizar mientras la maquinaria está operando. En cuanto a la herramienta de Flujo Continuo, se logró reducir los tiempos de espera de material para teñido de hilo y parafinado de hilo teñido mediante una reestructuración del layout y estandarización de las actividades para que todo el proceso productivo se realice en un flujo continuo, sin interrupciones o cuellos de botella por motivos de traslados de material de grandes recorridos.

El estudio se llevó a cabo en una empresa textil mediana ubicada en Lima, Perú, dedicada a la producción de hilos teñidos y parafinados. La empresa cuenta con una planta de tintorería que realiza los procesos de teñido y una planta de acabados donde se realiza el parafinado.

Con la implementación de SMED se estandarizaron los procedimientos de preparación de máquinas y se convirtieron tareas internas en externas. Con el Flujo Continuo se reorganizó la distribución de planta para minimizar traslados y se nivelaron las operaciones usando el método takt time.

Palabras clave: Lean Manufacturing, reducción de tiempos, teñido de hilos, textil, SMED, flujo continuo.

ABSTRACT

This research aimed to implement Lean Manufacturing methodology to reduce process times of yarn dyeing and paraffin-coated dyed yarn in a Peruvian textile company. The main problem was the excess in dyeing and paraffin-coated dyed yarn times compared to what was agreed with the commercial area, specifically in waiting times which generate delays in the production process.

The general objective of this research was to implement Lean Manufacturing to reduce the total time of the yarn dyeing process through tools such as the SMED technique, which was used to reduce machine preparation times, and the implementation of continuous flow to reduce downtime waiting for materials for the dyeing and paraffincoating process by restructuring the layout of the Yarn Dyeing Plant.

To meet the objective, the methodological framework was determined where the quantitative approach was established, the type of applied research and the explanatory research method, and the quasi-experimental research design. The implementation of Lean Manufacturing methodology was proposed, through its SMED and Continuous Flow tools, to reduce the dyeing and paraffin-coated yarn process time.

It was concluded that, through the SMED tool, it was possible to reduce waiting times for machine preparation, having converted internal activities such as preventive maintenance of the machines into external activities, that is, into activities that can be carried out while the machinery is operating. Regarding the Continuous Flow tool, it was possible to reduce waiting times for materials for yarn dyeing and paraffin-coated dyed yarn by restructuring the layout and standardizing activities so that the entire production process is carried out in a continuous flow, without interruptions or bottlenecks due to large material handling.

The study was carried out in a medium-sized textile company located in Lima, Peru, dedicated to the production of dyed and paraffin-coated yarns. The company has a dyeing plant that performs dyeing processes and a finishing plant where paraffin-coating is performed.

With the implementation of SMED, machine preparation procedures were standardized and internal tasks were converted into external ones. With Continuous Flow, the plant layout was reorganized to minimize transfers and operations were leveled using the takt time method.

Keywords: Lean Manufacturing, time reduction, yarn dyeing, textile, SMED, continuous flow.

INTRODUCCIÓN

La industria textil peruana ha atravesado una etapa compleja en los últimos años debido a diversos factores, entre ellos, la fuerte competencia internacional y los efectos económicos de la pandemia de COVID-19. Si bien el sector mostró una caída importante en 2020 por las restricciones locales y globales, se ha ido recuperando lentamente con la reactivación paulatina del comercio exterior. No obstante, la industria textil local aún enfrenta varios desafíos para incrementar su productividad y competitividad en el mercado global. Es por ello que en los últimos años se fueron desarrollando nuevas estrategias de mejora en los procesos productivos de la industria textil.

En el presente trabajo de investigación, uno de los principales problemas detectados en el área de Tintorería de Hilos de la empresa textil donde se desarrolla el trabajo son los excesivos tiempos en los procesos de producción de teñido de hilos y en el proceso de parafinado de teñido de hilos, en el cual se cuenta con la autorización para poder utilizar los datos (Anexo G), lo cual genera retraso en la entrega de los hilos teñidos respecto a los plazos acordados con el área comercial de dicha empresa textil. Estas demoras generan incumplimiento de los plazos de entrega y pérdida de rentabilidad para la empresa textil. El proceso total de teñido de hilos representa un punto crítico en la producción de prendas, ya que consta de etapas como el fraccionado de hilos, teñido y el secado del hilo (Anexo F). En cuanto al proceso de parafinado, si bien es una actividad posterior al teñido de hilos, forma parte del proceso total de producción de hilo teñido, ya que esta actividad es obligatoria de realizar para fines de despacho del hilo teñido al almacén de hilos. En todo el proceso de teñido y parafinado de hilos se observan tiempos improductivos por preparación de máquinas de teñido de hilos, traslado de materiales entre diferentes zonas de la Planta y esperas que generan cuellos de botellas.

Ante esta coyuntura, la presente investigación tiene como objetivo principal implementar la metodología Lean Manufacturing en el área de tintorería de hilos de una empresa textil peruana para reducir los tiempos totales del proceso de teñido a través de la optimización de procesos basado en la implementación de las herramientas Lean como la técnica SMED y el método de flujo continuo para reducir los tiempos de espera por parafinar hilo teñido. La metodología Lean se enfoca en la eliminación de desperdicios mediante la estandarización y mejora continua de los procesos productivos.

En específico, los objetivos específicos son: 1) Aplicar la técnica SMED para disminuir tiempos de preparación de máquinas de teñido de hilos; 2) Implementar el flujo continuo y sincronización para reducir tiempos muertos por espera de material para teñido; y 3) Implementar el flujo continuo para reducir tiempos muertos por espera de material para parafinado. Dichos objetivos específicos fueron planteados después de identificar, mediante los diagramas de Pareto e Ishikawa, los principales problemas que se presentan en todo el proceso de teñido de hilos.

La importancia de este trabajo de tesis se centrará principalmente en identificar los problemas relacionados con el proceso de teñido del hilo, para así buscar alternativas de solución para mejorar este proceso mediante la implementación de la metodología de

Lean Manufacturing, y así fomentar una política de mejora continua, no solo en el personal del área de Tintorería de Hilos, sino en todo el personal de la empresa, para así generar un compromiso integral entre los obreros, supervisores y la Gerencia para buscar los mismos objetivos que beneficien a la empresa.

El desarrollo de este trabajo de investigación consta de 04 capítulos. El primer capítulo describe y explica el principal problema que se presenta en el proceso productivo de teñido de hilos en la empresa textil, es decir, el excesivo tiempo de proceso de teñido y parafinado de hilos, que a su vez genera retrasos en los plazos de entrega comprometidos. Se identifican los problemas específicos que se derivan del problema general, por lo que se plantean el objetivo general y los objetivos específicos, basados en la metodología de Lean Manufacturing. En este capítulo también se plantean la justificación e importancia de la presente investigación y se describe la delimitación de la investigación

En el segundo capítulo se presenta el marco histórico relacionado a las herramientas que se implementan para solucionar los problemas presentes en el proceso de teñido de hilos, como una reseña histórica del Lean Manufacturing, de la herramienta SMED y del Flujo Continuo. En dicho capítulo también se presentan los antecedentes, tanto nacionales como internacionales, relacionados al trabajo de investigación, el cual es sobre la implementación de la metodología Lean Manufacturing en una empresa textil, que sirven como una referencia para el desarrollo del presente trabajo. También se formulan las hipótesis, tanto generales como específicas, respecto al trabajo de investigación.

En el tercer capítulo se presenta el marco metodológico que se aborda en el trabajo de investigación, indicando también el enfoque, tipo y método de investigación. Así mismo se presenta la población y muestra que se determinó para la investigación, así como las técnicas e instrumentos de investigación y la descripción del procesamiento de análisis de información.

En el cuarto capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir de la implementación del Lean Manufacturing, así como los sustentos y detalles de dicha implementación a través de tablas y figuras que demuestran la validez de los resultados obtenidos. Se detalla el paso a paso del uso de las herramientas SMED y de Flujo Continuo, basándose en el marco teórico descrito en el capítulo 02. A su vez, se presentan los análisis de resultados, a través del uso del software estadístico IBM SPSS.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones basadas en los resultados descritos en el capítulo tres. Y también se detallan las referencias bibliográficas que se utilizaron como referencia y sustento teórico para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Debido a la Pandemia que azotó al Mundo entero desde inicios de 2020, muchos sectores económicos se vieron afectados negativamente y el Perú no fue la excepción. Según el último reporte anual que emite el Banco Central de Reserva del Perú, Memoria 2022, el sector de las prendas de vestir orientadas al mercado exterior sufrió una caída del 36% en el año 2020 (Ver Tabla 01); sin embargo, desde el año 2021 la economía a nivel mundial se fue reactivando y recuperando de lo que significó la Pandemia global y esto se ve reflejado en el crecimiento de este sector de prendas de vestir con un crecimiento del 23.9% en el 2021 y del 18.2% en el 2022.

Tabla 01:

Tabla de variaciones porcentuales del sector manufacturero

Cuadro 13

MANUFACTURA NO PRIMARIA POR TIPO DE BIENES					
(Variaciones porcentuales reales)					
	2020	2021	2022	Promedio 2013-2022	Promedio 2018-2022
Orientados al mercado externo	-24,9	26,2	14,2	-1,1	1,0
Conservas de alimentos	4,5	0,2	6,4	2,1	4,7
Fibras sintéticas	-14,2	46,3	6,3	-0,4	1,6
Hilados, tejidos y acabados	-29,4	50,0	-2,0	-3,0	-2,2
Tejidos y artículos de punto	-33,5	31,0	50,9	2,1	4,4
Prendas de vestir	-36,0	23,9	18,2	-3,4	-0,3
TOTAL MANUFACTURA NO PRIMARIA	-16,4	25,2	2,3	0,8	2,3

Fuente: Ministerio de la Producción.

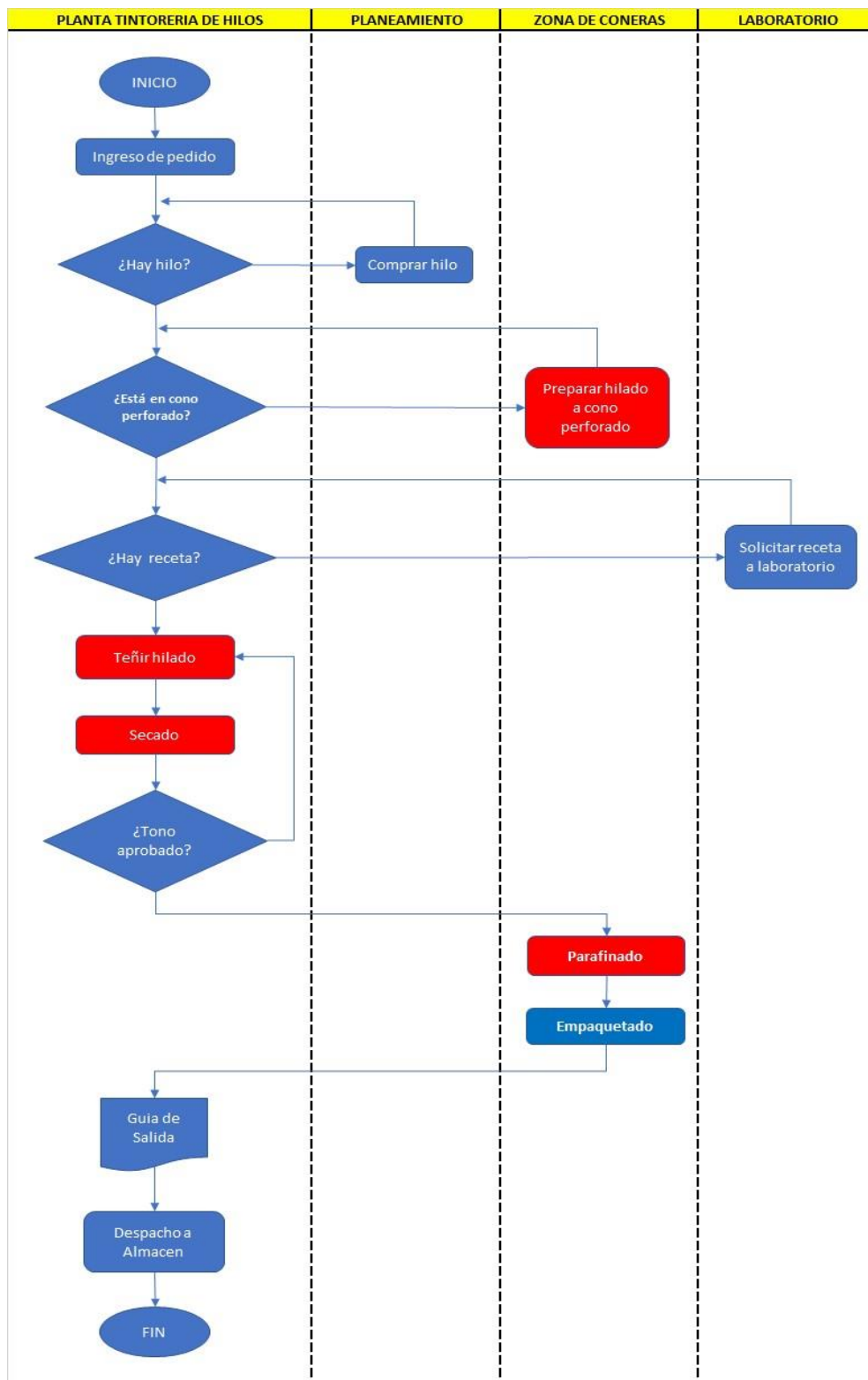
Nota. Banco Central de Reserva del Perú

Habiendo contextualizado todo esto, se puede decir que el sector textil aún se sigue recuperando de lo que significó la Pandemia y he ahí la importancia de establecer nuevas estrategias que se adapten a estos nuevos tiempos post pandemia.

Este trabajo se realizó en una empresa textil que fabrica y exporta prendas de vestir en grandes cantidades, además de tejido, teñido de telas, teñido de hilos, estampado de telas. Esta empresa textil cuenta con más de 50 años de experiencia en el mercado nacional. Este trabajo se centró en la producción de teñido de hilo, la cual se desarrolla en el Área de Tintorería de Hilos. Esta Planta también cuenta con un sistema de producción semiautomatizado, con jornada laboral de doble turno, con 15 obreros por turno y 01 supervisor encargado de liderar el grupo de trabajo en la Planta de Tintorería de Hilos.

Figura 01:

Diagrama de flujo



Nota. Elaboración propia

En esta área existen 18 máquinas de teñido de hilados con capacidades desde 1 kg hasta cerca de 400 kg, 07 máquinas de secado y centrifugado y 10 máquinas de parafinado y fraccionado de hilos. El proceso, tal como se observa en el diagrama de flujo (ver figura

01), a modo de resumen, abarca desde la recepción de hilo crudo en la Planta, pasando por un proceso de fraccionado y migrado de hilo de cono cartón a cono perforado, teñido de hilo, secado y parafinado de hilo ya teñido, para su posterior despacho al almacén de hilos.

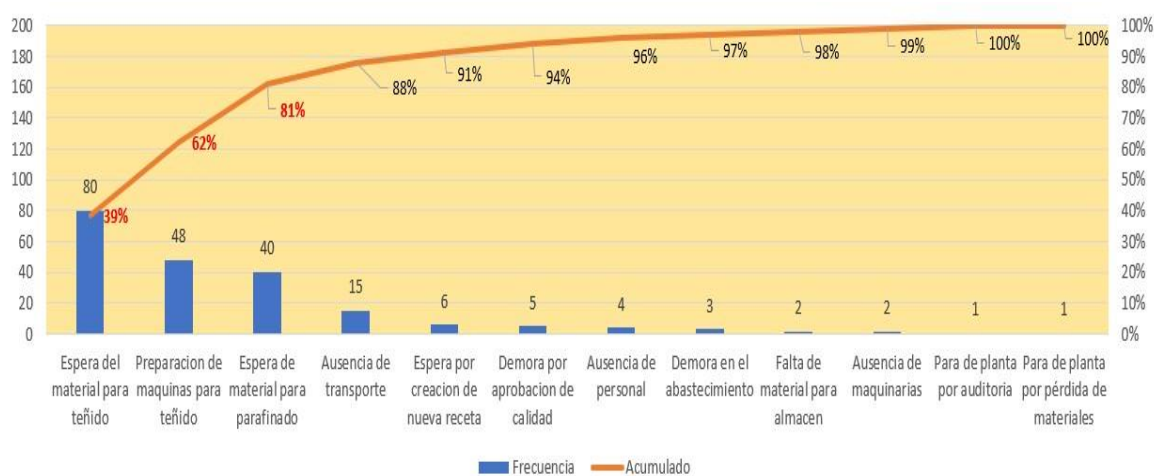
El proceso de teñido de hilo consiste (ver figura 01), primero, recibir el pedido proveniente del área de Planeamiento. Luego se verifica a través del Sistema de la empresa si hay hilado para ese pedido. De ser el caso, se asigna el hilado a ese pedido mediante el sistema. El hilado crudo proveniente del Almacén de hilos es enviado a la Tintorería de Hilos en las cantidades requeridas por el pedido. Después se procede con el enconado a cono perforado del hilado crudo para que así pueda ingresar a las máquinas de teñido. Se espera la receta proveniente del Laboratorio para así proceder con el teñido. Una vez se tenga el hilado crudo y las recetas listas se procede a teñir el hilado según los requerimientos del pedido. Luego el hilo ya teñido tiene que someterse a un proceso de centrifugado y secado. Posteriormente el hilo teñido tiene que pasar por el área de Calidad para poder ser aprobado después de haber sometido al hilo teñido en diversas pruebas de control de calidad. Una vez aprobado el hilo teñido, se procede con el parafinado, fraccionado y despacho del hilo teñido hacia el almacén de hilos a través de una guía de salida. Para este trabajo, se tomó el proceso de parafinado como parte del proceso de producción de hilo teñido ya que, antes del despacho, es obligatorio parafinar el hilo teñido, además que es en el proceso de parafinado de hilo teñido en la cual se observa un cuello de botella debido a la espera de material para parafinado.

El principal problema en esta zona de producción fueron los tiempos de teñido de los hilos. Según el lead time comprometido con el Área Comercial, quienes mantienen comunicación directa con los clientes e informan las fechas de entrega de las prendas y/o hilos teñidos, no se estaban cumpliendo con los tiempos pactados, es decir, el tiempo real de teñido y parafinado de hilos excede al tiempo esperado. Y esto se debía a diversos problemas que detallaremos a continuación.

Tabla 02:*Descripción de los problemas de la organización*

PROBLEMAS	FRECUENCIA	ACUMULADO
Espera de material para teñido	80	39%
Preparacion de maquinas de teñido	48	62%
Espera de material para parafinado	40	81%
Ausencia de transporte	15	88%
Espera por creacion de nueva receta	6	91%
Demora por aprobacion de calidad	5	94%
Ausencia de personal	4	96%
Demora en el abastecimiento	3	97%
Falta de material en almacen	2	98%
Ausencia de maquinarias	2	99%
Para de planta por auditoria	1	100%
Para de planta por perdida de materiales	1	100%
total	207	

Nota. Elaboración propia

Figura 02:*Gráfico de Pareto*

Nota. Elaboración propia

Tal como se detalla en la Tabla 02, una de las principales causas de este problema era el tiempo de preparación de las máquinas de teñido. Estas máquinas, posterior a un proceso de teñido de hilos, tienen que pasar por una serie de procesos de mantenimiento preventivo y correctivo, lavado post-teñido y programación de la máquina por parte de los obreros para posteriormente estar operativas para su próximo proceso de teñido de hilos (ver figura 02). En el caso del mantenimiento de las máquinas, el paro de las

máquinas suele durar como máximo una jornada por mantenimiento preventivo, pero en caso necesite reparación, el paro podría durar hasta más de una semana por el hecho que se necesita conseguir repuestos para las máquinas (ver figura 04).

Si bien estos procesos de mantenimiento son esenciales para el correcto funcionamiento de las máquinas, los tiempos muertos son excesivos generando así retrasos en el teñido de los pedidos, por lo que en este trabajo se buscó reducir los tiempos muertos generados por la preparación de las máquinas para que estén operativas.

Otra de las principales causas era el tiempo de espera del material para teñido (ver tabla 02), es decir, las demoras o tiempos muertos que se presentan debido a que la materia prima, en este caso el hilo crudo, no está lista para ingresar a máquina o bien porque no se cuenta con stock de hilo crudo, o bien porque no están en cono perforado.

En la Planta de teñido de hilo se reciben los pedidos, pero no siempre se cuenta con stock del hilado requerido en el Almacén, a veces por que no se hizo la compra correspondiente a los proveedores o porque simplemente el hilado ya se compró, pero se presenta demora en su envío desde el proveedor hasta el almacén de la empresa. Pero si en caso ya se cuenta con el hilado crudo en Planta, (ver figura 03), no quiere decir que ya esté listo para ingresar a máquina para su teñido: primero el hilado tiene que migrar de cono cartón a cono perforado mediante un proceso de enconado, y segundo, estará en cola a la espera que otros pedidos terminen su proceso de teñido para que así el pedido pueda ingresar a la máquina correspondiente para teñir.

Figura 03:

Hilo crudo en espera para teñido



Nota. La organización

En el caso de las colas, un pedido con hilado crudo ya preparado en cono perforado tiene que esperar en cola a la espera que otros pedidos terminen de teñir, esto sucede porque hay máquinas que presentan mayor carga de trabajo, en especial las máquinas con capacidades de 9 a 15 kilogramos, y por ende presentan colas de pedidos a la espera de ingresar a teñir; a diferencia de las máquinas más grandes con capacidad de 360 kg que no suelen presentar mucha carga de trabajo y por eso no suelen presentar colas de pedidos esperando.

Y finalmente la tercera gran causa era el tiempo muerto por espera de material para parafinado (ver tabla 02), es decir, después del teñido del hilo, se tiene que proceder con el parafinado del mismo para después culminar con su despacho a Almacén. Sin embargo, por diversos motivos que a continuación detallaremos, se presentaban tiempos muertos mientras que el hilado teñido está a la espera de ser parafinado.

- Uno de los motivos era el paro por mantenimiento de las máquinas coneras, las cuales solían durar un promedio de 01 hora por día (ver figura 04).
- Otro de los motivos era por insuficiencia de número de trabajadores, es decir, hubo momentos en los cuales la cantidad de máquinas coneras operando es mayor a la cantidad de trabajadores de coneras disponibles, es debido a esto que se producían también retrasos en los despachos de hilos teñidos (ver figura 05).

Figura 04:

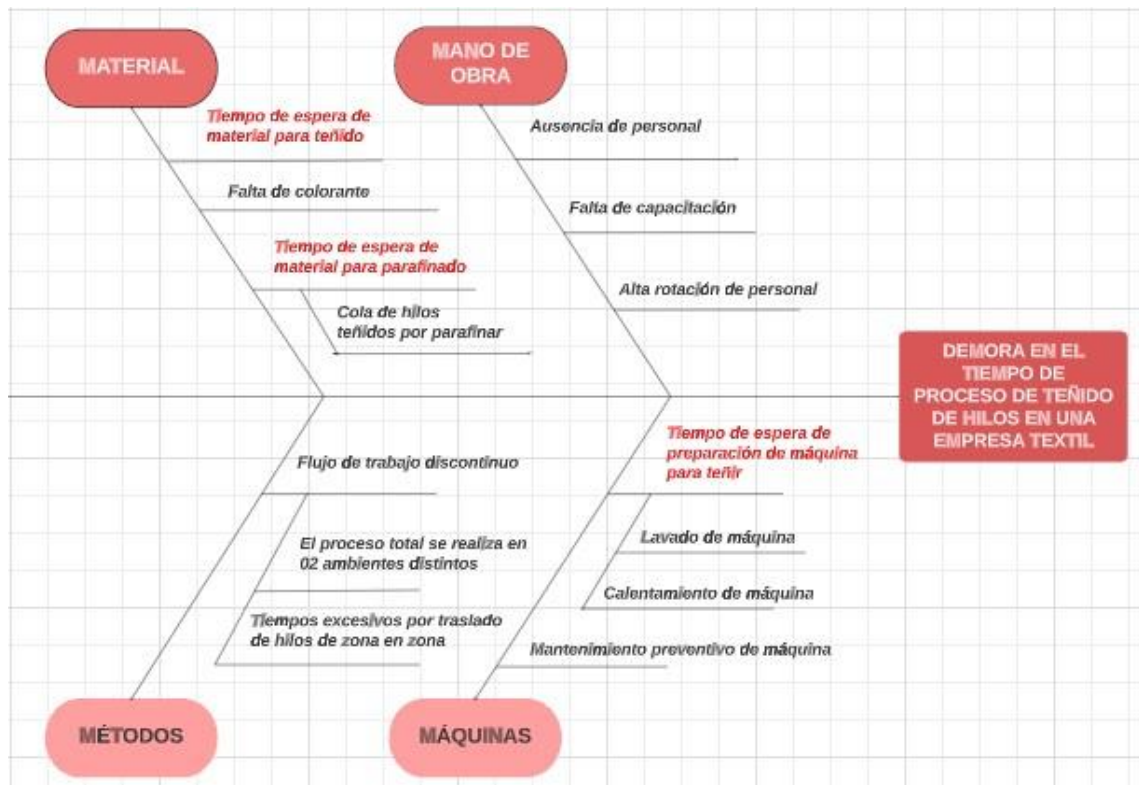
Máquina conera en reparación



Nota. La organización

Figura 05:

Diagrama de Causa - Efecto



Nota. Elaboración propia.

En resumen, todas estas causas mencionadas se pueden ver reflejados en el diagrama de Causa-Efecto (Ver Figura 05), los cuales influyen para que se dé el problema de la demora en el tiempo de proceso de teñido de hilos que es nuestro tema de proyecto.

Inclusive hay causas que implican a otras áreas como la falta de colorantes, que es responsabilidad directa del área de Almacén de químicos, la cual realiza compras de colorantes a sus proveedores, pero, debido a los retrasos en los despachos de los colorantes, influye en la demora de las validaciones de las recetas, por ende en la demora en el tiempo de teñido de hilos.

En cuanto a las recetas, estas son desarrolladas por el Área de Laboratorio, la cual cuenta con una base de datos de colores de teñido de hilos, si el pedido nuevo requiere un color ya trabajado antes, la validación de la receta será realizar de una manera más rápida, pero si el color es nuevo, la validación de la receta podría tardar días, generando un retraso en el lead time del proceso de teñido de hilo.

Otra causa que implica a otra área es la alta rotación de personal de mano de obra, esto es debido a una inadecuada política de contratación de trabajadores de parte del área de Recursos Humanos, y esto se ve reflejado en los altos casos de renuncias, ya sea debido a un descontento de los trabajadores con el incumplimiento de sus expectativas salariales o porque ven en otra empresa una mejor oferta laboral. Y, por último, el tema de mantenimiento y reparación de máquinas es responsabilidad del área de Mantenimiento, la cual hace las inspecciones de mantenimiento preventivo de las máquinas diariamente; y en caso de las reparaciones, los tiempos muertos son mayores, inclusive teniendo una duración por días debido a que algunas máquinas necesitan repuestos que se compran a proveedores externos.

Figura 06:

Parafina para hilos



Nota. La Organización

Pero como ya se mencionó, este proyecto de investigación sólo abarca los problemas que están presentes dentro del área de Tintorería de Hilos: problemas en el tiempo de espera

de material para teñido, en la demora de la preparación de las máquinas de teñido y parafinado. (Ver figura 06)

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo reducir el tiempo de proceso de teñido de los hilos en una empresa textil?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Cómo disminuir el tiempo de preparación de la máquina de teñido en una empresa textil?
- b) ¿Cómo reducir los tiempos muertos por espera de material para teñido de una empresa textil?
- c) ¿Cómo reducir los tiempos muertos por espera de material para parafinado en una empresa textil?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Implementar el Lean Manufacturing para reducir el tiempo de teñido de los hilos en una empresa textil

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Implementar la técnica SMED para disminuir los tiempos de preparación de la máquina de teñido
- b) Implementar el flujo continuo para reducir el tiempo muerto por espera de material para teñido
- c) Implementar el flujo Continuo para reducir el tiempo muerto por espera de material para parafinado

1.4 Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática

✓ Delimitación espacial

El presente proyecto se desarrolla en la Compañía Textil del Centro SAC, ubicada en la Av. Cascanueces, distrito de Santa Anita, Lima, Perú. (Ver figura 07)

Figura 07:

Ubicación



Nota. Google Maps

✓ Delimitación temporal

Este estudio incluirá datos desde marzo de 2023 hasta agosto de 2023.

- Periodo pre: de marzo a mayo del 2023
- Periodo de implementación: de mayo a junio del 2023
- Periodo post: de junio a agosto del 2023

✓ Delimitación teórica

El desarrollo de este proyecto de investigación tiene como objetivo acortar el tiempo del proceso de teñido y parafinado de hilo mediante la implementación del Lean Manufacturing y sus herramientas como lo son la técnica SMED para reducir los tiempos muertos de preparación de máquina, y el Plan de Mejora de Flujo Continuo para reducir los tiempos muertos por espera de material para teñido y parafinado de hilos.

1.5 Importancia y justificación

1.5.1 Importancia

La importancia de este estudio se centrará principalmente en identificar el problema principal y sus problemas específicos relacionados con el proceso de teñido del hilo, por lo tanto este estudio está motivado a buscar alternativas de solución para mejorar este proceso en una empresa textil debido a que actualmente la empresa es ineficiente en cuanto a estos procesos de teñido de hilo, como los tiempos muertos que se presentan en la carga de las máquinas de teñidos o en el tiempo de espera de los materiales de teñido y más.

Por lo tanto, se propone utilizar el método de Lean Manufacturing para resolver estos problemas al acortar el tiempo de producción y la reducción de tiempos muertos del teñido de hilos. Además, se utilizarán las diversas herramientas del Lean Manufacturing para dar solución a los problemas específicos de este trabajo de investigación: por ejemplo, usaremos la herramienta SMED para solucionar el problema de los tiempos de preparación de las máquinas de teñido, y aplicaremos la herramienta de flujo continuo para solucionar los problemas de tiempos muertos por espera de material para teñido y parafinado.

Por otro lado, la información de este trabajo de investigación será beneficiosa para toda persona sea profesional, estudiante, operario, etc. para que pueda utilizar este trabajo de investigación como punto de referencia para sus propias investigaciones.

Además, para los trabajadores de la empresa en cuestión, será útil para que conozcan más acerca de la organización y con ello puedan aportar sus ideas en beneficio de la organización.

Por lo que en el lado económico beneficia a toda la organización: dueños, accionistas, gerentes, jefes, empleados, operarios, ya que la empresa obtiene sus ingresos en base a las exportaciones de prendas.

Este presente trabajo sirve para generar conocimiento, obtener experiencia y con esto poder afrontar cualquier eventualidad que se nos presente en el ámbito laboral para poder brindar alternativas de solución, estrategias de ahorro o propuestas de implementación en nuestras respectivas empresas.

Socialmente la empresa se verá beneficiada con un personal más motivado por las nuevas ideas y mejoras que se propondrán en este presente trabajo de investigación.

Este proyecto de implementación es de gran importancia para la toma de decisiones, ya que nos aporta información cuantitativa tanto positiva como negativa.

Esta información es necesaria para poder evaluar la situación actual dentro de la empresa para tomar decisiones informadas y realistas que nos permitan lograr un impacto positivo en la organización.

Con acceso a datos precisos y confiables podemos obtener la información que necesitamos para identificar oportunidades de mejora y tomar acciones específicas para maximizar el éxito comercial.

Como resultado, la implementación de este proyecto juega un papel clave en el proceso de toma de decisiones, ya que con la recolección de datos pretest podemos conocer cómo está funcionando la empresa en la actualidad, posterior a ello realizaremos el periodo de

implementación, el cual consiste en poner en marcha la estrategia planteada de manera gradual y con ellos esperar los resultados del post-test, que nos brindará un panorama diferente al inicial que será de utilidad al momento en el que se necesite tomar decisiones. La implementación de manufactura esbelta en el proceso de teñido de hilo puede resolver muchos problemas prácticos diferentes en una organización textil. Por ejemplo, la manufactura esbelta reduce los tiempos de los ciclos al eliminar las actividades que no agregan valor, reducir los viajes innecesarios, optimizar las secuencias de trabajo y optimizar la planificación.

Esto permite a la organización producir hilo teñido de manera más rápida y eficiente. Además, el Lean Manufacturing se enfoca en eliminar desperdicios como el exceso de inventario, la sobreproducción, los defectos y el tiempo de entrega. Abordar estos problemas prácticos puede aumentar la eficiencia y reducir los costos de producción. La calidad del producto también mejora al identificar y corregir los problemas de manera más efectiva.

La implementación del Lean Manufacturing solucionará problemas económicos en la organización, ya que al reducir el tiempo en el proceso de teñido de hilos se disminuye los costos de producción asociados a esta reducción, estos costos pueden ser: La mano de obra, los materiales, la energía eléctrica, etc.

Además, al eliminar estos desperdicios, se optimizan los recursos disponibles y se evita incurrir en gastos innecesarios esto permite obtener una gestión eficiente de los recursos económicos y propone a la entidad una rentabilidad positiva. por otro lado, nos posiciona a nosotros como una organización con lead time de entrega sin variabilidad negativa. Lo que se busca al implementar la estrategia de mejora continua en la organización es presentar a la empresa como una entidad que apunta a progresar positivamente en el tiempo, no solo con innovación tecnológica sino también con conocimientos estratégicos que eduquen a nuestro personal a crecer tanto en el ámbito profesional como en el ámbito académico.

Con esto se refiere a que el personal tendrá la capacidad de adquirir nuevos conocimientos y habilidades relacionadas con la mejora de procesos, la gestión visual, el trabajo en equipo y la resolución de problemas.

Mientras los empleados se familiarizan con los conceptos y herramientas, ellos lo pueden emplear diariamente en sus jornadas laborales para resolver problemas prácticos y así ayudar con la disminución del tiempo del proceso de teñido de hilos basándose en datos reales.

También soluciona problemas prácticos culturales de la empresa, ya que, no se verá estancada en su zona de confort, sino que promueve un cambio de mentalidad y una cultura inspirada en la mejora continua.

Otro factor importante para la implementación de las herramientas Lean es la capacitación permanente de los empleados. Esto ayudará a un mejor entendimiento y absorción de la filosofía Lean de eliminación de desperdicios y creación de valor, así como ayudar con la identificación del empleado con el proceso. El apoyo gerencial debe ser incondicional ya que, si la gerencia no se involucra ni da un apoyo activo, es muy difícil lograr los cambios esperados, así como la integración de todos los empleados involucrados en el proceso (Hernández, 2013).

Como indica el autor, mantener al personal en constante capacitación ayuda a alinear al equipo a empujar en la misma dirección y que ellos a pesar de que tengan conocimientos del tema, no deberíamos dejarlos olvidados, siempre se puede aprender algo y siempre se debe estar acompañado de algún supervisor para que la implementación de manera real se vea plasmada en los resultados de manera positiva.

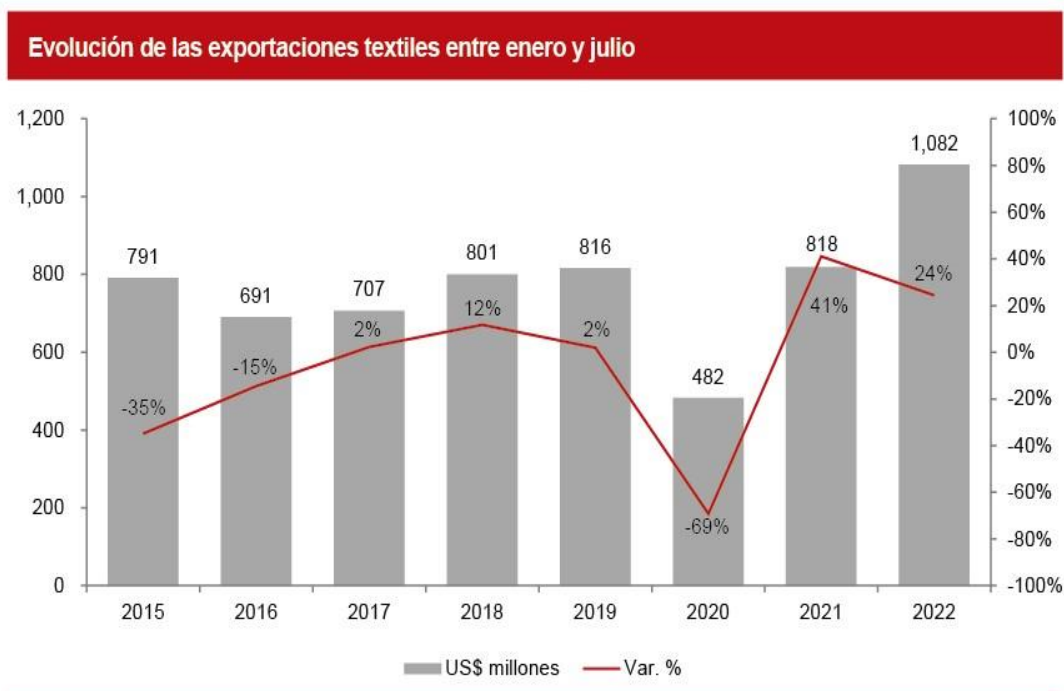
Esto involucra el apoyo tanto de superiores como de proveedores, se debería trabajar de la mano con toda persona que tenga conocimiento de la implementación o del producto en cuestión.

Los que se beneficiarán con los resultados o simplemente con la información teórica no son solo los trabajadores como se comentó anteriormente, ellos forman parte del mundo de beneficiados, entre ellos tenemos a los accionistas, los clientes, el mercado, los emprendedores.

Ya que, esta propuesta de implementación se enfoca en un mercado nacional que es el área textil, y está representa un negocio rentable para cualquier emprendedor, debido a que en el mercado peruano existe un emporio comercial gigante como Gamarra que brinda oportunidades para aquellas personas que quieran emprender en el área textil.

Figura 08:

Evolución de las exportaciones textiles



Nota. Sunat

Como se detalla en la figura 08, se expone una variación porcentual pre y post pandemia en exportaciones. Esto representa un antes y un después en el hito del sector textil, como consecuencia de ellos se puede pronosticar que las exportaciones textiles obtendrán un incremento significativo en consideración al histórico de los años anteriores.

Se observa que el año 2021 al año 2022 se ha presenciado un incremento del 24% en exportaciones con tendencia al alza en Perú, esto significa que las empresas extranjeras observan de manera positiva a Perú como proveedor competitivo para la adquisición del material textil, ya sea por calidad o por tiempo de entrega.

Eso puede representar un impacto positivo en el país ya que al ser vistos como un mercado que está experimentando un crecimiento, en consecuencia, de ello existe la posibilidad de obtener mayor demanda extranjera, ya que las exportaciones podrían generar mayores ingresos y también mayor oferta laboral nacional.

Por otro lado, siendo de conocimiento que nuestro mercado está experimentando una evolución positiva en el sector textil, deberíamos implementar estrategias de mejoras, como la que se plasman en el presente proyecto, para posicionarnos como un país altamente competitivo a nivel latinoamericano.

1.5.2 Justificaciones del estudio

▪ Justificación práctica

En términos prácticos, el proyecto se centra en la optimización del suministro de hilo mediante el uso de Lean Manufacturing, un enfoque que permite reducir los tiempos de ejecución mediante la eliminación de desperdicios. Además, se emplearán técnicas como SMED y flujo continuo para lograr una mayor eficiencia en el proceso

▪ Justificación teórica

La justificación teórica de la investigación presentada se basa en el desafío de aplicar los conocimientos existentes sobre el uso correcto del Lean Manufacturing, SMED y de flujo continuo, los cuales serán utilizados para acortar los tiempos de entrega de hilo de una empresa textil. Y así, al implementar los objetivos recomendados, se demostrará que este método acortará el tiempo de entrega de hilos, así como el tiempo de inactividad del dispositivo, maximizando el uso de recursos y reducirá los costos asociados a los

▪ Justificación metodológica

La justificación metodológica de este estudio descansa en dos aspectos básicos: Como punto de partida, el método científico comenzará cuando se realicen observaciones para identificar los problemas que afectan a la empresa.

El segundo es mejorar el proceso de distribución de caudales mediante el análisis de la situación actual de la empresa. en el proceso anterior.

▪ Justificación económica

Económicamente, el presente proyecto nos brinda como beneficio posicionarnos a nosotros como una empresa que respeta su lead time de entrega y que se encuentra en constante evolución, esto conlleva a ampliar nuestra cartera de clientes y por ende la rentabilidad de la empresa se incrementa exponencialmente.

▪ Justificación social

En cuanto a la justificación social del presente proyecto, al mejorar el tiempo de entrega de hilos, se mejorará la calidad del servicio, se optimizará la utilización de los recursos y se reducirán los costos de producción.

Del mismo modo con la implementación del Lean Manufacturing los empleados podrán familiarizarse con las técnicas y herramientas que presenta esta metodología y lo podrán aplicar tanto en lo laboral como en su vida personal. Con ellos tendrás una mejor concientización sobre la importancia de tener un mapeo de procesos eficiente.

- **Justificación ecológica**

Al reducir los tiempos muertos por espera de material para teñido y para parafinado de hilo, se reducirá el gasto innecesario de energía eléctrica que consumen las máquinas al estar encendidas.

- **Justificación Legal**

La investigación está respaldada por una base legal, ya que hace uso de varias leyes y decretos (Hall, 2018). La presente investigación se justifica por el hecho de que la empresa textil exportadora está sujeta a la Ley General de Aduanas, la cual incluyó el término Operador Económico Autorizado en el Decreto Legislativo 1053, publicado el 27 de junio de 2008, y agregado en el capítulo III de dicha Ley desde 2009. Este término fue modificado por el Decreto Supremo N.º 367-2019-EF el 9 de diciembre de 2019, donde se menciona la información mínima necesaria para la declaración que permite identificar la mercancía (Sunat, 2020).

2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco histórico

2.1.1. Lean Manufacturing:

El Lean Manufacturing, también conocido como producción ajustada o esbelta, es una filosofía de gestión enfocada en la reducción de desperdicios, la mejora continua y la entrega de valor al cliente final. Sus orígenes se remontan a la década de 1950 en Japón, específicamente en los aportes del ingeniero Taiichi Ohno, considerado el padre del sistema Toyota de producción.

Ohno desarrolló los conceptos de muda (desperdicio), jidoka (automatización con un toque humano), just in time y producción pull, los cuales se convirtieron en los pilares del Lean Manufacturing. Buscaba eliminar sobreproducción, tiempos de espera, transporte innecesario, exceso de procesamiento, inventario, movimiento y defectos en los procesos productivos (Hernández y Vizán, 2013).

La crisis del petróleo de 1973 puso en evidencia las limitaciones de la producción masiva: grandes volúmenes de inventario, desperdicio de recursos, poca flexibilidad ante cambios en la demanda, falta de personalización de productos, entre otros. Frente a esto, el Lean Manufacturing de Toyota demostró mayor eficiencia y rapidez para adaptarse a las necesidades del cliente y las fluctuaciones del mercado (Plenert, 2012).

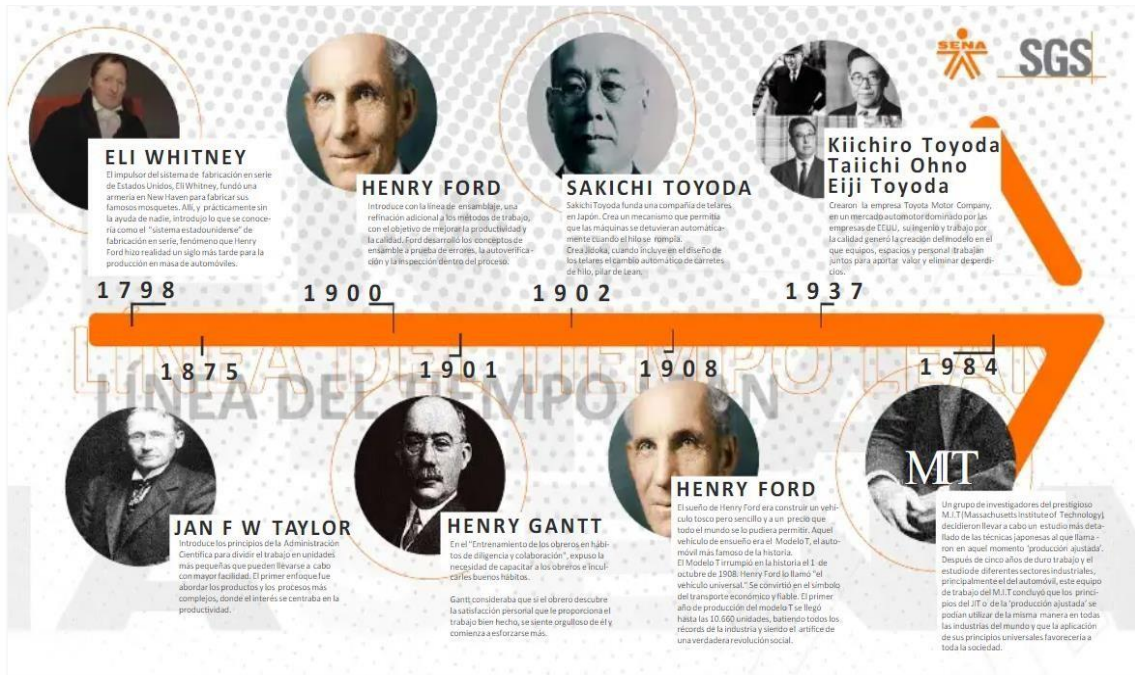
El Lean Manufacturing se enfoca en identificar y entregar la máxima value proposition para el cliente final. Sus principios incluyen: centrarse en la demanda real del cliente, no en pronósticos; mejorar el flujo de valor; crear flujo continuo en los procesos; usar sistemas pull en vez de push; buscar la perfección a través de la mejora continua; empoderar a los empleados; y gestionar la relación con clientes y proveedores. Entre las herramientas Lean más utilizadas se encuentran: mapeo de flujo de valor (VSM), 5S, estandarización, células de manufactura uda, Single Minute Exchange of Die (SMED), Total Productive Maintenance (TPM), Kanban, Kaizen, Six Sigma, Poka Yoke o a prueba de errores, entre muchas otras (Cuatrecasas, 2010).

Los beneficios de implementar Lean Manufacturing incluyen: reducción de desperdicios e inventarios, disminución del tiempo de ciclo de producción, mejora de la calidad y productividad, entregas a tiempo, costos más bajos, mayor satisfacción de clientes y empleados, rápida respuesta ante cambios en la demanda, mejora continua de procesos, entre otros.

En la industria textil, la aplicación de Lean Manufacturing se centra en equilibrar cargas de trabajo para evitar cuellos de botella, sincronizar el flujo productivo entre las diferentes etapas, implementar sistemas pull para producir bajo pedido, reducir tiempos de cambios de formato (SMED), minimizar mermas y retrabajos, así como involucrar al personal en la mejora continua (Kaizen). Esto permite entregar los pedidos a tiempo y con la calidad esperada por los clientes. (Ver figura 09)

Figura 09:

Línea de tiempo de Lean Manufacturing



Nota. SGS

2.1.2. Teñido de Hilos:

Desde las antiguas civilizaciones hasta la actualidad, el teñido de hilos y telas ha sido un componente esencial de la historia textil, marcando el progreso cultural y tecnológico a lo largo de los siglos.

- Antiguo Egipto (2500 A.C.):

En el antiguo Egipto, las telas teñidas datan aproximadamente del año 2500 A.C. Utilizaban colorantes naturales extraídos de plantas, flores, raíces y minerales. Los tintes, más que un simple adorno, tenían connotaciones religiosas y culturales, incorporando insectos como el escarabajo para obtener colores específicos.

- Antigua China (2600 A.C.):

En China, alrededor del año 2600 A.C., surgieron prácticas de teñido avanzadas. Técnicas como el ikat, donde se reservaban los diseños en los hilos antes de teñirlos, y el batik, utilizando cera caliente para formar patrones, demostraron una maestría técnica única. La "tie-dye" también se destacó, creando patrones complejos mediante nudos estratégicos.

- Imperio Romano:

En el Imperio Romano, entre el 27 a.C. y el 476 d.C., el color de la vestimenta supuso un símbolo de distinción social. Los esclavos y plebeyos utilizaban ropajes de color terroso y oscuro; el pueblo libre y las clases acomodadas trajeron colores claros y vivos. El amarillo era usado únicamente por las sacerdotisas vestales y para las bodas, ya que se teñía con azafrán y era extremadamente caro. Las túnicas de los legionarios eran rojas, del color del dios Marte. El color púrpura era el color más caro y exclusivo, por lo que su uso era símbolo de riqueza y alta posición social. Para obtener este color había que recolectar el tinte de escarlata de un parásito llamado kermes, una especie de cochinilla que habitaba en árboles de la familia de los robles. El oficio encargado del teñido era el de purpuraria.

- Europa Medieval:

Durante la época medieval europea, ciudades como Florencia, Venecia y Génova se convirtieron en centros reconocidos por sus técnicas de teñido. La fijación de colorantes naturales requería mordientes como el alumbre, cremor tártaro o sulfato ferroso, destacando la importancia de los conocimientos tintoreros.

- Revolución Industrial (Siglo XVIII):

La Revolución Industrial en el siglo XVIII marcó un hito crucial. La introducción de máquinas para hilar y tejer impulsó la productividad y redujo costos. Los tintes sintéticos derivados del alquitrán de hulla ampliaron la gama de colores, transformando la industria y democratizando la moda.

- Siglo XX:

En el siglo XX, la invención de fibras artificiales como el rayón, acetato y nylon revolucionó la industria textil. Nuevos métodos de teñido, como el termo fijado, utilizando vapor y altas temperaturas, se incorporaron. La automatización mediante computadoras con control numérico y algoritmos optimizó los procesos.

- **Investigación Actual:**

Hoy en día, la investigación se enfoca en la sostenibilidad, buscando colorantes más amigables con el medio ambiente y procesos de bajo consumo de recursos. La historia del teñido de hilos refleja una evolución paralela a los desarrollos tecnológicos, desde técnicas manuales hasta procesos digitalizados, satisfaciendo la demanda global actual.

2.2 Investigaciones del estudio de investigación

2.2.1 Antecedentes nacionales

-Villamar Carbajal (2021), Mejora de procesos para el incremento de la productividad aplicando Lean Manufacturing, en una empresa de confecciones, Título de Ingeniera Industrial y Comercial, Universidad ESAN, Lima-Perú

Esta tesis tuvo como objetivo desarrollar el análisis y propuesta de mejora del área de confecciones de la empresa en estudio a través de la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing. La investigación llegó a las siguientes conclusiones principales: Con la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing se puede aumentar la satisfacción del personal en un 22.3%, al documentar los procesos y proponer tiempos de actividades y producción que disminuyen en un 31.52%.

Gracias a la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing, se logran mejoras en distintos procesos de producción, incrementando la productividad en 9% en un periodo de 2 meses.

La implementación de Lean Manufacturing tiene un impacto positivo al mejorar tiempos de producción y ser financieramente viable en el corto plazo según la investigación.

Para alcanzar estos resultados, la tesis realizó un diagnóstico inicial de los procesos actuales de producción a través de observación directa, entrevistas al personal y levantamiento de información. Se identificaron problemas como falta de estandarización de procesos, actividades sin valor agregado, exceso de inventario y tiempos improductivos.

Luego se plantearon propuestas de mejora utilizando herramientas como 5S, estandarización de operaciones, Kanban, reducción de tiempos de set up, mantenimiento preventivo y capacitación de personal. Estas propuestas fueron validadas mediante un análisis costo-beneficio.

Finalmente, se simuló la implementación en un pedido real, calculando los nuevos tiempos y productividad. Los resultados mostraron los beneficios mencionados en cuanto a satisfacción del personal y tiempos de producción.

La tesis concluye que herramientas de Lean Manufacturing deben implementarse en más áreas de la empresa para seguir mejorando la productividad y eficiencia operativa. Además, se recomienda estandarizar las mejoras en procedimientos y monitorear los indicadores propuestos.

- Capuñay Sifuentes (2020), Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora del proceso de fabricación de hilo acrílico en una empresa textil, Título de Ingeniera Industrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú

Esta tesis tuvo como objetivo mejorar el proceso de fabricación de hilo acrílico en una empresa textil aplicando herramientas de Lean Manufacturing. Llegó a las siguientes conclusiones principales:

La estandarización de operaciones en el área de Retorcido aumenta la productividad en 9.89%, equivalente a un incremento de 329.784 kg diarios.

La herramienta VSM identifica Retorcido como área crítica del proceso, con un tiempo de ciclo inicial de 22.67 seg/kg. Por ello las propuestas de mejora se enfocaron en dicha área.

Para llegar a estos resultados, la tesis realizó un diagnóstico del proceso productivo, identificando desperdicios y oportunidades de mejora. Luego se simuló la aplicación de herramientas como estandarización de operaciones, 5S, VSM, entre otras.

Los resultados mostraron beneficios como aumento de productividad, reducción de tiempos de ciclo y mejoras en la eficiencia del proceso. Por ello, la tesis concluye que Lean Manufacturing puede perfeccionar la producción y mejorar la posición de la empresa en el mercado textil.

En conclusión, la implementación de herramientas Lean Manufacturing representa una oportunidad de reducir desperdicios, mejorar eficiencia y productividad, y obtener ventajas competitivas en empresas textiles según evidencia esta investigación. Se recomienda validar los beneficios potenciales y desarrollar un plan de implementación. -

Chávez Mori (2022), Análisis, Diagnóstico Y Propuesta De Mejora En Las Áreas De Tintorería Y Acabados De Una Empresa Textil Aplicando Herramientas De Lean Manufacturing, Título de Ingeniera Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima-Perú

Esta tesis planteó como objetivo la propuesta de aplicación de herramientas Lean Manufacturing (5S, Kaizen, Jidoka, Andon, SMED) para resolver problemáticas detectadas en el diagnóstico de las áreas operativas de una empresa textil. Llegó a la siguiente conclusión principal:

Las mejoras propuestas incrementan la producción en 84 toneladas anuales y reducen los defectos en 54%. Además, mejoran el orden en planta, disminuyen tiempos muertos, aumentan la eficiencia y reducen costos. En tintorería los reprocesos disminuyeron 3%. Financieramente, se obtuvo un VAN de S/ 267,497 y TIR de 36%, resultando la propuesta rentable y viable.

Para llegar a estos resultados, la tesis realizó un diagnóstico de los procesos identificando desperdicios y oportunidades de mejora. Luego se simuló la implementación de las herramientas mencionadas, calculando los beneficios esperados.

Los resultados evidencian impactos positivos en productividad, reducción de defectos, eficiencia de procesos y rentabilidad del proyecto. Por ello, la tesis concluye que Lean Manufacturing mejora los procesos textiles tanto operativa como financieramente. En conclusión, la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing representa una oportunidad de incrementar productividad, reducir desperdicios y mejorar rentabilidad en empresas textiles, según lo demuestra esta investigación. Se recomienda desarrollar un plan de implementación considerando los beneficios demostrados.

2.2.2 Antecedentes internacionales

- Leonardo Beriguet y Tejada Rodríguez (2018), Impacto del Lean Manufacturing sobre la Eliminación de Desperdicios en los Procesos de Producción en las Empresas Textiles de Zonas Francas en República Dominicana, Licenciada en Contabilidad y Auditoría, Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, Santo Domingo-República Dominicana. Esta tesis planteó como objetivo analizar el impacto de Lean Manufacturing en la eliminación de desperdicios en procesos de producción textil en zonas francas de República Dominicana. Llegó a las siguientes conclusiones:

Los procesos deben manejarse considerando: enfocarse en ganancias y no en resultados, metas a corto plazo, reenfocar el trabajo en equipo y trabajar con el proceso, no los resultados.

La implementación de Lean Manufacturing en empresas textiles puede generar beneficios como:

Reducción de costos al eliminar desperdicios.

Mejora de calidad al perfeccionar procesos y reducir errores.

Aumento de eficiencia al eliminar desperdicios y mejorar procesos continuamente.

Reducción de tiempo de entrega al mejorar eficiencia y eliminar desperdicios.

Para llegar a estas conclusiones, la tesis analizó el impacto potencial de herramientas Lean como 5S, Kaizen, Kanban, TPM y SMED en una muestra de empresas textiles.

Los resultados evidencian que la eliminación de desperdicios a través de Lean Manufacturing puede generar mejoras significativas en costos, calidad, eficiencia y velocidad de entrega en este sector industrial. Por ello, se recomienda su implementación enfocada en la mejora de procesos y no sólo en resultados.

En conclusión, Lean Manufacturing representa una oportunidad para que las empresas textiles de zonas francas en República Dominicana mejoren su competitividad, según lo demuestra esta investigación. Se sugiere desarrollar un plan piloto en una empresa para validar los beneficios.

- Ortiz Guerrero (2018), Modelo de implementación del sistema de manufactura esbelta para la optimización de los procesos de producción textil, Magíster en Gestión de Operaciones, Universidad Técnica de Ambato,-Ambato-Ecuador

Esta tesis planteó como objetivo optimizar los procesos de producción textil mediante un modelo de implementación de Lean Manufacturing. Utilizó un enfoque cuantitativo para reflejar la optimización a través de la eliminación de desperdicios. Llegó a la siguiente conclusión principal:

La implementación de Lean Manufacturing optimizó los procesos de confección textil, reduciendo el tiempo de ciclo de fabricación por prenda en 15,52%, mediante la eliminación de actividades sin valor agregado.

Para llegar a este resultado, la tesis elaboró una propuesta de implementación de herramientas Lean como 5S, SMED, estandarización de operaciones, flujo continuo, entre otras. Esto se aplicó en un caso de estudio, midiendo los tiempos de ciclo antes y después. Los resultados evidencian beneficios como la reducción de tiempos de producción, inventarios y movimientos innecesarios, incrementando la eficiencia. Por ello, la tesis propone una guía metodológica para implementar Lean Manufacturing y lograr flujo continuo de producción, optimizando recursos y tiempos de fabricación.

En conclusión, la implementación de Lean Manufacturing representa una oportunidad para optimizar procesos textiles, incrementar eficiencia y satisfacción del cliente, según lo demuestra esta investigación. Se recomienda desarrollar un plan piloto de implementación utilizando la guía propuesta para validar los beneficios.

2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

2.3.1 Lean Manufacturing

Según Lázala (2011), “consiste en una metodología de gestión que se enfoca en la disminución de los ocho tipos de desperdicios: tiempo de espera, exceso de procesado, sobreproducción, transporte, defectos, movimiento e inventario, condiciones humanas subutilizadas en productos fabricados”.

Así mismo, Lázala señala que:

Una vez eliminado el despilfarro, la condición de la calidad aumenta y el período de fabricación y coste, disminuyen. Las herramientas de “lean” (en inglés, “sin grasa” o “ágil”) incorporan diversos procedimientos ininterrumpidos de análisis Kaizen, producción “pull” (metodología Kanban), y componentes y procesos “a prueba de fallos” (Poka Yoke). (Lázala, N, 2011).

Se entiende que “Lean Manufacturing” es considerado una actividad ininterrumpida e incansable para organizaciones más eficientes, innovadoras y efectivas. La principal característica de Lean Manufacturing reside en identificar constantemente los puntos a mejorar que tiene toda empresa, ya que siempre habrá desperdicios que podrían ser excluidos. Esto ayuda a crear un estilo de vida en el que se podrá reconocer los desperdicios existentes y será un desafío para los que estén dispuestos a hallarlos y eliminarlos. (Socconini, L, 2019).

Figura 10:

Beneficios del Lean



Nota. Elaboracion propia

Para Rodríguez (2009), los aspectos más importantes post implementación de Lean Manufacturing son la reducción de costos, la mejora de los procesos y la eliminación de los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad. Esta metodología proporciona herramientas a las empresas para sobrevivir en un mercado global que exige la más alta calidad, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida. (Ver figura 10)

El concepto de pensamiento lea es crucial en la creación de una estrategia de producción eficiente que requiere cambios significativos en la forma en que el personal trabaja. Este enfoque fue descubierto por los japoneses como un sistema de relaciones humanas. El pensamiento lea se basa en cinco principios clave. (ver tabla 03).

Tabla 03

Programa de Implementación de Eventos Kaizen

Principios	Descripción
Define el Valor desde el punto de vista del cliente	La mayoría de los clientes quieren comprar una solución, no un producto o servicio.
Identifica tu corriente de valor	Eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son inevitables y otros son eliminados inmediatamente.
Crea Flujo	Haz que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor.
Produzca el "Jale" del Cliente	Una vez hecho el flujo, serán capaces de producir por órdenes de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de ventas a largo plazo.
Persiga la perfección	Una vez que una empresa consigue los primeros cuatro pasos, se vuelve claro para aquellos que están involucrados, que añadir eficiencia siempre es posible.

Nota. Creación del autor, basado en Black y Hunter (2003).

Según Socconini (2019), las empresas que implementaron el Lean Manufacturing y que lograron cambios tuvieron una combinación exitosa de esfuerzos (ver figura 11).

Figura 11:

Esfuerzos para lograr cambios con el Lean Manufacturing



Nota: Lean Manufacturing. Paso a Paso

Ante la ausencia de algunos de esos esfuerzos es probable que los cambios implementados duren poco o no tengan efectos a largo plazo. Sin liderazgo ni visión habrá incertidumbre frente a los nuevos retos y desafíos; sin motivación, se tardará en lograr los cambios esperados; sin conocimientos ni habilidades habrá dificultades en implementar el Lean Manufacturing y eso genera frustración al tener todas las herramientas sin saber qué hacer. Sin Planes ni seguimiento, se darían pasos en falso respecto a las implementaciones y el programa de mejora quedarían en el olvido al no tener un plan ni seguimientos en concreto. Sin una mentalidad ganadora, no se tendría pensamientos a futuro respecto al programa de implementación de Lean Manufacturing antes de iniciar la implementación.

2.3.2 SMED

Shigeo Shingo (1983), en su libro "A Revolution in Manufacturing: The SMED System", relata que el origen de la metodología SMED se basa en un estudio de eficiencia que se realizó en Hiroshima, 1950, en la planta "Toyo Kogyo's Mazda", donde se fabricaban vehículos de tres ruedas y en el proceso de manufactura, se utilizaban prensas de 820, 770 y 355 toneladas métricas, todas trabajando muy por debajo de su capacidad instalada, por lo que el dueño de la empresa definió esa situación problemática. Fue por esa razón por lo que se puso en contacto con el famoso ingeniero mecánico, Shigeo Shingo. SMED es una herramienta de teoría y técnicas que está diseñada para realizar operaciones de cambio en un tiempo de menos de 10 minutos. Este sistema nació de la necesidad de lograr la producción de Just In Time (JIT) para disminuir los tiempos de preparación de las máquinas haciendo lotes de menor tamaño.

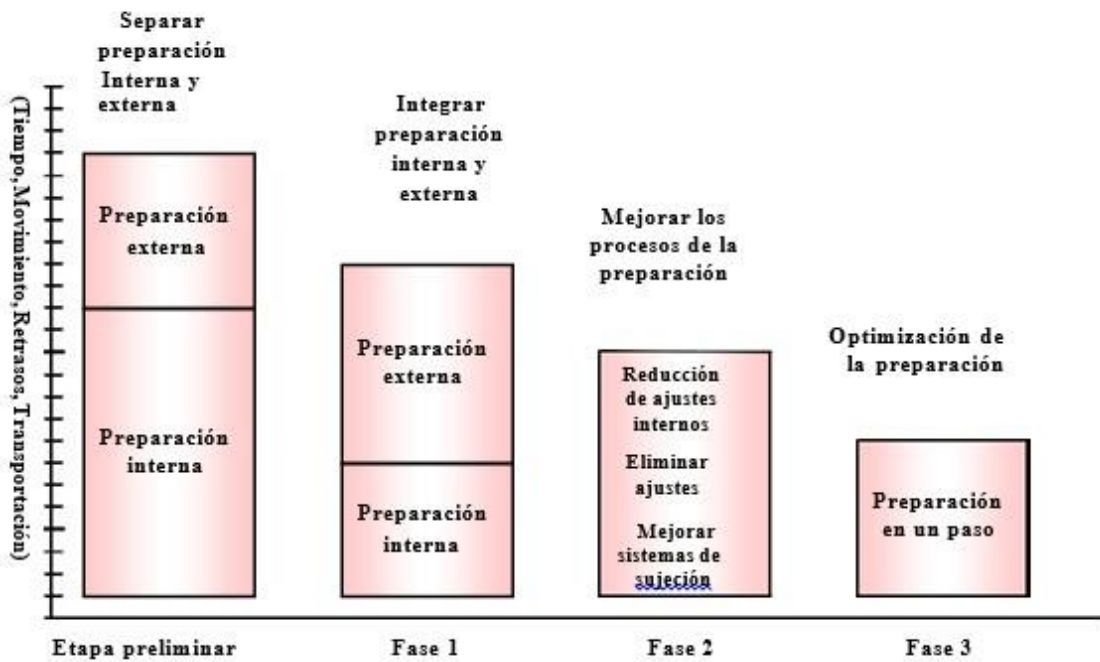
Esta táctica permite minimizar los períodos inactivos de las máquinas y el tiempo requerido para cambiar de herramientas y de un tipo de producción a otro. Entre las ventajas proporcionadas se encuentran la fabricación en lotes reducidos, la reducción de inventario, el procesamiento de productos de buena calidad, el ahorro de costos, el acortamiento de plazos de entrega, el aumento de la competitividad, tiempos de cambio confiables y una distribución de carga más equilibrada en la producción diaria.

La reducción en el tiempo de producción beneficia a las empresas al proporcionarles una ventaja competitiva no solo al reducir los costos, sino también al aumentar su capacidad de adaptación a los cambios en la demanda. Además, al permitir la producción de pequeños lotes, mejora la calidad al evitar la ocultación de problemas de fabricación causados por el almacenamiento innecesario de inventario.

Por otro lado, la herramienta SMED se enfoca en diversos objetivos, tales como la producción de pequeños lotes, la eliminación de la fórmula de lote económico, la fabricación diaria de cada pieza y el logro del tamaño de lote igual a uno, con el propósito de garantizar la calidad en la producción. SMED, junto con el proceso de mejora continua, busca eliminar los desperdicios en la producción, y para ello, se divide en cuatro fases para su implementación. (figura 12):

Figura 12:

Fases para la reducción del modelo SMED



Nota. Shingo (1985)

La metodología SMED tiene sus orígenes en los estudios de eficiencia realizados por Shigeo Shingo en la década de 1950, como usted lo mencionó inicialmente. Desde entonces, diversos autores e investigadores han explorado y expandido este concepto. McIntosh et al. (2000) realizaron una revisión extensiva de la literatura sobre SMED y concluyeron que existe una fuerte evidencia que soporta los beneficios de su implementación, incluyendo reducciones significativas en los tiempos de preparación, mayor productividad, menor inventario y una mejora general de indicadores clave de desempeño.

Por su parte, Cakmakci (2009) estudió los factores críticos para el éxito de la implementación de SMED, determinando que el compromiso gerencial, la capacitación

adecuada de los trabajadores y la estandarización de procesos son elementos indispensables para obtener resultados positivos.

En otra investigación, Cakmakci y Karasu (2007) desarrollaron una metodología sistemática de 8 pasos para la implementación de SMED, la cual involucra técnicas como el análisis de video, lluvia de ideas y elaboración de procedimientos estándar. Los resultados de aplicar esta metodología en una empresa manufacturera mostraron reducciones de 57% en los tiempos de cambio.

Por su parte, Moxham y Greatbanks (2001) propusieron un modelo de preparación rápida de herramientas basado en los conceptos de SMED, logrando disminuciones de hasta 50% en los tiempos de cambio en una planta procesadora de alimentos.

Finalmente, un estudio de Sharma et al. (2006) sobre la aplicación de SMED en empresas de autopartes en la India comprobó beneficios tangibles como un incremento del 26% en la productividad, reducción de inventarios de materias primas y productos en proceso de 74% y 69%, respectivamente, y disminución de los tiempos de entrega de productos en un 57%.

Fases de implementación de SMED

Como se mencionó anteriormente, la implementación de SMED involucra cinco fases principales (Shingo, 1985):

1. Identificación de tareas internas y externas
2. Convertir tareas internas a externas
3. Convertir tareas internas en paralelas
4. Perfeccionar todas las operaciones
5. Formación y disciplina

Para cada una de estas fases se profundiza en técnicas y ejemplos de aplicación en procesos reales. Seguidamente, se presenta un estudio de caso de 5-6 páginas sobre la implementación exitosa de SMED en una empresa manufacturera, describiendo la situación inicial, el proceso de ejecución y los resultados tangibles obtenidos. Luego se analizan en detalle los factores críticos para el éxito sostenible de SMED: compromiso gerencial, capacitación, estandarización, trabajo en equipo, enfoque sistémico, disciplina y seguimiento. (Ver figura 13)

Figura 13:
Etapas y acción del SMED



Nota. INGM

Impacto financiero de la implementación de SMED

Más allá de los beneficios operacionales, la implementación de SMED representa una oportunidad para obtener mejoras sustanciales en los indicadores financieros de una empresa manufacturera (Sharma et al., 2006). Entre los impactos positivos más significativos se encuentran:

- Reducción de costos: al disminuir tiempos improductivos, se minimizan costos laborales y de operación de maquinaria. Menores inventarios reducen costos de almacenaje y riesgo de obsolescencia.
- Aumento de ingresos: la mayor disponibilidad de maquinaria permite incrementar la producción y ventas. Cambios rápidos posibilitan una mejor adaptación a la demanda.
- Mayor retorno sobre activos (ROA): los activos fijos como maquinaria y equipos

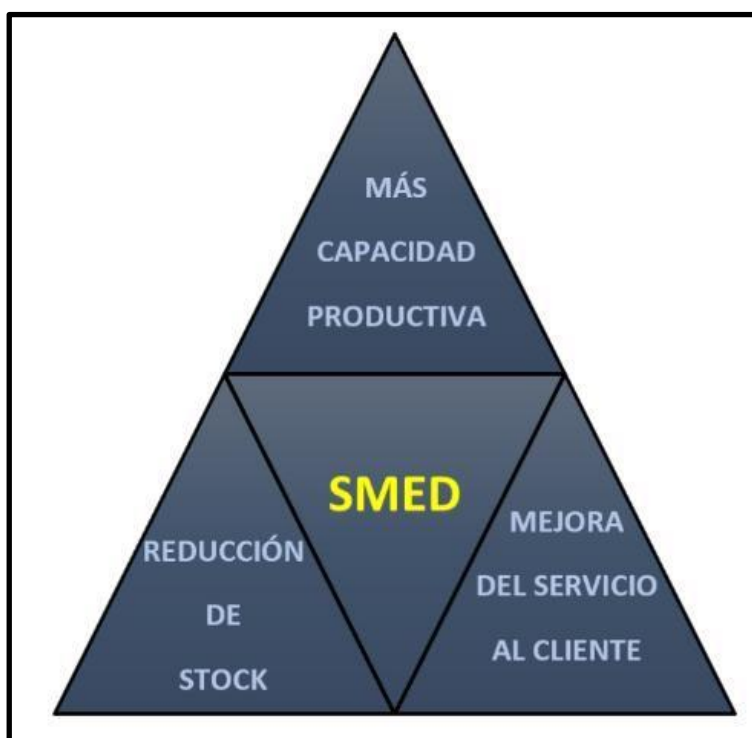
se aprovechan de manera más intensiva al reducir tiempos muertos.

- Incremento en flujo de caja: menor inversión en inventarios y procesos más eficientes liberan efectivo.
- Reducción de riesgos: los niveles bajos de inventario minimizan pérdidas por productos defectuosos o dañados. (Ver figura 14)

Para evaluar la factibilidad económica de un proyecto SMED se recomienda utilizar indicadores como el valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR), y relación costo-beneficio. El seguimiento cercano a estos indicadores permite cuantificar los ahorros generados y el retorno de la inversión en actividades de implementación.

Figura 14:

Fases para la reducción del modelo SMED

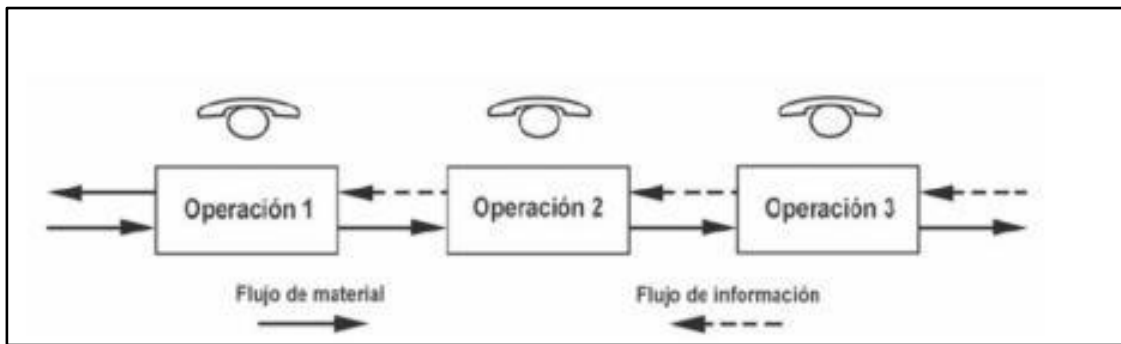


Nota. IPEA (Instituto de Productividad Empresarial Aplicada)

2.3.3 Flujo Continuo

En un sistema de producción es importante que los procesos fluyan suave y continuamente, de esta manera se eliminan despilfarros como, el tiempo ocioso, sobre stock, entre otros (Rajadell, 2010). según figura 15.

Figura 15:
Flujo continuo



Nota. Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad (Rajadell, 2010)

El concepto de "flujo continuo" se origina en el campo de la producción y gestión de operaciones, especialmente en el sistema de producción de Toyota, conocido como Toyota Production System (TPS) o Lean Manufacturing. El flujo continuo es una filosofía y estrategia de gestión que maximiza la eficiencia y elimina el desperdicio en el proceso de producción.

El flujo continuo se basa en una serie de conceptos y principios fundamentales, que incluyen:

- ❖ Residuos y mejora continua: el flujo continuo se centra en la eliminación de todo tipo de residuos en el proceso de producción. El desperdicio puede incluir tiempo de espera, inventario innecesario, movimientos innecesarios, errores, sobreproducción y más. Buscando constantemente formas de mejorar y optimizar los procesos para reducir o eliminar este desperdicio.
- ❖ Valor y flujo de valor: un flujo continuo centrado en agregar valor al cliente final. El valor se define como cualquier acción o proceso por el cual un cliente está dispuesto a pagar. Un flujo de valor es el conjunto de actividades realizadas para crear un producto o servicio desde el inicio hasta su entrega final al cliente. Busca eliminar cualquier cosa que no agregue valor al flujo de trabajo.
- ❖ Justo a tiempo: Flujo continuo basado en el principio de producción justo a tiempo, es decir, producir solo lo que se necesita, en la cantidad requerida y en el tiempo requerido. Esto reduce el inventario y minimiza los costos asociados con el almacenamiento y la gestión del inventario.
- ❖ Takt Time: El Takt Time es la velocidad requerida para producir un producto y satisfacer la demanda del cliente. Se obtiene al dividir el tiempo disponible para la

producción por la demanda del cliente. El objetivo principal es establecer un ritmo de producción constante y fluido que permita la fabricación de productos sin interrupciones

❖ Diagramas de trabajo y diseño de flujo: en lugar de organizar la producción a lo largo de las líneas de ensamblaje tradicionales, el flujo continuo promueve la formación de células de trabajo o grupos multifuncionales. Estas células reúnen a los empleados y las máquinas necesarias para realizar una variedad de tareas relacionadas. El diseño de flujo es la organización de celdas de trabajo y equipos para que el flujo de un producto o servicio sea fluido y continuo.

❖ Flexibilidad y versatilidad: el flujo continuo promueve la flexibilidad y versatilidad de los empleados. Esto implica capacitar a trabajadores que puedan realizar múltiples tareas y asumir diferentes roles en el proceso de producción. La flexibilidad permite adaptarse a las necesidades cambiantes y optimizar el flujo de trabajo.

❖ Calidad Total: El flujo continuo busca conseguir una calidad total en todo lo relacionado con el proceso de producción. Su enfoque se centra en identificar y evitar errores antes de que estos se presenten al final de la línea de producción. Para ello, emplea herramientas como el control estadístico de procesos, mantenimiento preventivo y mejora.

Implementación del flujo continuo

La implementación efectiva de un sistema de flujo continuo requiere cambios tanto en la estrategia como en la ejecución dentro de una empresa u organización. Algunos pasos clave para lograrlo son:

- Revisión del proceso actual: Mapear en detalle el estado actual de los procesos productivos mediante el uso de diagramas de flujo de valor. Identificar todas las fuentes de desperdicio y actividades que no agregan valor.
- Análisis de la demanda: Entender en profundidad los requerimientos y expectativas de los clientes. Definir los takt times basados en los volúmenes y mix de demanda reales.
- Reorganización de layout: Redistribuir físicamente las estaciones de trabajo, maquinaria y flujos de materiales en celdas de manufactura. Crear flujos simples y directos.
- Estandarización: Documentar procedimientos para cada proceso, incluyendo secuencias, instrucciones visuales y tiempos estandarizados.

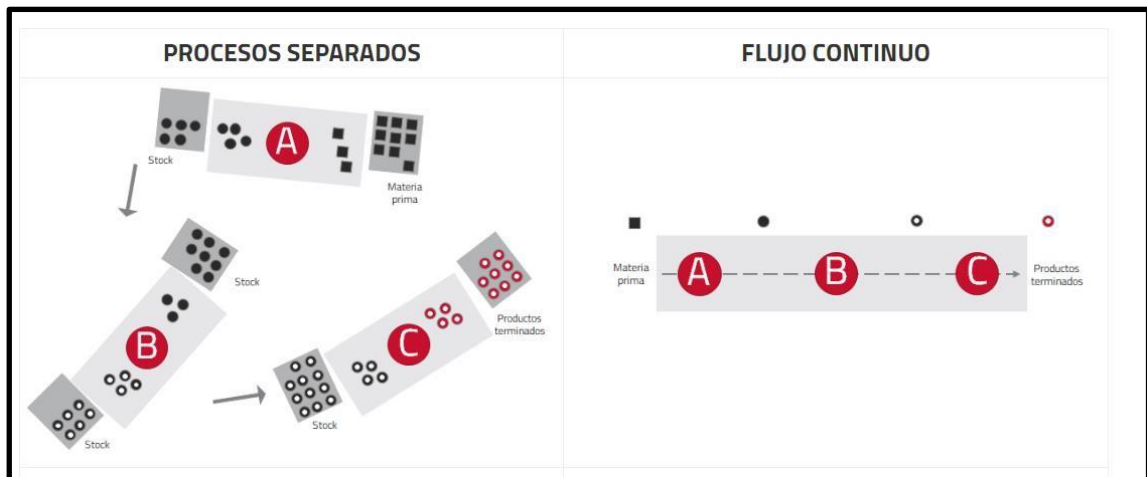
- Capacitación cruzada: Entrenar a los trabajadores para ejecutar múltiples tareas dentro de cada celda. Dotarlos de habilidades amplias.
- Producción nivelada: Nivelar la producción diaria y semanal basada en el takt time para evitar sobreproducción o escasez.
- Sistemas Pull: Implementar sistemas pull mediante Kanban u otros mecanismos para que cada proceso produzca lo que el cliente interno necesita, cuando lo necesita.
- Mejora continua: Establecer mecanismos para recoger retroalimentación de los trabajadores e identificar áreas de mejora en el flujo continuo. Incorporar Kaizen diario.

Beneficios del flujo continuo

La transición hacia un sistema de flujo continuo genera múltiples beneficios (Ver figura 16), entre los cuales se encuentran:

- Reducción del tiempo de ciclo total gracias a la eliminación de desperdicios y reprocesos.
- Mejor nivel de servicio al cliente al responder rápidamente a sus demandas específicas.
- Menores costos de producción mediante la disminución de inventarios en proceso, transporte, movimientos, etc.
- Mayor calidad de los productos al identificar y corregir errores de manera temprana.
- Incremento de la productividad laboral por una estandarización y balanceo efectivo de las operaciones.
- Trabajadores más motivados y polivalentes gracias a la capacitación cruzada y el trabajo en células.
- Mayor flexibilidad en la mezcla y volúmenes de producción.
- Indicadores de eficiencia mejorados como el porcentaje de valor agregado y la eficiencia global de los equipos.

Figura 16:
Beneficio del flujo continuo



Nota. Blog Toyota

Flujo continuo en servicios

Aunque se originó en el sector manufacturero, los principios del flujo continuo también se pueden aplicar a organizaciones de servicios con algunas adaptaciones:

Enfoque en el flujo de información y eliminación de retrasos o reprocesos.

Organización del trabajo en equipos multifuncionales en vez de por departamentos aislados.

Definición de los procesos clave que agregan valor desde la perspectiva del cliente.

Medición y mejora de los tiempos de ciclo para actividades críticas.

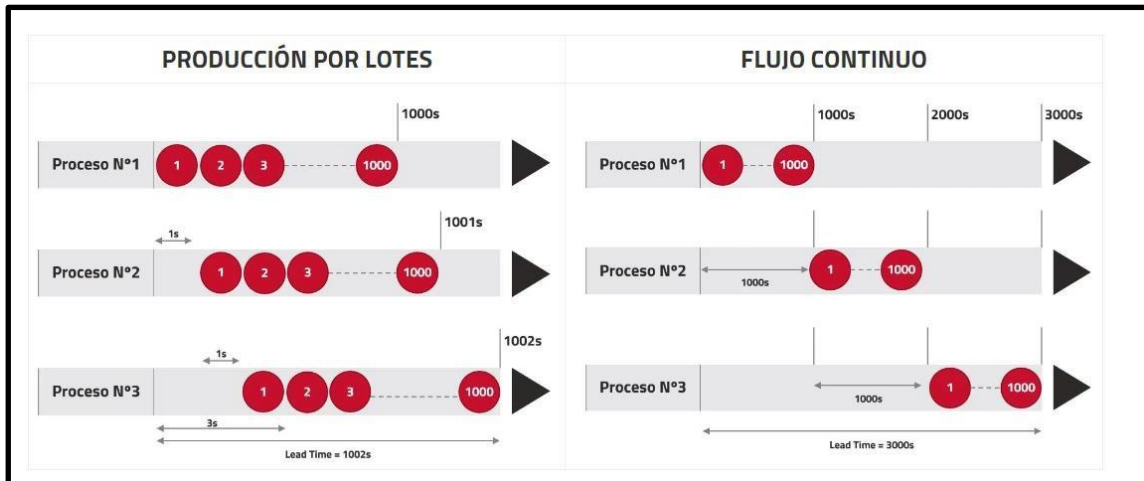
Estandarización de protocolos de servicio mediante guías e instructivos visuales.

Capacitación cruzada entre roles para dotar de mayor flexibilidad.

Sistemas pull mediante citas, programaciones y requerimientos de servicio.

Enfoque en calidad de servicio a través de retroalimentación y encuestas a clientes. (Ver figura 17)

Figura 17:
Flujo continuo



Nota. blog Toyota

Casos de éxito

Empresas como Toyota, Dell, Southwest Airlines y Walmart son ejemplos conocidos de implementación exitosa de flujo continuo, logrando ventajas competitivas en sus respectivas industrias.

Otros casos documentados en la literatura incluyen reducciones del lead time de 8 días a 1.5 horas en una planta de General Electric, y ahorros de \$3.2 millones de dólares en una planta de Caterpillar gracias a la implementación de flujo continuo (Abdulmalek y Rajgopal, 2007).

En el sector de servicios, Kaiser Permanente aplicó flujo continuo en sus procesos administrativos y logró reducir el tiempo de admisión de pacientes de 90 minutos a solo 15 minutos (Spear, 2005).

2.3.4 Teñido de Hilos

El teñido es una etapa fundamental dentro de la cadena de producción textil, que le confiere color a las fibras previamente hiladas mediante la aplicación controlada de colorantes solubles. Es un proceso complejo que influye de manera determinante en la apariencia, solidez y características finales del hilo (Choudhury, 2014).

Fundamentos químicos

El teñido de materiales textiles se fundamenta en interacciones físicas y químicas entre los colorantes y las fibras que componen los hilos. La naturaleza de estas interacciones depende de la clase de colorante y tipo de fibra (Tortora & Collier, 1997):

- Colorantes reactivos: Reaccionan químicamente con grupos hidroxilo en fibras celulósicas para formar enlaces covalentes muy resistentes.

- Colorantes directos: Se fijan por fuerzas físicas de van der Waals y puentes de hidrógeno. Tienen afinidad por la celulosa.
- Colorantes azufre: Reaccionan con cadenas peptídicas en fibras proteicas como lana y seda.
- Colorantes dispersos: Se depositan físicamente sobre fibras sintéticas. Requieren altas temperaturas.

Cada clase de colorante presenta una estructura química específica que determina su solubilidad y forma de interactuar con las fibras textiles para conferirles color de manera uniforme y con buena solidez.

Variables del proceso

Las variables que influyen en la efectividad y reproducibilidad del teñido incluyen (Peters, 1961):

- Temperatura: Afecta cinética de disolución, difusión y agotamiento. Generalmente entre 60°C y 130°C.
- pH: Determina el grado de ionización del colorante y debe controlarse precisamente.
- Concentración del colorante: Influye en la saturación de la fibra. El exceso causa problemas.
- Relación de baño: Proporción de hilo versus solución de teñido. Los valores de 1:5 hasta 1:20 son comunes.
- Tiempo: Permite la difusión y agotamiento completo del colorante. Depende del tipo de máquina.
- Dispersantes y auxiliares: Mejoran solubilidad, nivelación y agotamiento de colorante.
- Velocidad de circulación: En máquinas con flujo forzado, impacta transporte de colorante y temperatura.

Tipos de máquinas de teñido

Existen diversos equipos industriales para teñir hilos, con diferencias en sus principios de operación (Choudhury, 2014):

- En cuerda: Permite flexibilidad en lotes, pero es mano de obra intensiva. Relación de baño alta.
- En rastras o haces: Más automatizado y productivo. Menor relación de baño. Difícil para hilos delicados.

- En rollos: Solo para hilos continuos de filamentos. Muy eficiente, pero con volúmenes grandes.
- Jigger: Permite teñido por lotes de bobinas montadas en estructuras tubulares rotatorias. Fácil muestreo y flexibilidad.
- Jet: Utiliza bomba de presión para circular el baño de teñido a alta velocidad. Rapidez y uniformidad.

Importancia del control de calidad

Un estricto control de calidad durante cada etapa del teñido es indispensable para garantizar reproducibilidad y evitar defectos:

- Medición de temperatura, pH y flujos en puntos críticos.
- Monitoreo de concentración de colorante mediante espectrofotometría.
- Validación de formulaciones y procedimientos estandarizados.
- Verificación visual y medición instrumental del color.
- Pruebas de solidez al lavado, luz, roce, y otras.
- Análisis de defectos y su corrección.
- Trazabilidad de materias primas, procesos y producto final.
- Documentación completa para certificación.

El cumplimiento estricto de normas internacionales como ISO y sistemas de aseguramiento de calidad son indispensables para un óptimo teñido de hilos.

Aspectos ambientales

Al tratarse de un proceso químico, el teñido textil genera diversos impactos ambientales adversos (Rivera-Utrilla et al., 2003):

- Grandes volúmenes de efluentes coloreados.
- Presencia de metales pesados en colorantes reactivos y azufre.
- Alto consumo de agua, vapor, electricidad.
- Emisiones a la atmósfera de solventes orgánicos volátiles.
- Las principales estrategias de prevención de la contaminación incluyen:
- Optimizar formulaciones para mejorar el agotamiento de colorante.
- Recuperación y reúso de baños de teñido residuales.
- Tratamiento de efluentes mediante adsorción, oxidación, reducción, etc.
- Uso de colorantes libres de metales pesados.
- Estandarización de procesos para minimizar errores y mermas.
- Recuperación de calor residual.
- Buenas prácticas de producción más limpia.

El teñido de hilos, optimizado bajo criterios de sustentabilidad, permite obtener productos textiles de alta calidad minimizando el impacto ambiental asociado.

2.3.5 Parafinado de Hilos

El parafinado se realiza en los hilos destinados a género de punto mediante la aplicación de parafina sólida (ver figura 18) por rozamiento con el hilo. El tipo de parafina a utilizar debe ser adecuada para el tipo de hilo, y para las condiciones climáticas (temperatura y humedad), de la sala de bobinado.

En la tejeduría de género de punto es conveniente que el coeficiente de fricción fibra-metal sea lo más bajo posible, con el fin de evitar roturas del hilo al pasar en contacto con las agujas. La parafina depositada en el hilo va a cumplir esta función suavizante y de disminución de dicha fricción.

Figura 18:

Parafina para hilos



Nota. Instituto Tecnológico Textil (AITEX) de España

Para que el hilo, crudo o teñido, pueda ser utilizado, debe cumplir con los siguientes parámetros:

- **Numeración de los hilos:**

La utilización de los hilos, tras su hilatura e incluso en el mismo proceso de hilatura, exige la designación de los productos del proceso como son cinta, mecha e hilo de alguna forma que indique su grosor o diámetro. Pero, así como en otros elementos cilíndricos esta dimensión se puede conocer con un calibrador o pie de rey, en los hilos no puede conseguirse de esta forma por ser blandos y deformables. Se ha tenido que recurrir a la

búsqueda de la relación existente entre la longitud y el peso, siendo ésta la masa lineal más conocida como el número o título del hilo.

- SISTEMA DIRECTO. Su longitud es constante y cuanto mayor es el grosor del hilo mayor es el título del mismo.
- SISTEMA INVERSO. De peso constante y a mayor grosor del hilo corresponde menor número.

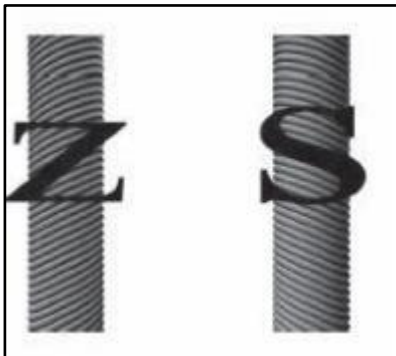
Torsión de los hilos:

Según Solé (2012), torcer es enrollar en hélice las fibras de las mechas o de los hilos, cuando nos referimos a hilatura de anillos. Las fibras se sitúan helicoidalmente alrededor del eje del hilo. La torsión da consistencia (o resistencia) al hilo al aumentar el roce entre las fibras, evitando su deslizamiento. (Ver figura 19) La torsión influye sobre los hilos en:

- La resistencia.
- La elasticidad.
- La suavidad y flexibilidad.
- La forma de la sección.
- La regularidad.

Figura 19:

Tipos de torsión en hilos



Nota. Instituto Tecnológico Textil (AITEK) de España **Resistencia de los hilos:**

Según Solé (2012), actualmente es necesario que los hilos tengan una resistencia adecuada a la rotura por tracción y una elasticidad también adecuada, para soportar el proceso de tejeduría.

En definitiva, los esfuerzos a los que están sometidos los hilos, deben estar por debajo del trabajo de rotura de los mismos.

Los factores que influyen en la resistencia y el alargamiento de los hilos son:

- Intensidad de torsión.
- Fibras por sección (título del hilo).
- Finura de las fibras.
- Longitud de las fibras.
- Clase y estructura superficial de las fibras.

2.3.6 Preparación de máquinas para el teñido de hilos

La preparación adecuada de la maquinaria de teñido es un paso crucial antes de iniciar la producción de cada lote, que garantiza la calidad y reproducibilidad del proceso. Requiere de una serie de operaciones estandarizadas y secuenciadas apropiadamente.

Objetivo:

El objetivo principal de preparar las máquinas tintoreras es acondicionar todos los componentes, accesorios, sustancias químicas y parámetros requeridos para obtener las características deseadas en el producto durante el nuevo ciclo de teñido (Shingo, 1985). Una preparación óptima minimiza tiempos de inactividad entre lotes sucesivos y previene defectos asociados a una configuración incorrecta de los equipos.

Actividades realizadas:

Las principales operaciones involucradas en la preparación de máquinas para teñido son (Haque, 2021):

- Limpieza de tanques, tuberías y accesorios: mediante enjuague, soplado y cepillado según sea necesario.
- Revisión y sustitución si es necesario de piezas o partes desgastadas: empaques, gomas, filtros, boquillas, etc.
- Montaje de accesorios específicos requeridos para el lote por teñir: ejemplo, canastillas para teñido de haces de hilo.
- Preparación y dosificación de las formulaciones químicas de colorantes, auxiliares y productos especiales.
- Ajuste y programación de parámetros como temperaturas, flujos, pH y otros en el sistema de control.
- Carga de los hilos o material textil a teñir según la referencia.

- Pruebas y ajustes iniciales para validar que las especificaciones requeridas se cumplan.

Estandarización:

Resulta indispensable estandarizar tanto la secuencia de operaciones de preparación como los procedimientos para realizar cada una, mediante la creación de protocolos e instrucciones de trabajo visuales (Jadhav et al., 2020).

Esto elimina variabilidad entre operarios y turnos, y facilita la detección temprana de anomalías. También reduce la necesidad de supervisión directa.

Mejora continua:

A través de metodologías como el Lean Manufacturing, se busca reducir progresivamente los tiempos de preparación eliminando operaciones que no agregan valor, simplificando procesos y mejorando la organización de las áreas de teñido.

Herramientas como el SMED son especialmente útiles para minimizar las actividades realizadas con las máquinas detenidas (Shingo, 1985). Los tiempos estándar deben actualizarse periódicamente.

Seguridad e higiene:

Al trabajar con sustancias químicas es indispensable el uso de equipos de protección personal y controles de ingeniería para evitar accidentes y enfermedades ocupacionales. El área de preparación de teñido debe mantenerse limpia y ordenada en todo momento para prevenir incidentes. Una cultura preventiva mejora el desempeño.

Una adecuada preparación de las máquinas tintóreas, estandarizada y optimizada, repercute directamente en una mayor eficiencia, calidad y seguridad del proceso de teñido de hilos.

2.4 Definición de términos básicos

- Gráfico de Pareto:

Según González (2012), este diagrama es también llamado como ley del ABC, o la regla del 80 – 20 (el 80% del impacto es por causa del 20% de los factores). Se representa mediante un gráfico de barras en donde los factores se ordenan de mayor a menor en los ejes y muestra el porcentaje acumulado mediante una curva en la gráfica.

- Diagrama de efecto - Causa: Bonilla (2010) sostiene que es un esquema donde se señalan las causas de un problema en cada espina de pescado, lo cual ayudará a que los equipos de mejora lleven un análisis. El efecto se sitúa en la parte media del esqueleto, además las causas pueden tener una o varias sub-causa.
- Despilfarro: Actividades que consumen recursos, tiempo y espacio, pero no generan valor al cliente (Rajadell, 2010).

- Calidad: Grado en el que las características de un producto o servicio cumple con las especificaciones del cliente (ISO 9000, 2015).
- Tiempos de preparación de máquina: Abarca el tiempo desde el momento que se elabora la última pieza del producto hasta que se produce la primera pieza del producto siguiente (Progressa, 2017).

- Mejora Continua

Es un proceso gradual de nunca acabar, para llevar la calidad y productividad a su nivel más alto en todo momento, con el fin de satisfacer plenamente las necesidades y expectativas de los clientes (Deming, 1982)

- Metodología

Es la ciencia que estudia sobre los métodos, es decir, los procedimientos prácticos, a través de los cuales se adquieren conocimientos científicos. Es un proceso riguroso que implica la elección de métodos y técnicas adecuados para recolectar y analizar datos, y luego sacar conclusiones a partir de ellos (Sampieri, 2014)

- Desperdicios:

Es cualquier actividad que le agrega costo al producto sin agregarle valor. Es aquello que el cliente no está dispuesto a pagar. Algunos ejemplos de desperdicio son: sobreproducción, esperas, transporte innecesario, procesos innecesarios, inventario excesivo, movimiento innecesario, reparación de defectos, y uso inadecuado de habilidades (Ohno, 1988)

- Materia prima:

Caballero (2015), sostuvo que:
 “Las materias primas son el primer eslabón de una cadena de fabricación, y en las distintas fases del proceso se irán transformando hasta convertirse en un producto apto para el consumo”.

- Tiempos muertos:

Según Summers (2006), los tiempos muertos son todo aquel proceso tardío que genera sobrecostos en las operaciones e inventario de la empresa. Asimismo, asegura que las organizaciones deben enfocarse en la reducción de estos, ya que esta actividad es tan importante como el de mejorar la calidad de un servicio o producto de la empresa.

2.5 Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis

La siguiente información muestra las bases teóricas que se emplean en la resolución de problemas particulares, tal como se puede apreciar en la Figura 20.

Figura 20:

Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis



Nota. Elaboración propia

2.6 Hipótesis

2.6.1 Hipótesis General

Si se implementa Lean Manufacturing, entonces se podrá reducir el tiempo de proceso de teñido de los hilos en una empresa textil

2.6.2 Hipótesis específicas

- Si se implementa la técnica SMED, entonces se disminuirá el tiempo de preparación de la máquina de teñido
- Si se implementa el flujo continuo, entonces se reducirá el tiempo muerto por espera de material para teñido
- Si se implementa el Flujo continuo, entonces se reducirá el tiempo muerto por espera de material para parafinado

2.7 Variables

✓ Independiente

- Lean Manufacturing
- SMED

- Flujo continuo

- ✓ **Variables dependientes:**
 - Tiempo de proceso de teñido de hilos
 - Tiempo de preparación de máquina de teñido
 - Tiempo muerto por espera de material para teñido
 - Tiempo muerto por espera de material para parafinado

- ✓ **Indicadores**
 - Tiempo promedio de preparación de máquina
 - Tiempo muerto promedio de espera para teñido
 - Tiempo muerto promedio de espera para parafinado

3 CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque, tipo, alcance y diseño de la investigación

✓ Enfoque de la investigación

El trabajo de investigación es de enfoque cuantitativo porque se recolectarán datos numéricos brindados por la empresa textil mediante su base de datos para las muestras de las variables dependientes específicas.

El enfoque cuantitativo “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Sampieri, 2014, p. 4).

✓ Tipo de la investigación:

La presente investigación es de tipo aplicada porque se utilizarán las bases teóricas del Lean Manufacturing para solucionar los problemas respecto al tiempo de proceso de teñido de hilos de una empresa textil.

La investigación aplicada es “la utilización de los conocimientos en la práctica, para aplicarlos en provecho de los grupos que participan en esos procesos y en la sociedad en general” (Vargas, 2009, p. 159).

✓ Alcance de la investigación:

El alcance de la investigación del presente trabajo es de tipo explicativo, debido a que se busca interpretar, identificar y relacionar la implementación de las estrategias para cada una de las variables independientes, a su vez busca probar las hipótesis causales mediante la aplicación de las teorías y estrategias propuestas.

El método de investigación explicativo “se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables” (Sampieri, 2014, p. 95).

✓ Diseño de la investigación:

El diseño de investigación cuasiexperimental, según Sampieri, se define de la siguiente manera:

Los diseños cuasiexperimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes, sólo que difieren de los experimentos “puros” en el grado de seguridad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos. (pág. 151)

El trabajo de investigación es del tipo de diseño cuasiexperimental porque se observará y analizará los efectos que producen las variables independientes en relación con las variables dependientes.

Para el diseño de la investigación cuasiexperimental, en su modalidad series de tiempo se ha utilizado el siguiente esquema:

GE: O_{a1} O_{a2} O_{a3} X O_{d1} O_{d2} O_{d3}

Donde: **GE:** Grupo de estudio no aleatorio

O_{a1}: Observación 1 antes (pre)

O_{d1}: Observación 1 después (post)

O_n; Observación o resultado de la variable dependiente

X: Aplicación de la variable independiente

GE: O_{a1} O_{a2} O_{a3} ... X O_{d1} O_{d2} O_{d3} ...

3.2 Población y muestra

Población

Según Sampieri (2014): “La población o universo es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones.” (pág. 174)

Muestra

La muestra, según García (1996), se puede definir de la siguiente manera:

La muestra es un subconjunto representativo de una población, seleccionada definiendo dos aspectos básicos, su tamaño o poder y su representatividad. Las razones fundamentales de utilizar una muestra en vez de la población se basan en la mayor accesibilidad, la obtención de resultados rápidos, más baratos, más exactos y menos heterogéneos, por lo que el estudio será más eficiente, pero en contra se pueden cometer errores de muestreo. (pág. 77)

Unidad de análisis de investigación

Según Sampieri (2014), la unidad de análisis es un segmento de contenido textual, auditivo o visual que se analiza para generar categorías. El investigador analiza cada unidad y extrae su significado. De las unidades surgen las categorías, por el método de comparación constante (similitudes y diferencias entre las unidades de significado).

Muestreo o diseño muestral

Según Guillén y Ayuso (2004), el diseño muestral es el procedimiento para determinar qué individuos forman parte de la muestra. Se dice que el diseño de una muestra es complejo si para poder captar buena parte de las características de la población objetivo, la selección se realiza por etapas.

Población, muestra y unidad de análisis de la investigación

A continuación, se presenta la población, muestra y unidad de análisis utilizada para cada variable dependiente propuesta en este estudio.

Variable Dependiente 01 (Tiempo de preparación de máquina de teñido)

- **Población**

Registro total de tiempos de preparación de máquina de teñido de hilos.

- **Muestra Pre Test**

Registro de tiempos de preparación de máquina de teñido de hilos de marzo a mayo 2023.

- **Muestra Post Test**

Registro de tiempos de preparación de máquina de teñido de hilos de junio a agosto 2023.

- **Unidad de análisis**

Un registro de tiempo de preparación de máquina de teñido de hilo.

- **Diseño muestral**

Muestreo No Probabilístico por conveniencia.

Variable Dependiente 02 (Tiempo muerto por espera de material para teñido)

- **Población**

Registro total de tiempos muertos por espera de material para teñido.

- **Muestra Pre Test**

Registro de tiempos muertos por espera de material para teñido de marzo a mayo 2023.

- **Muestra Post Test**

Registro de tiempos muertos por espera de material para teñido de junio a agosto 2023.

- **Unidad de análisis**

Un registro de tiempo muerto por espera de material para teñido.

- **Diseño muestral**

Muestreo No Probabilístico por conveniencia.

Variable Dependiente 03 (Tiempo muerto por espera de material para parafinado)

- **Población**

Registro total de tiempos muertos por espera de material para parafinado.

- **Muestra Pre Test**

Registro de tiempos muertos por espera de material para parafinado de marzo a mayo 2023.

- **Muestra Post Test**

Registro de tiempos muertos por espera de material para parafinado de junio a agosto 2023.

- **Unidad de análisis**

Un registro de tiempo muerto por espera de material para parafinado

- **Diseño muestral**

Muestreo No Probabilístico por conveniencia.

Para el presente estudio, tanto la población como la muestra para cada una de las variables dependientes se indican en la Tabla 04.

Tabla 04:

Población y muestra pre y post

Variable Dependiente	Indicador VD	Población	Muestra Pre	Muestra Post	Unidad de análisis
Tiempo de preparación de máquina de teñido	Tiempo promedio de preparación de máquina (minutos)	Registro total de tiempos de preparación de máquina de teñido de hilos.	Registro de tiempos de preparación de máquina de teñido de hilos de marzo a mayo 2023.	Registro de tiempos de preparación de máquina de teñido de hilos de junio a agosto 2023.	Un tiempo de preparación de máquinas
Tiempo muerto por espera de material para teñido	Tiempo muerto promedio de espera de material para teñido (minutos)	Registro total de tiempos muertos por espera de material para teñido.	Registro de tiempos muertos por espera de material para teñido de marzo a mayo 2023.	Registro de tiempos muertos por espera de material para teñido de junio a agosto 2023.	Un tiempo muerto de espera de material para teñido
Tiempo muerto por espera de material para parafinado	Tiempo muerto promedio de espera de material para parafinado (minutos)	Registro total de tiempos muertos por espera de material para parafinado.	Registro de tiempos muertos por espera de material para parafinado de marzo a mayo 2023.	Registro de tiempos muertos por espera de material para parafinado de junio a agosto 2023.	Un tiempo muerto de espera de material para parafinado

Nota. Elaboración propia

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1 Técnicas e instrumentos

Según Hernández & Duana (2020), las técnicas de recolección de datos comprenden procedimientos y actividades que le permiten al investigador obtener información necesaria para dar respuesta a su pregunta de investigación.

Según Hernández (2014), los instrumentos de recolección de datos son recursos que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente. El instrumento utilizado en la recolección de datos debe ser confiable, objetivo y que tenga validez.

La técnica de recolección de datos que se aplicará para las tres variables del proyecto de investigación será el análisis documental. Según García (1993), el análisis documental es el conjunto de operaciones que representan el contenido y la forma de un documento para facilitar su consulta o recuperación, inclusive para generar un producto que sirva de sustituto.

Como instrumento para la recolección de los datos con el cual se trabajaron en las tres variables fueron los registros del contenido de documentos brindados por la compañía Textil del Centro. Según Schellenberg (1956), los registros son documentos hechos o recibidos por una institución de acuerdo con la ley o sus obligaciones específicas, y conservados por dicha institución como evidencia o información.

Para el presente proyecto de investigación, las técnicas e instrumentos de recolección de datos que se emplearon en cada una de las variables dependientes se indican en la Tabla 05.

Tabla 05:

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Variable Dependiente	Indicador VD	Técnica	Instrumento
Tiempo de preparación de máquina de teñido	Tiempo promedio de preparación de máquina (minutos)	Análisis Documental	Registro de contenido del documento de tiempo de preparación de máquina
Tiempo muerto por espera de material para teñido	Tiempo muerto promedio de espera de material para teñido (minutos)	Análisis Documental	Registro de contenido del documento de tiempo muerto por espera de material para teñido
Tiempo muerto por espera de material para parafinado	Tiempo muerto promedio de espera de material para parafinado (minutos)	Análisis Documental	Registro de contenido del documento de tiempo muerto por espera de material para parafinado

Nota. Elaboración propia

3.3.2 Criterio de validez y confiabilidad

Según Hernández (2014), la validez de criterio se establece al correlacionar las puntuaciones resultantes de aplicar el instrumento con las puntuaciones obtenidas de otro criterio externo que pretende medir lo mismo.

Asimismo, Hernández (2014) define la confiabilidad como el grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes.

Para el presente proyecto de investigación, en función a la técnica e instrumento elegido, la determinación del criterio de validez y confiabilidad para las tres variables, será mediante la aprobación de la empresa.

3.3.3 Procedimientos para la recolección de datos

De acuerdo con lo descrito anteriormente, la recolección de datos se obtendrá mediante las técnicas de análisis documental, teniendo como herramienta al cuestionario y recopilación documental respectivamente, tal como se muestra en la tabla N°05.

3.4 Descripción de procedimientos de análisis de datos

El análisis de los datos obtenidos mediante la recopilación documental, los registros de tiempo de preparación de máquina, los registros de tiempo muerto por espera de material para teñido y para parafinado se ingresaron al programa estadístico SPSS para realizar el análisis correspondiente a la contrastación de hipótesis. Los resultados se presentan en gráficos y tablas para realizar el respectivo análisis, y en base a eso poder rechazar o aceptar la hipótesis. Se utilizaron las siguientes herramientas:

- IBM SPSS Statistics
- Microsoft Excel 2016
- Minitab 19

En la tabla 06 se resume todo lo detallado anteriormente

Tabla 06

Descripción de procedimientos de análisis de datos

Variable Dependiente	Indicador VD	Escala de Medición	Estadísticas Descriptivos	Análisis Infirencial
Tiempo de preparación de máquina de teñido	Tiempo promedio de preparación de máquina (minutos)	Escala de razón	Tendencia central (media aritmética, mediana y moda) Dispersión (varianza, desviación estándar)	Prueba de hipótesis: T Student para muestras relacionadas
Tiempo muerto por espera de material para teñido	Tiempo muerto promedio de espera de material para teñido (minutos)	Escala de razón	Tendencia central (media aritmética, mediana y moda) Dispersión (varianza, desviación estándar)	Prueba de hipótesis: T Student para muestras relacionadas
Tiempo muerto por espera de material para parafinado	Tiempo muerto promedio de espera de material para parafinado (minutos)	Escala de razón	Tendencia central (media aritmética, mediana y moda) Dispersión (varianza, desviación estándar)	Prueba de hipótesis: T Student para muestras relacionadas

Nota. Elaboración propia

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Presentación de resultados

Generalidades

La compañía Textil del Centro SAC es una empresa peruana perteneciente al rubro textil, especializada en la confección de prendas de vestir, las cuales abarcan los procesos de tejeduría, tintorería de telas y de hilos, estampado, acabado de telas y confección. Está ubicado en la Av. Cascanueces, distrito de Santa Anita, Lima-Perú.

Tiene como misión mantenerse como el proveedor más confiable, flexible y de gran capacidad de producción en el mercado a través del proceso de mejoramiento continuo, ofreciendo la mejor calidad y puntualidad en cada entrega.

Tiene como visión ser la empresa N°1 en la producción y exportación de telas a nivel nacional e internacional.

La empresa cuenta con un aproximado de 200 trabajadores, de los cuales unos 30 trabajadores pertenecen al área de Tintorería de Hilos, en la cual se desarrolló la investigación. Dicha área se encarga de los teñidos de hilos crudos que posteriormente serán destinados al área de tejeduría. Pero se han reportado demora en los tiempos de proceso de teñido de hilo, por lo que eso retrasa el proceso general de la elaboración de prendas y de su entrega al cliente. Tal como se indican en la Tabla 07 y en la figura 21, los principales problemas que están presentes en el proceso de teñido de hilo que causan las demoras son las siguiente:

- Espera de material para teñido
- Preparación de máquinas para teñido
- Espera de material para parafinado

Tabla 07:

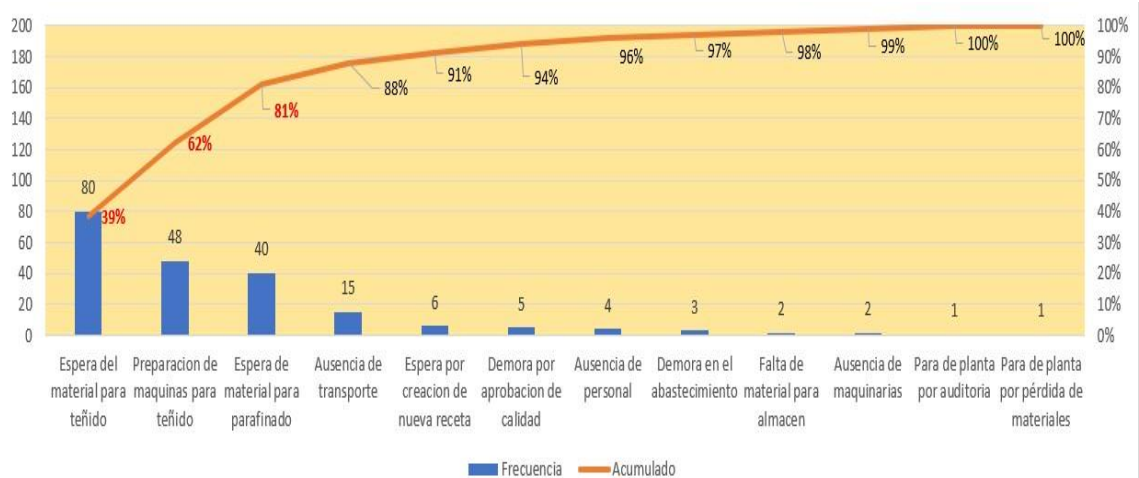
Descripción de los problemas de la organización

PROBLEMAS	FRECUENCIA	ACUMULADO
Espera de material para teñido	80	39%
Preparacion de maquinas de teñido	48	62%
Espera de material para parafinado	40	81%
Ausencia de transporte	15	88%
Espera por creacion de nueva receta	6	91%
Demora por aprobacion de calidad	5	94%
Ausencia de personal	4	96%
Demora en el abastecimiento	3	97%
Falta de material en almacen	2	98%
Ausencia de maquinarias	2	99%
Para de planta por auditoria	1	100%
Para de planta por perdida de materiales	1	100%
total	207	

Nota. Elaboración propia

Figura 21:

Gráfico de Pareto de problemas en el proceso de teñido de Hilos



Nota. Elaboración propia

Dichos problemas específicos se resolvieron mediante los siguientes objetivos específicos:

- **Objetivo específico 1: Implementar la técnica SMED para disminuir los tiempos de preparación de la máquina de teñido**
- **Situación Antes (Pre Test)**

Una de las principales causas de los tiempos excesivos en el proceso total de teñido de hilos era el tiempo de preparación de las máquinas de teñido. Estas máquinas, posterior a un proceso de teñido de hilos, tienen que pasar por una serie de procesos de

mantenimiento preventivo y correctivo los cuales pueden durar por unas horas hasta inclusive por días, lavado post-teñido y programación de la máquina por parte de los obreros para posteriormente estar operativas para su próximo proceso de teñido de hilos. Específicamente, el mantenimiento preventivo involucra actividades como lubricación de partes móviles, inspección y limpieza de componentes, calibración de instrumentos, entre otros. Estas tareas requerían parar la operación de la máquina y consumían tiempos valiosos dependiendo de la periodicidad establecida. Por otro lado, las actividades de mantenimiento correctivo implican identificar fallas o desperfectos en los equipos, diagnosticar las causas raíz, realizar las reparaciones o cambio de componentes dañados. La duración de estas intervenciones correctivas era impredecible y en algunos casos extremos podía inmovilizar la máquina por varios días.

Otro factor relevante eran los exhaustivos procesos de lavado posterior al teñido. Si bien es fundamental realizar una limpieza profunda de los tambores, tuberías y componentes que tienen contacto con los tintes, los métodos manuales demoran demasiado tiempo, requiriendo personal dedicado exclusivamente a esta labor. Sumado a esto, la programación de los parámetros y recetas de tintes en la máquina previo al siguiente lote de producción agregaba retrasos, al tener que realizarse de forma manual alimentando cada valor.

Otro aspecto relevante en la situación pretest era la falta de estandarización de los procesos y procedimientos de preparación de máquinas. No existían instructivos ni documentación técnica actualizada que indicará de forma clara los pasos a seguir y mejoras prácticas. Por el contrario, las actividades dependían principalmente de los conocimientos y experiencia de los operarios, generando una alta variabilidad y discrecionalidad. Al no tener flujos de trabajo ni checklists definidos, era difícil replicar las buenas prácticas entre distintos turnos y equipos de trabajo. Tampoco había mediciones ni indicadores que permitieran identificar cuellos de botella o actividades críticas en la preparación.

Asimismo, no existía un programa de capacitación técnica continua para los operarios, lo que limitaba la adopción de nuevas tecnologías o procesos más eficientes. La preparación de máquinas seguía métodos tradicionales que no aprovechaban las innovaciones disponibles. Por ejemplo, no se utilizan herramientas automáticas de lavado o técnicas avanzadas de mantenimiento predictivo. El conocimiento quedaba encapsulado en ciertos

operarios experimentados próximos al retiro. Claramente esta situación dificulta cambiar la cultura hacia un enfoque de mejora continua.

En resumen, las actividades de preparación de las máquinas entre los procesos productivos tenían amplia oportunidad de mejora, tanto en los procesos de mantenimiento, lavado post-teñido y programación. La situación pretest reflejaba tiempos excesivos que impactan la productividad de la planta, recursos dedicados exclusivamente a preparación de máquinas, y pérdida de flexibilidad en la planificación de los lotes de teñido. Claramente se requería una intervención para optimizar esta etapa a través de la mejora, estandarización y automatización de las actividades. El potencial de reducción de tiempos era importante, considerando que las máquinas pasan más tiempo preparándose que efectivamente teñendo los hilos. Una preparación más rápida y eficiente permitiría aumentar la cantidad de lotes teñidos en un periodo dado, mejorando los indicadores globales del proceso de teñido de hilos. (ver figura 22, Anexo C).

Figura 22:

DAP del proceso actual de teñido de hilos

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS (DAP) - PROCESO ACTUAL							
EMPRESA	COMPAÑÍA TEXTIL DEL CENTRO SAC						
ÁREA	TINTORERÍA DE HILOS						
RESUMEN	ENCONAR-TEÑIDO-SECADO-PARAFINADO						
ACTIVIDAD	MÉTODO ACTUAL	MÉTODO MEJORADO	DIFERENCIA	OBSERVADOR:	JOHN GUILLEN FRANKLIN PACHECO		
OPERACIÓN	12			FECHA:	4-Set	2023	
INSPECCIÓN	5			MÉTODO:	ACTUAL:	X	
TRANSPORTE	4			TIPO:	MEJORADO:		
DEMORA	4				OPERARIO		
ALMACENAJE	1			MATERIAL			
TOTAL	26			MAQUINA			
TIEMPO TOTAL	1141.00 min (19.01 hrs)						
N°	DESCRIPCION					TIEMPO (min)	OBSERV.
1	Desempaque del hilo crudo					5.00	
2	Inspección del hilo crudo					2.00	
3	Envío del hilo a zona de coneras					10.00	
4	Cargar hilos en las coneras					10.00	
5	Enconado/Fraccionado					180.00	
6	Inspección del hilo en cono perforado					3.00	
7	Envío del hilo a la Tintorería de Hilos					10.00	
8	Espera por mantenimiento preventivo					30.00	
9	Espera por lavado de máquina de teñido					100.00	
10	Espera por calentado de máquina de teñido					20.00	
11	Cargar hilos a la máquina de teñido					4.00	
12	Teñido					300.00	
13	Inspección de hilo teñido					5.00	
14	Jabonado y acabado de hilo teñido					60.00	
15	Descarga de hilo teñido de la máquina					5.00	
16	Secado de hilo					120.00	
17	Envío de hilo teñido a zona de coneras					12.00	
18	Inspección de hilo teñido					5.00	
19	Espera por limpieza de conera					30.00	
20	Cargar hilos teñidos y la parafina en las coneras					10.00	
21	Parafinado					180.00	
22	Inspección de hilo parafinado					5.00	
23	Etiquetado					5.00	
24	Empaquetado					10.00	
25	Envío de hilo teñido a Almacén de Hilos					20.00	
26	Almacenamiento de hilo teñido						

Nota. Elaboración propia

En este diagrama de análisis de procesos podemos observar en las actividades 8, 9 y 10 que antes del proceso de teñido, la máquina tiene que pasar por actividades de espera como lo son el mantenimiento preventivo, el lavado y calentamiento de máquina antes del teñido.

- **Muestra antes**

Estos datos pre test fueron tomados desde el 01 de marzo hasta el 07 de mayo del 2023.

Tabla 08: *Tiempos de preparación de las máquinas de teñido - Pretest*

Datos Pre-test	121,10	minutos
Datos PRE TEST	Tiempo de preparación de máquina de teñido (minutos)	
SEMANA 09	125	
SEMANA 10	120	
SEMANA 11	123	
SEMANA 12	118	
SEMANA 13	122	
SEMANA 14	124	
SEMANA 15	122	
SEMANA 16	117	
SEMANA 17	121	
SEMANA 18	119	

Nota. Elaboración propia

En la tabla 08 se muestran los datos pretest de la muestra de los tiempos de espera por preparación de máquina de teñido de hilos que se tomaron en un lapso de 10 semanas (los datos están en unidades de minutos), resultando como promedio un tiempo total de 121 minutos de espera por preparación de máquina de teñido de hilos (ver tabla 09).

Tabla 09: *Tiempo promedio actual de preparación de máquina para teñido de hilos*

Actividad	Tiempo
Preparación de máquina para teñido	121.10 min

Nota. elaboración propia

Para la toma de datos de la muestra, se decidió tomar como muestra la máquina número 25 de la Planta de tintorería de Hilos (ver figura 23), ya que es la presenta mayor carga de trabajo debido a su capacidad media, en comparación a otras máquinas de teñido de hilos. Dicha máquina posee una capacidad de entre 60 a 75 kg.

Figura 23:

Maquina 25 de teñido de hilos



Nota. La organización

Como este problema se genera debido a tiempos de espera por preparación de máquina se optó por implementar la metodología SMED como solución. El ingeniero japonés, Shigeo Shingo (1983), en su libro "A Revolution in Manufacturing: The SMED System", relata que este sistema nació de la necesidad de lograr la producción de Just In Time (JIT) para disminuir los tiempos de preparación de las máquinas haciendo lotes de menor tamaño. Esta táctica permite minimizar los períodos inactivos de las máquinas y el tiempo requerido para cambiar de herramientas y de un tipo de producción a otro.

● **Aplicación de la teoría**

La implementación de SMED buscó cambiar la situación inicial con tiempos excesivos de preparación de máquinas, a una situación optimizada reduciendo los tiempos muertos.

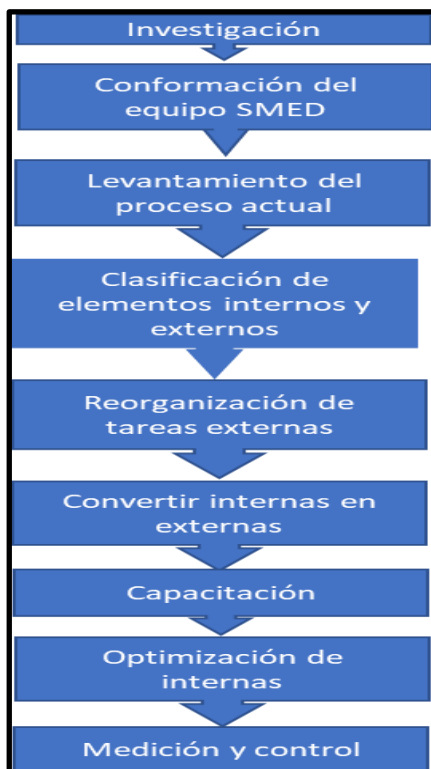
Para lograr esto, el primer paso fue un mapeo detallado de todas las actividades del proceso actual, cuantificando la duración de cada una. Esto permitió identificar los puntos críticos con mayor oportunidad de mejora.

Luego, mediante lluvia de ideas y análisis de causas raíz con los operarios, se determinaron posibles cambios para optimizar aquellas actividades clasificadas previamente como internas e inevitables. Por ejemplo, se simplificaron tareas, se eliminaron chequeos redundantes y se aplicaron herramientas como checklists visuales. Posteriormente, el enfoque se puso en las actividades externas factibles de realizarse con máquina en marcha. Se redefinieron responsables y secuencias para ejecutarlas en paralelo al proceso productivo. Un caso fue adelantar el lavado mientras la máquina aún procesaba un lote.

Finalmente, se reforzaron capacidades en los operarios, se documentaron los nuevos procedimientos y se monitorea el desempeño para asegurar los resultados.

Se lleva a cabo siguiendo un proceso de 8 pasos (ver figura 24). Esta figura muestra las diferentes fases que componen la aplicación de esta técnica.

Figura 24:
Pasos del SMED

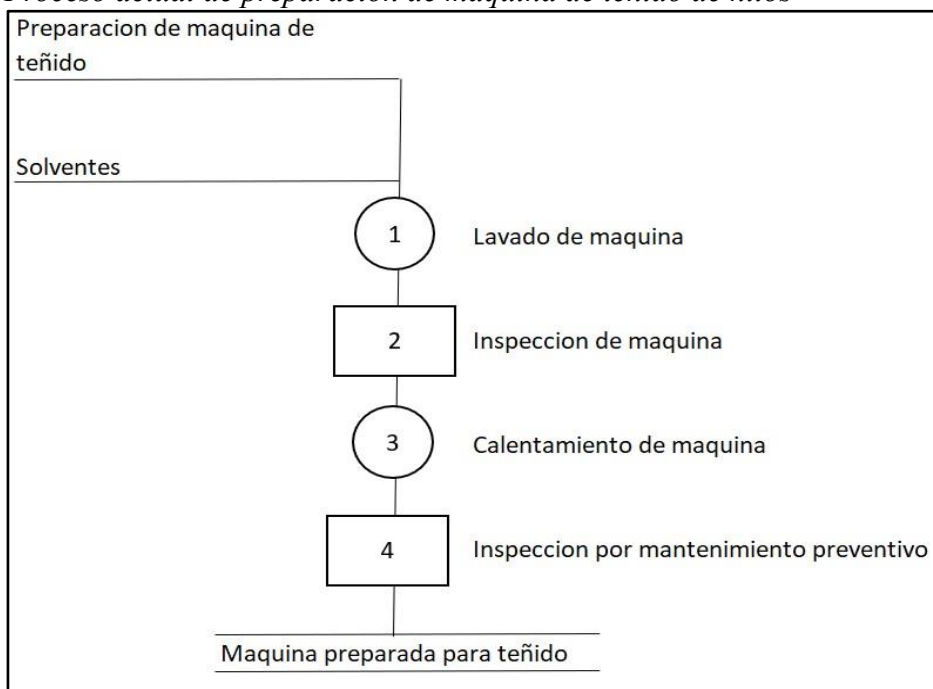


Nota. Elaboración propia

1. Investigación: Se realizó un estudio completo de las operaciones del proceso de teñido de hilo en la máquina, de las actividades que generan demoras debido a tiempos muertos por espera como lo son el lavado y el calentado de máquina (ver figura 25), o como las actividades no recurrentes como son las de mantenimiento preventivo y correctivo, además de la cantidad de operarios involucrados dichas actividades.
2. Conformación del equipo SMED: Se asignaron responsabilidades específicas para el análisis de tiempos, la identificación de oportunidades de mejora, la clasificación de actividades, la propuesta de soluciones y la implementación de cambios.
 - Supervisor de Planta de tintorería de Hilos
 - Operadores encargados del manejo, programación de las máquinas teñidoras. -
 - Personal de mantenimiento encargado de realizar mantenimiento preventivo diario a las máquinas.
3. Levantamiento del proceso actual: Se registraron en detalle todas las tareas llevadas a cabo en la preparación de la máquina (ver figura 25), desde el último teñido aceptable, pasando por el lavado y calentamiento de máquina, actividades de mantenimiento, hasta la carga de hilo crudo para un nuevo proceso de teñido.

Figura 25:

Proceso actual de preparación de máquina de teñido de hilos



Nota. Elaboración propia

4. Clasificación de elementos internos y externos: Se determinará cuáles actividades se pueden realizar con la máquina en pleno funcionamiento (actividades externas) y cuáles requieren su detención (actividades internas), para identificar oportunidades de conversión.

Al clasificar así los elementos, se busca convertir actividades internas en externas para reducir tiempos de preparación.

De esta manera se incrementa el tiempo productivo de la máquina de teñido al minimizar sus tiempos muertos entre lotes. La tabla 10 muestra un modelo para mapear los elementos internos y externos

Tabla 10:

Clasificación de actividades internas y externas

Actividad	Interna	Externa
Limpieza y lavado internos	x	
Cambio de piezas desgastadas	x	
Preparación de colorantes		x
Ajuste de temperatura	x	
Traslado de materiales		x
Revisión de instrucciones		x
Pruebas de funcionamiento	x	
Orden del área de trabajo		x
Mantenimiento preventivo	x	

Nota. Elaboración propia

5. Reorganización de tareas externas: Las actividades externas, es decir las actividades que no requieren el paro de la máquina de teñidos, serán re-secuenciadas y reaLa reorganización debe considerar la criticidad y frecuencia de cada tarea externa para integrarlas de manera efectiva al flujo de operación continua de la máquina de teñido. Esto incrementará la productividad al maximizar las actividades realizadas en paralelo al proceso principasignadas al personal para ejecutarse en paralelo a las operaciones principales.
6. Convertir internas en externas: Según análisis, se modificarán ciertas tareas internas para hacerlas viables con la máquina en marcha. En este caso las actividades internas a convertir a externas serán las actividades de mantenimiento tipo preventivo y de pruebas de funcionamiento (ver tabla 11).

Tabla 11:

Nueva clasificación de actividades internas y externas

Actividad	Interna	Externa
Limpieza y lavado internos	X	
Cambio de piezas desgastadas	X	
Preparación de colorantes		X
Ajuste de temperatura	X	
Traslado de materiales		X
Revisión de instrucciones		X
<u>Pruebas de funcionamiento</u>		X
Orden del área de trabajo		X
<u>Mantenimiento preventivo</u>		X

Nota. Elaboración propia.

Tras estos cambios, y basándonos en el DAP del proceso de teñido antes de la implementación de la herramienta SMED (ver figura 15), se tomó la decisión de unir y realizar a la vez las actividades de lavado de máquina (actividad interna que requiere que la máquina no esté teñendo), y de mantenimiento preventivo (una actividad externa). Cabe resaltar que el mantenimiento preventivo se realiza a diario, comprobando el correcto funcionamiento de las máquinas, observando si hay algún defecto en sus tuberías, en la calibración de la temperatura, etc. Por lo que se puede realizar en simultáneo cuando la máquina se encuentre en el proceso de lavado.

7. Capacitación constante para el equipo SMED con la finalidad de obtener la mejora continua.

La capacitación debe enfocarse tanto en las habilidades técnicas como en el cambio de mentalidad requerido para implementar SMED.

Se reforzarán conceptos como trabajo estandarizado, disciplina, enfoque al proceso y actitud proactiva para identificar desperdicios y oportunidades de mejora.

Asimismo, se brindará entrenamiento específico en las nuevas metodologías y herramientas que se incorporen como parte de la implementación de SMED, asegurando su correcta ejecución y adopción.

La capacitación contribuirá a que el equipo se apropie e interiorice la filosofía SMED, garantizando la sostenibilidad de los resultados obtenidos y promoviendo una cultura de mejora continua

8. Optimización de internas: Se implementarán mejoras en las actividades internas inevitables para reducir sus tiempos de ejecución.

-Documentación visual del procedimiento de las tareas internas a estandarizar. -
Implementación de soluciones ergonómicas como posicionadores, rieles, carros de herramientas para agilizar las tareas internas.

9. Medición y control: Se monitorearán los resultados y se realizarán ajustes para asegurar la sustentabilidad de las mejoras.

Tras la implementación de la herramienta SMED, se realizó un nuevo diagrama de análisis de procesos (DAP) del proceso de teñido de hilos (ver figura 26). En este diagrama se puede visualizar que en la actividad 08 se unieron las actividades de mantenimiento preventivo y la actividad de lavado de máquina, ambas se pueden realizar a la vez sobre una misma máquina. (Anexo D)

Figura 26:

DAP del proceso de teñido de hilos post implementación de método SMED

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS (DAP) - METODO SMED IMPLEMENTADO						
EMPRESA	COMPAÑÍA TEXTIL DEL CENTRO SAC					
ÁREA	TINTORERÍA DE HILOS					
RESUMEN	ENCONAR-TEÑIDO-SECADO-PARAFINADO					
ACTIVIDAD	MÉTODO ACTUAL	MÉTODO MEJORADO	DIFERENCIA	OBSERVADOR:	JOHN GUILLEN FRANKLIN PACHECO	
OPERACIÓN	12	12	0	FECHA:	4-Set	2023
INSPECCIÓN	5	5	0	MÉTODO:	ACTUAL:	
TRANSPORTE	4	4	0		MEJORADO:	X
DEMORA	4	3	1	TIPO:	OPERARIO	
ALMACENAJE	1	1	0		MATERIAL	
TOTAL	26	25	1		MAQUINA	
TIEMPO TOTAL	1132.00 min (18.86 hrs)	1086.00 min (18.10 hrs)	46 min			
N°	DESCRIPCION				TIEMPO (min)	OBSERV.
1	Desempaquetado del hilo crudo				5.00	
2	Inspección del hilo crudo				2.00	
3	Envío del hilo a zona de coneras				1.00	
4	Cargar hilos en las coneras				10.00	
5	Enconado/Fraccionado				180.00	
6	Inspección del hilo en cono perforado				3.00	
7	Envío del hilo a la Tintorería de Hilos				1.00	
8	España por lavado y mantenimiento de máquina				100.00	
9	España por calentado de máquina de teñido				20.00	
10	Cargar hilos a la máquina de teñido				4.00	
11	Teñido				300.00	
12	Inspección de hilo teñido				5.00	
13	Jabonado y acabado de hilo teñido				60.00	
14	Descarga de hilo teñido de la máquina				5.00	
15	Secado de hilo				120.00	
16	Envío de hilo teñido a zona de coneras				2.00	
17	Inspección de hilo teñido				5.00	
18	España por limpiado de conera				30.00	
19	Cargar hilos teñidos a las coneras				15.00	
20	Parafinado				180.00	
21	Inspección de hilo parafinado				5.00	
22	Etiquetado				3.00	
23	Empaquetado				10.00	
24	Envío de hilo teñido a Almacén de Hilos				20.00	
25	Almacenamiento de hilo teñido					

Nota. Elaboración propia

● **Situación Después (Post Test)**

La implementación de la metodología SMED en la máquina 25 permitió reducir en un 43.9% el tiempo de preparación, pasando de 165.40 minutos a 92.70 minutos en promedio. (ver tabla 12)

Esta mejora tiene un alto impacto en la productividad del área de teñido, al maximizar el tiempo productivo de las máquinas entre cada lote. Los cuellos de botella en los cambios de formato limitaban severamente la capacidad instalada.

Además de la cuantificación de los resultados, se resalta el efecto cultural positivo generado en los operarios y técnicos. La preparación de máquinas solía verse como un mal necesario inevitable. Ahora existen los medios y motivación para optimizarlo.

Un aprendizaje clave fue aprovechar las ideas y conocimiento detallado de los trabajadores sobre sus operaciones diarias. Ellos mismos sugirieron mejoras que fueron implementadas con éxito, reforzando su compromiso.

Se destaca también la coordinación lograda entre áreas tradicionalmente aisladas como producción y mantenimiento. Compartir un objetivo común fue decisivo para alinear los esfuerzos y mejorar la preparación desde una perspectiva integral.

En cuanto a la sostenibilidad, se resalta la creación de estándares visuales, documentación de mejores prácticas y capacitación multifuncional. Estas herramientas permanecerán vigentes para que los avances logrados perduren en el tiempo.

Sin duda queda el reto de expandir la implementación de SMED al resto de máquinas de teñido. Pero el caso de éxito inicial sienta un precedente y know-how para extender los beneficios hacia todo el sistema productivo, con los ajustes necesarios.

Un aspecto clave que facilitó la reducción de tiempos de preparación fue el mapeo detallado del proceso inicial, cuantificando y documentando cada actividad. Esto brindó una línea base objetiva, hizo visibles los puntos críticos, y permitió enfocar los esfuerzos de mejora.

Asimismo, la clasificación de actividades en internas y externas según la metodología SMED fue un ejercicio revelador. Los operarios pudieron racionalizar su secuencia de trabajo y proponer cambios factibles.

Por ejemplo, identificaron que ciertas tareas de limpieza podían hacerse mientras la máquina aún finaliza un lote, eliminando tiempos muertos. También se cambió la mecánica de montaje de algunos componentes para facilitar su extracción y ajuste. Cabe destacar que inicialmente hubo resistencia al cambio por parte de algunos operarios experimentados. Sin embargo, al involucrarse directamente en el rediseño de sus propios métodos de trabajo, la adopción fue mucho más orgánica y sostenible.

Por el lado de mantenimiento, la planificación anticipada de las rutinas preventivas evitó la improvisación y redujo los tiempos de intervención. Checklists visuales y bitácoras digitalizadas también ayudaron.

En conclusión, abordar la optimización de los cambios de formato desde la raíz, con un enfoque científico y la participación multicampo, fue decisivo para materializar los resultados esperados y superar las resistencias iniciales mediante la co-creación.

Tabla 12:

Tiempo promedio de preparación de máquina teñidora después del SMED

Actividad	Tiempo
Preparación de máquina	92.70 min

Nota. Elaboración propia

- **Muestra después**

Estos datos pre test fueron tomados desde el 01 de junio hasta el 07 de agosto del 2023.

Tabla 13:

Muestras de tiempos de preparación de la máquina de teñido de hilos - Post-test

Datos Post-test	92,70	minutos
Datos POST TEST	Tiempo de preparación de máquina de teñido (minutos)	
SEMANA 22	95	
SEMANA 23	93	
SEMANA 24	92	
SEMANA 25	94	
SEMANA 26	91	
SEMANA 27	94	
SEMANA 28	93	
SEMANA 29	90	
SEMANA 30	92	
SEMANA 31	93	

Nota. Elaboración propia

- **Objetivo específico 2: Implementar el flujo continuo para reducir el tiempo muerto por espera de material para teñido**
- Situación Antes (Pre Test)

Otra de las principales causas era el tiempo de espera del material para teñido, es decir, las demoras o tiempos muertos que se presentaban debido a que la materia prima, en este caso el hilo crudo, no estaba lista para ingresar a máquina o bien porque no se contaba con stock de hilo crudo, o bien porque no estaban en cono perforado, condición necesaria para que los hilos crudos puedan ingresar a máquina de teñidos.

Específicamente, la falta de disponibilidad de materia prima se debía a problemas en la planificación y programación de la producción. No existía una adecuada coordinación

entre las áreas de teñido y de hilandería para alinear los requerimientos de hilo crudo con la capacidad instalada. Tampoco había pronósticos de demanda confiables que permitieran anticipar las necesidades futuras. Esto resultaba en frecuentes quiebres de stock de hilo crudo que paralizaban la operación de las máquinas de teñido a la espera de material.

Respecto al enconado, este proceso de migrar el hilo desde conos de cartón a conos perforados demoraba tiempo valioso. Los operarios realizaban esta labor de forma manual, retirando el hilo del cono de cartón original y re-embalsando en el cono perforado requerido por las máquinas de teñido. Al ser un trabajo completamente manual, era susceptible a errores y la velocidad dependía de la habilidad de cada operario. Además, los puestos de enconado eran cuellos de botella que rápidamente se saturan cuando había gran demanda de teñido.

Por otro lado, el layout y flujo de producción no estaba optimizado para minimizar las distancias y handling entre procesos. Las estaciones de enconado estaban alejadas de las máquinas de teñido, forzando transportes y traslados innecesarios. Tampoco existían zonas de almacenamiento intermedio ni supermercados de hilo enconado listo para uso inmediato. Estas demoras e ineficiencias en el flujo sumaban tiempos improductivos entre el proceso previo de hilandería y el teñido.

Otro aspecto que generaba tiempos de espera era la falta de estandarización de los diferentes tipos de hilo crudo utilizados en el teñido. Existía una amplia variedad de materias primas, materiales, títulos y especificaciones diferentes que complican la programación y preparación de los lotes de producción. Al no haber una estandarización y consolidación previa de los tipos de hilo, era necesario realizar más ajustes y cambios de formato en las máquinas de teñido, agregando demoras.

Asimismo, no existían procedimientos claros ni documentados para la preparación de los diferentes tipos de hilo y su teñido. Los operarios debían recurrir a su experiencia y en muchos casos aplicar prueba y error para definir los parámetros ideales de las recetas de tintes. Esta falta de estandarización resultaba en múltiples intentos y ajustes para alcanzar la calidad requerida, desperdiciando tiempo y material en el proceso. Claramente se necesitaba una mejor documentación de los procesos, estudios de tiempos y movimientos, y una estandarización de las mejores prácticas identificadas para reducir las improvisaciones.

En síntesis, la falta de material listo para teñir era un cuello de botella visible que impacta la productividad del área. Las causas raíz estaban en la mala planificación, procesos

manuales, layout ineficiente y poca coordinación entre áreas. Un enfoque sistémico considerando stock, programación, automatización, redistribución de planta y gestión de operaciones tenía el potencial de reducir sustancialmente los tiempos de espera, eliminar cuellos de botella y optimizar el flujo de materiales. (ver figura 27)

Figura 27:

Hilo crudo por pasar a cono perforado



Nota. La organización

Y segundo, una vez el hilado esté ya en cono perforado, estará en cola a la espera que otros pedidos terminen su proceso de teñido para que así el pedido pueda ingresar a la máquina correspondiente para teñir.

- Muestra antes

Estos datos pre test fueron tomados desde el 01 de marzo hasta el 07 de mayo del 2023.

Tabla 14:

Muestras de tiempos muertos por espera de material para teñido - Pretest

Datos Pre-test	94,90	minutos
Datos PRE TEST	Tiempo de espera de material para teñido (minutos)	
SEMANA 09	97	
SEMANA 10	95	
SEMANA 11	98	
SEMANA 12	93	
SEMANA 13	96	
SEMANA 14	92	
SEMANA 15	94	
SEMANA 16	97	
SEMANA 17	91	
SEMANA 18	96	

Nota. Elaboración propia

En la tabla 14 se muestran los datos pretest de la muestra de los tiempos de espera de material para teñido de hilos que se tomaron en un lapso de 10 semanas (los datos están en unidades de minutos), resultando como promedio un tiempo total de 94.90 minutos de espera de material para teñido de hilos (ver tabla 15).

Tabla 15:

Tiempo promedio actual de espera de material para teñido de hilos

Actividad	Tiempo
Espera de material para teñido	94.90 min

Nota. elaboración propia

Una vez hechas las observaciones y toma de tiempos, se optó por implementar la metodología de Flujo Continuo como solución al problema de los tiempos excesivos de espera de material para teñido de hilos.

Según Rajadell (2010), el flujo continuo se centra en la eliminación de todo tipo de residuos en el proceso de producción. El desperdicio puede incluir tiempo de espera,

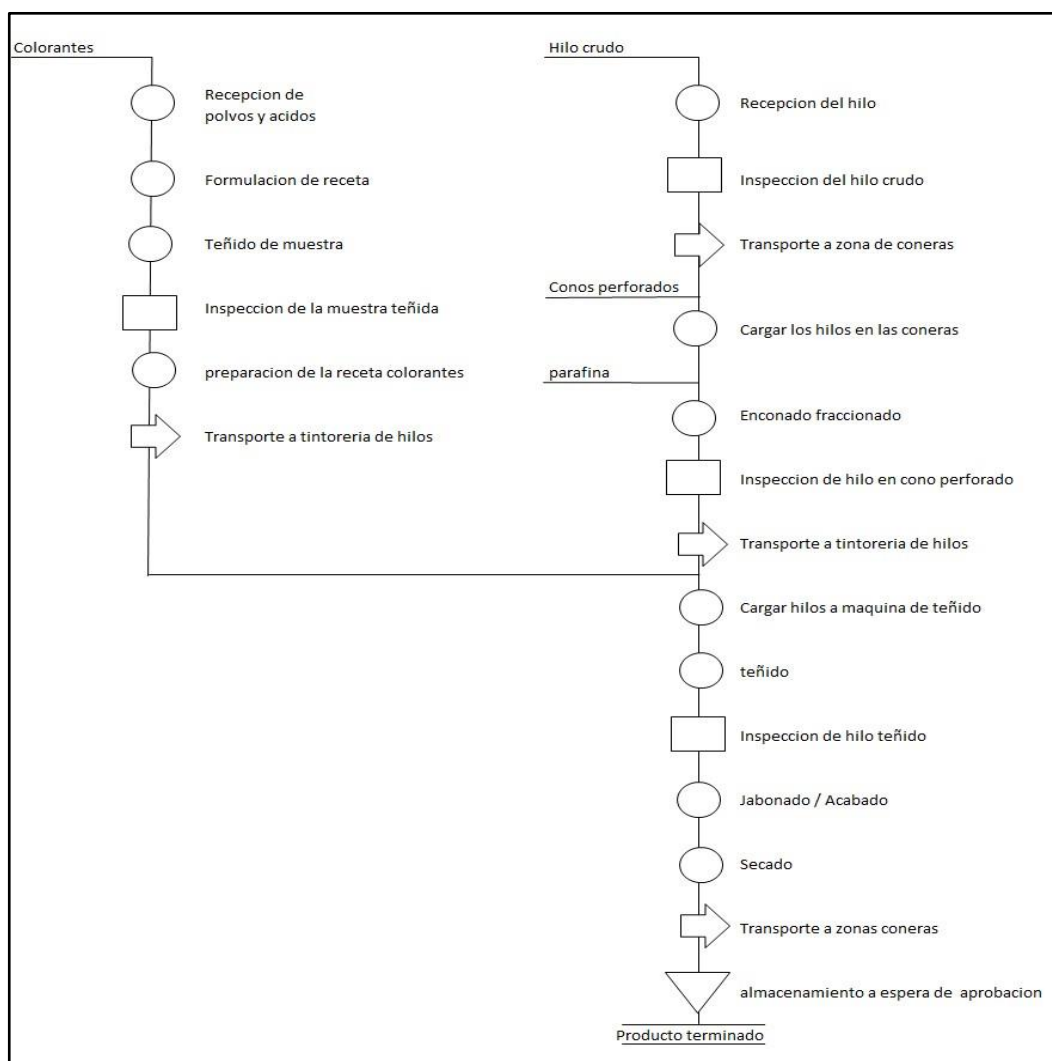
inventario innecesario, movimientos innecesarios, errores, sobreproducción y más. Buscando constantemente formas de mejorar y optimizar los procesos para reducir o eliminar este desperdicio.

- Aplicación de la teoría

1- Mapeo de proceso: Se debe levantar el diagrama de flujo actual del proceso de teñido, desde la recepción de materia prima e insumos, pasando por las diferentes etapas de preparación, teñido, secado y terminado, hasta la entrega del producto final. En este mapeo se deben identificar claramente las actividades que agregan valor y las que no agregan valor, como transportes, esperas, inspecciones innecesarias, etc. (ver figura 28).

Figura 28:

DOP del proceso actual de teñido de hilos



Nota. Elaboración propia

En este Diagrama Operaciones del Proceso (DOP) se representa todo el proceso productivo de teñido de hilo, desde la llegada del hilo crudo a la Planta de tintorería de Hilos, hasta su despacho al almacén ya como hilo teñido.

2- Análisis de cuellos de botella: A través de la observación directa, el análisis de los tiempos de cada actividad y el estudio de datos históricos de producción, se debe detectar en qué puntos del proceso se forman cuellos de botella que generan acumulaciones de inventario y tiempos muertos por espera de materiales o actividades previas. (Ver figura 29)

Figura 29:

DAP con procesos cuellos de botella resaltados del problema específico 02

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS (DAP) - PROCESO ACTUAL								
EMPRESA	COMPAÑÍA TEXTIL DEL CENTRO SAC							
ÁREA	TINTORERÍA DE HILOS							
RESUMEN	ENCONAR-TEÑIDO-SECADO-PARAFINADO							
ACTIVIDAD	MÉTODO ACTUAL	MÉTODO MEJORADO	DIFERENCIA	OBSERVADOR:	JOHN GUILLEN FRANKLIN PACHECO			
OPERACIÓN	12			FECHA:	4-Set	2023		
INSPECCIÓN	5			MÉTODO:	ACTUAL:	X		
TRANSPORTE	4				MEJORADO:			
DEMORA	4				OPERARIO			
ALMACENAJE	1			TIPO:	MATERIAL			
TOTAL	26				MAQUINA			
TIEMPO TOTAL	1141.00 min (19.01 hrs)							
N°	DESCRIPCION	●	■	➔	⏸	▼	TIEMPO (min)	OBSERV.
1	Desempaquete del hilo crudo	●					5.00	
2	Inspección del hilo crudo		■				2.00	
3	Envío del hilo a zona de coneras			➔			10.00	
4	Cargar hilos en las coneras	●					10.00	
5	Enconado/Fraccionado	●					180.00	
6	Inspección del hilo en cono perforado		■				3.00	
7	Envío del hilo a la Tintorería de Hilos			➔			10.00	
8	Espera por mantenimiento preventivo				⏸		30.00	
9	Espera por lavado de máquina de teñido				⏸		100.00	
10	Espera por calentado de máquina de teñido				⏸		20.00	
11	Cargar hilos a la máquina de teñido	●					4.00	
12	Teñido	●					300.00	
13	Inspección de hilo teñido		■				5.00	
14	Jabonado y acabado de hilo teñido	●					60.00	
15	Descarga de hilo teñido de la máquina	●					5.00	
16	Secado de hilo	●					120.00	
17	Envío de hilo teñido a zona de coneras			➔			12.00	
18	Inspección de hilo teñido		■				5.00	
19	Espera por limpieza de conera				⏸		30.00	
20	Cargar hilos teñidos y la parafina en las coneras	●					10.00	
21	Parafinado	●					180.00	
22	Inspección de hilo parafinado		■				5.00	
23	Etiquetado	●					5.00	
24	Empaquetado	●					10.00	
25	Envío de hilo teñido a Almacén de Hilos			➔			20.00	
26	Almacenamiento de hilo teñido				▼			

Nota. Elaboración propia

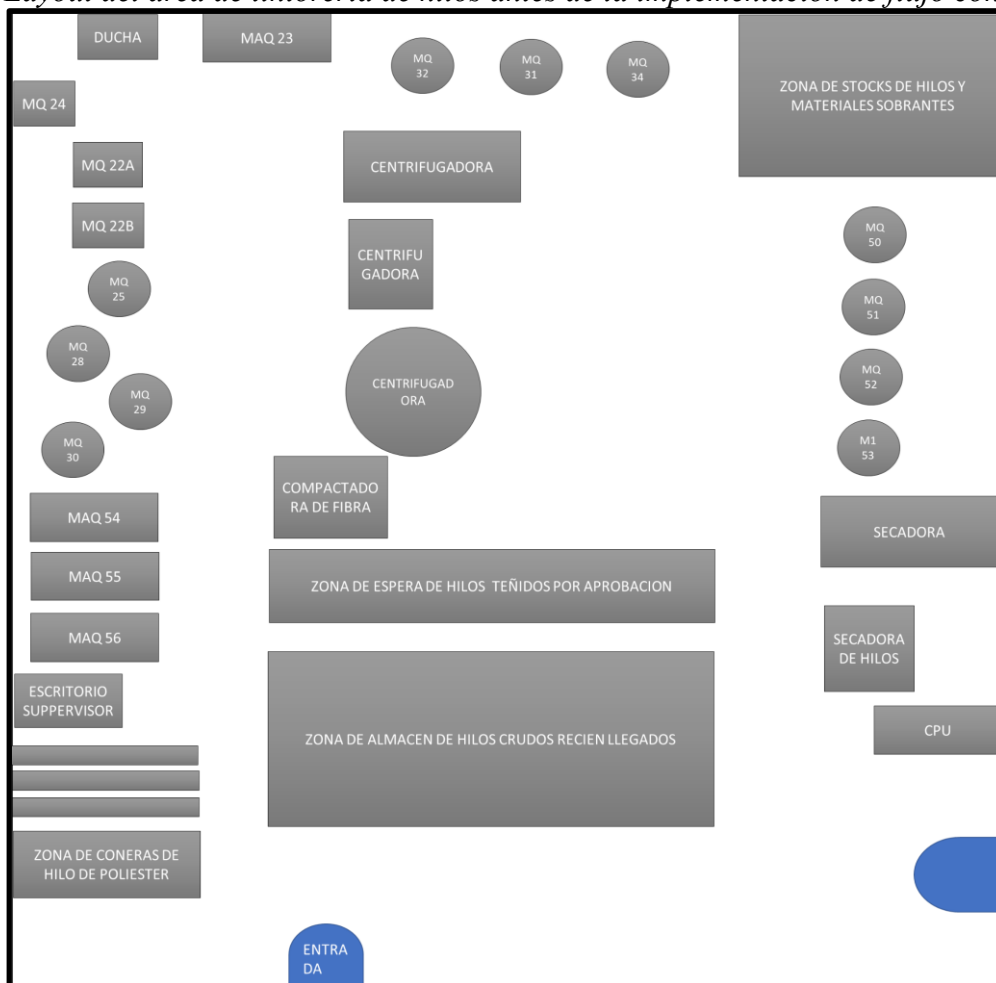
En este diagrama de actividades de procesos (DAP), las actividades resaltadas en verde son las que generan cuellos de botellas. Por ejemplo, se observa que se realizan actividades de desplazamiento de materiales, el hilado crudo es recepcionado en el área

de Tintorería de Hilos, pero para proceder a su proceso de enconado a cono perforado, es necesario que se envíe el material a la zona de coneras, la cual se encuentra en otra zona de la Planta de la empresa.

La empresa Textil del Centro cuenta con diversas áreas para sus diversos procesos de teñido de hilo, telas, acabados de telas, coneras de hilos, etc. A continuación, se muestra el layout actual de la Tintorería de Hilos (ver figura 30), en la cual nos enfocamos en el presente trabajo de Tesis.

Figura 30:

Layout del área de tintorería de hilos antes de la implementación de flujo continuo



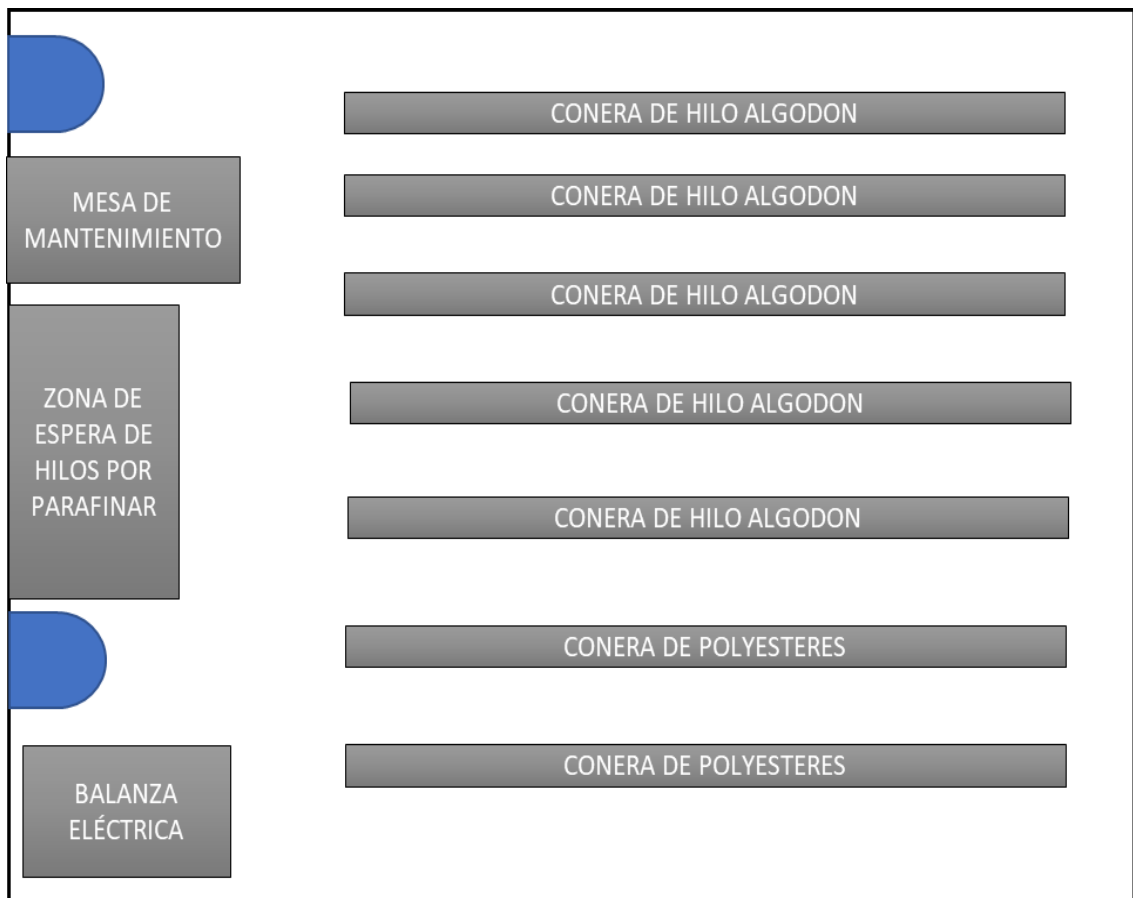
Nota. Elaboración propia

Este layout muestra el área de Tintorería de Hilos. En dicho ambiente es en donde se realizan los procesos de teñido y secado de los hilos, ya que en este se encuentran las máquinas de teñidos de hilos, las máquinas centrífugas y secadoras, una prensadora de fibras y coneras para parafinado de hilos a base de polyester.

Pero los procesos tanto de enconado y parafinados de hilos se realizan en las máquinas coneras, las cuales se encuentran en una zona aparte (ver figura 31).

Figura 31:

Layout Zona de Coneras antes de la implementación de Flujo Continuo



Nota. Elaboración propia

Este layout representa la zona de las máquinas coneras, en las cuales se realizan las actividades de enconado y parafinado de los hilos, ya sean crudos o teñidos. Esta zona de coneras se encuentra en otro ambiente de la Planta, por lo que, durante el proceso de teñido de hilos, se realizan traslados de hilados, ya sean crudos o teñidos. En este layout se observa que hay dos tipos de coneras: las coneras para hilos algodón y las coneras para poliésteres, además de una balanza de suelo que sirve para pesar bolsas de grandes cantidades de hilos. En este trabajo nos centramos en las coneras de hilo algodón ya que son las que tienen más carga de trabajo.

3- Balanceo de línea: Teniendo los tiempos de cada actividad, se debe nivelar las cargas de trabajo entre las diferentes estaciones o procesos, redistribuyendo tareas y tiempos para

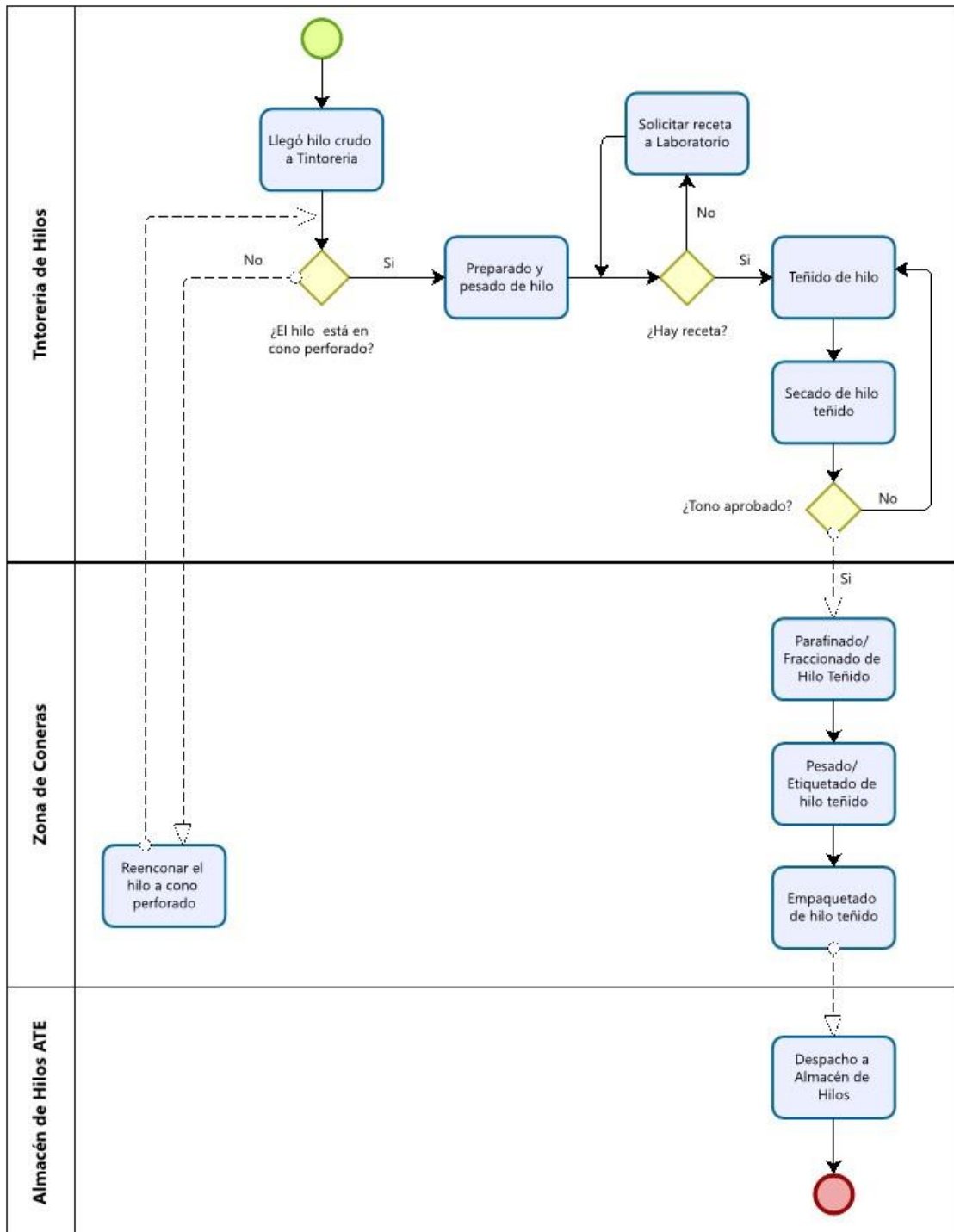
evitar estaciones sobrecargadas y otras subutilizadas. El objetivo es que los tiempos de ciclo sean similares entre estaciones.

Según se puede visualizar en la figura 31, el proceso de teñido se lleva a cabo entre 02 ambientes distintos: zona de coneras y tintorería de Hilos. En la zona de coneras, solo estaban asignados 02 operarios, uno encargado de las coneras de polyester, y otro encargado de las coneras de hilo algodón, en las cuales se cuentan con 05 coneras para algodón. En cambio, en el ambiente principal de Tintorería de Hilos se encuentran asignados 08 operarios, los cuales están asignados a la programación y observación de máquinas de teñidos (Anexo E).

Habiendo descrito la situación actual, se optó por reorganizar el layout de ambos ambientes: la zona de coneras y la Tintorería de Hilos, tal como indican los pasos de la implementación de la herramienta de Flujo continuo. Esto es con fines de poder reducir los tiempos de traslados de material entre una zona y otra, los cuales toman un promedio de 10 minutos (ver figura 29), y de reducir el tiempo ocioso de los operarios, manteniéndolos en rotación constante en la Tintorería de Hilos.

Figura 32:

Diagrama de Flujo actual del proceso de teñido de hilos

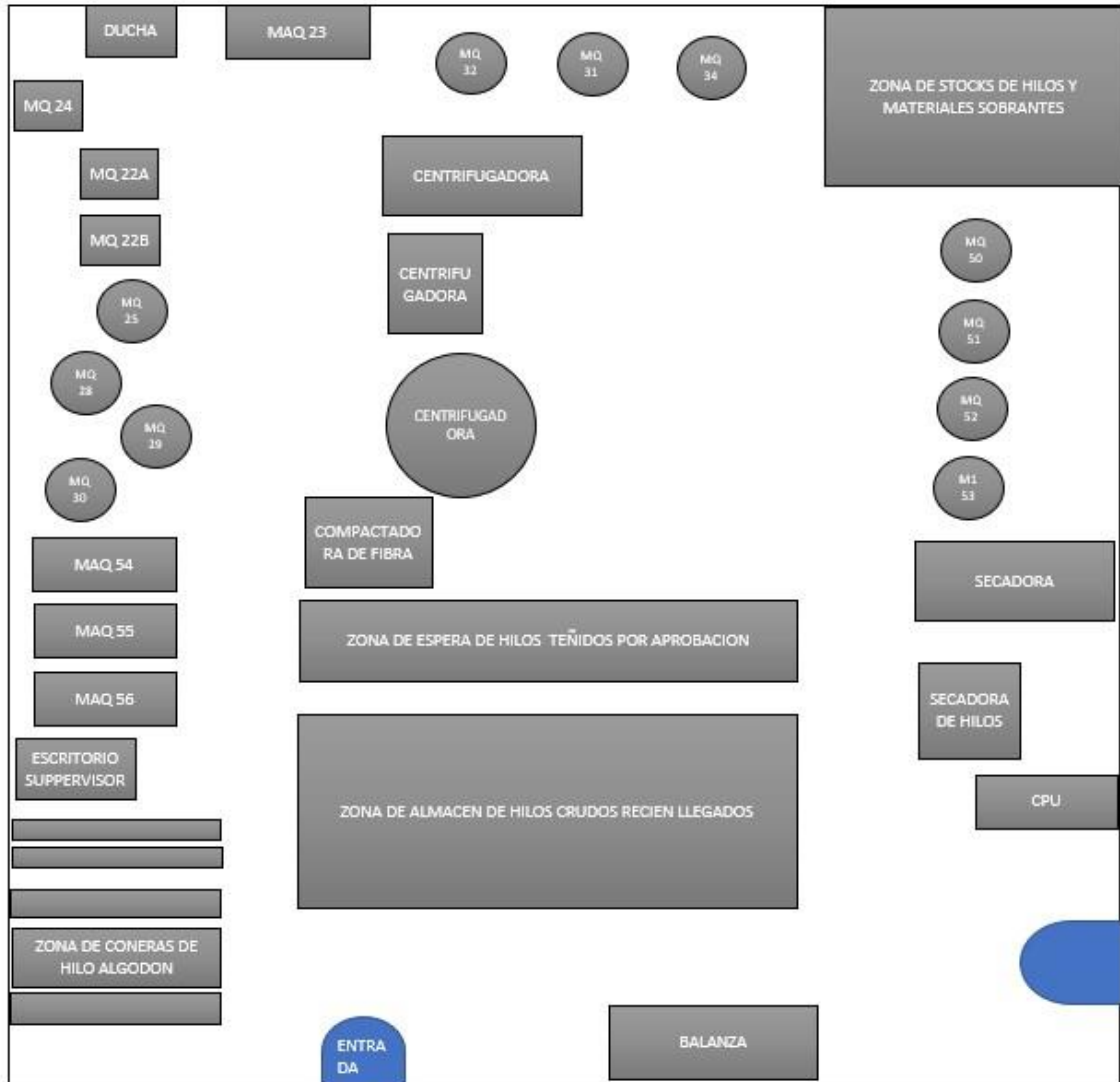


Nota. Elaboración propia

4- Células de manufactura: Se debe reorganizar el layout de la planta, agrupando las máquinas por familias de productos, creando células de manufactura enfocadas en flujo continuo. (Ver figura 33)

Figura 33:

Layout de la Planta de Tintorería de Hilos re-organizado



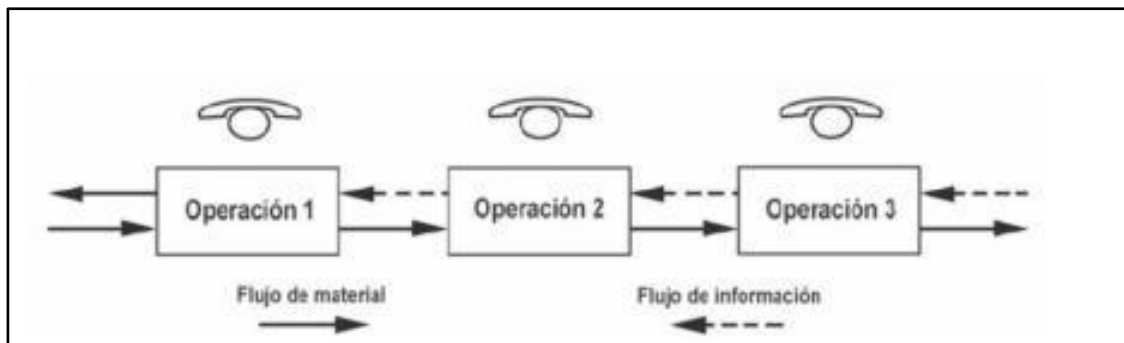
Nota. Elaboración propia

Los cambios que se hicieron en la Tintorería de Hilos fueron los siguientes:

- Se trasladaron las coneras de polyester que se encontraban en la Tintorería de Hilos hacia la otra zona de coneras la cual está en otro ambiente. En su lugar, se trasladaron las coneras de hilo algodón desde la zona de coneras hasta la Tintorería de Hilos.
- Se trasladó la balanza de suelo hacia la Tintorería de Hilos, para poder pesar grandes cantidades de hilos sin necesidad de estar trasladando todo el material de un ambiente a otro, disminuyendo de manera considerable los tiempos de traslado indicados en el DAP actual (Ver figura 29).

5- Flujo continuo: Dentro de cada célula, se debe diseñar la secuencia de operaciones buscando minimizar al máximo los tiempos muertos entre actividades, creando un flujo continuo sin interrupciones (ver figura 34).

▪ **Figura 34:**
Flujo continuo

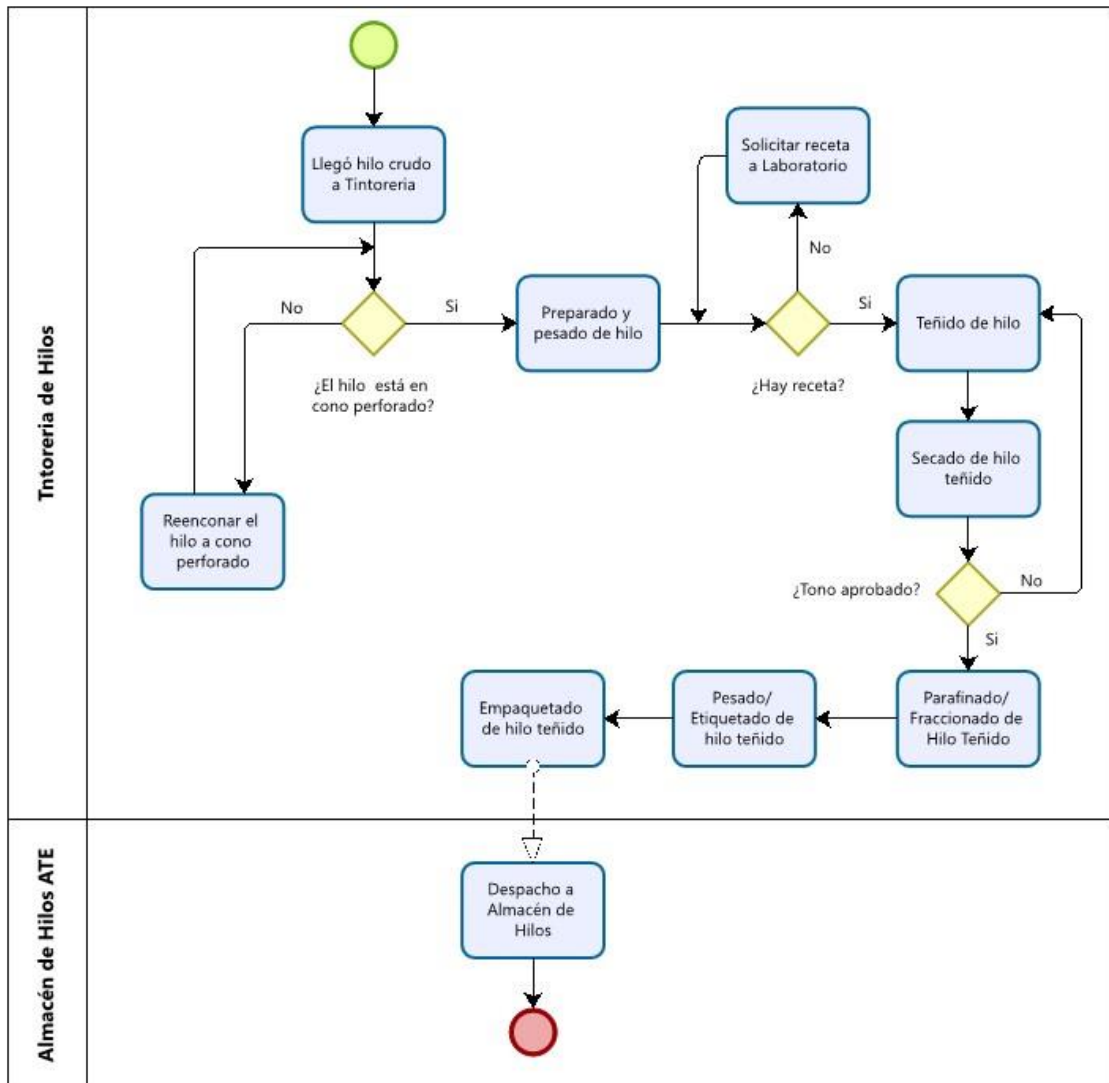


Nota. Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad (Rajadell, 2010)

Según Rajadell (2010), se debe crear un flujo continuo sin interrupciones, por lo que, después de la reorganización del layout de la Tintorería de Hilos, todas las actividades principales del proceso de teñido de hilos se realizan en un solo ambiente, formándose así un proceso de flujo continuo, evitando desplazamientos de materiales que demandarían minutos y esfuerzo innecesario en los operarios (ver figura 35).

Figura 35:

Diagrama de Flujo mejorado del proceso de teñido de hilos



Nota. Elaboración propia

6- Abastecimiento sincronizado: Se debe implementar un sistema de abastecimiento de materia prima, insumos y materiales coordinado con el programa de producción, de manera que se entreguen los insumos directamente en el punto de uso justo a tiempo, evitando excesos de inventario.

La empresa cuenta con un sistema operativo, en el cual se puede tener acceso a una proyección de pedidos a futuro (ver figura 36), en donde también se indica las cantidades

de prendas requeridas, así como las cantidades de hilos a comprar y poder así abastecer a la Planta de tintorería de Hilos sin llegar a tener exceso de inventarios.

Figura 36:

Proyección de Despachos

The screenshot shows a software window with the following data tables:

Total x Mes

Mes	Unidades	Total US\$	Kilos
Septiembre 2023	159,104	1,782,996	46,532
Octubre 2023	214,557	2,264,114	63,258
Noviembre 2023	1,064,770	8,974,702	328,821
Diciembre 2023	968,723	5,634,080	257,250
Enero 2024	81,763	534,076	17,385
Febrero 2024	355,622	2,294,931	100,041

Total x Grupo Prenda - Septiembre 2023

Prenda	Unidades	Total US\$	Kilos
T-SHIRT	109,696	946,331	29,339
POLO SHIRT	44,805	729,033	15,304
PANTALON	1,309	25,853	568
CASACA	1,313	28,390	409

Pedidos de Septiembre 2023

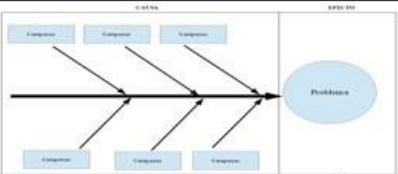
O/P	PO	Estilo	Prenda	Cliente	Tela	Despacho	Unidades	Otros	P.U.	Total US\$
38885	4601242988	1MAA277	CAMISA	TRAVIS MAT	Jersey Full Lycra	2023/10/0	1,981	VAPORIZ	26.95	53,38
38964	67815	M000T676G	HENLEY M/L	RAG & BONE	Jersey Calado 12	2023/09/2	800	LAVADO E	15.50	12,40
38963	67815	M000T656G	HENLEY M/L	RAG & BONE	Jersey Calado 12	2023/09/2	800	LAVADO E	15.50	12,40
38279	32621	KKU2321 H2	HODDIE	FAHERTY	Jersey Calado 12	2023/09/2	630	LAVADO E	20.40	12,85
38280	32620	KKS2306 H-	HODDIE	FAHERTY	Jersey 12/1 Nea	2023/09/2	683	LAVADO E	22.75	15,53
38955	4601274295	1MAA008	POLO BOX M	TRAVIS MAT	Interlock Oxford M	2023/09/2	533	POR DEFI	16.60	8,84
38958	4601278609	1MAA028JV	POLO BOX M	TRAVIS MAT	Interlock Oxford M	2023/09/2	155	SIN LAVAI	15.25	2,36
38903	4601264366	1MAA028	POLO BOX M	TRAVIS MAT	Interlock Oxford M	2023/09/1	12,738	SIN LAVAI	15.25	194,25
38956	4601274296	1MAA008NL	POLO BOX M	TRAVIS MAT	Interlock Oxford M	2023/09/2	533	POR DEFI	16.40	8,74
38957	4601274298	1MAA028	POLO BOX M	TRAVIS MAT	Interlock Oxford M	2023/09/2	467	SIN LAVAI	15.25	7,12
38901	4601264364	1MAA008	POLO BOX M	TRAVIS MAT	Interlock Oxford M	2023/09/1	9,091	POR DEFI	16.60	150,91
38901	1351810	1MAA008	POLO BOX M	TRAVIS MAT	Interlock Oxford M	2023/09/1	990	POR DEFI	16.60	16,43
38902	4601264365	1MAA008NL	POLO BOX M	TRAVIS MAT	Interlock Oxford M	2023/09/1	1,022	POR DEFI	16.40	16,76
38690	14901430729	PARLAY 203	POLO BOX M	HUGO BOSS	Interlock 50/1 Pi	2023/10/0	3,040	POR DEFI	17.85	54,26
38903	1351811	1MAA028	POLO BOX M	TRAVIS MAT	Interlock Oxford M	2023/09/1	412	SIN LAVAI	15.25	6,28

Nota. La Organización

7- Mejora continua: Se deben monitorear indicadores de fluidez y eficiencia del proceso, realizando Kaizen y 5S de forma periódica para identificar y eliminar anomalías y desperdicios.

Después de haber realizado los cambios en el layout de la Tintorería de Hilos, se establecieron políticas de mejora continua, las cuales serán supervisadas por un comité formado por empleados y obreros de las distintas áreas de la empresa. Dicho comité dispone de diversos formatos o documentos en los cuales se plasman los detalles de las políticas de mejora continua (ver figura 37).

Figura 37:
Formato de implementación Kaizen

KAIZEN ESTANDAR PDCA			
Lugar: <input style="width: 100%;" type="text"/> Tema: <input style="width: 100%;" type="text"/>			
<div style="background-color: #c8e6c9; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold; margin-bottom: 5px;">PLANEAR</div> Descripción del fenómeno Objetivos 1. <input style="width: 100%;" type="text"/> 2. <input style="width: 100%;" type="text"/> 3. <input style="width: 100%;" type="text"/>		<div style="background-color: #c8e6c9; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold; margin-bottom: 5px;">HACER</div> Descripción de la solución <input style="width: 100%;" type="text"/> Plan de acción <input style="width: 100%; height: 40px;" type="text"/>	
<div style="background-color: #c8e6c9; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold; margin-bottom: 5px;">ACTUAR</div> Estandarización <input style="width: 100%; height: 40px;" type="text"/>	<div style="background-color: #c8e6c9; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold; margin-bottom: 5px;">REVISAR</div> Verificación de resultados <input style="width: 100%; height: 40px;" type="text"/>		
Líder del proyecto: <input style="width: 100%;" type="text"/>	Fecha inicio: <input style="width: 100%;" type="text"/>	Equipo de implementación: <input style="width: 100%;" type="text"/>	

Nota. Elaboración propia

8- Estandarización: Se deben documentar los nuevos procedimientos, instrucciones de trabajo, formatos, layout, etc. para estandarizar la operación bajo flujo continuo.

Todos los cambios deben quedar documentados en formatos, layout actualizado (ver figura 33), diagrama de flujo del proceso de teñido de hilos actualizado post implementación (ver figura 35), etc.

9- Capacitación: Se debe capacitar a todo el personal involucrado en los nuevos procesos, flujos de trabajo y estándares para asegurar una implementación exitosa.

Figura 38:
Formato de capacitación Kaizen

Formato de Capacitación Kaizen			
Tema: Implementar flujo continuo para reducir tiempo muerto en teñido			
Fecha:			
Facilitador:			
Participantes:			
Pregunta	Excelente	Bien	Mal
Se ha definido y analizado el problema de tiempos muertos en el proceso de teñido.			
Se estableció un objetivo cuantificable de reducción de tiempo muerto			
Se analizaron las causas raíz del tiempo muerto en el proceso			
Se desarrolló la contramedida de implementar flujo continuo			
Se estableció un plan de implementación del flujo continuo			
Se asignaron responsables para la implementación			
Se asignaron los recursos necesarios para la implementación			
Se implementó el flujo continuo según lo planeado			
Se monitorearon los tiempos muertos para verificar la mejora			
Se estandarizó el proceso de flujo continuo			
Se comunicaron los resultados y aprendizajes del Kaizen			
Se definieron nuevas oportunidades de mejora en el proceso			
Observaciones:			
<ul style="list-style-type: none"> • . • . • . 			
Recomendaciones:			
<ul style="list-style-type: none"> • . • . • . 			

Nota. Elaboración propia

El comité de mejora continua está encargado de establecer programas de capacitación destinado a todos los trabajadores de la empresa, a través de diversos formatos dependiendo de las actividades o procesos a tratar. En este caso (ver figura 38), se dispone

de un formato de capacitación de mejora continua hacia los trabajadores encargados del proceso de teñido de hilos, como un método para controlar el plan de mejora continua post implementación del flujo continuo.

10- Compromiso: Se deben realizar reuniones, reconocimientos y actividades para reforzar el compromiso de los trabajadores con la mejora continua y la eliminación de desperdicios en la empresa.

Figura 39:

Formato de asistencia de reuniones de charlas de mejora continua

FORMATO DE ASISTENCIA DE REUNIONES				
Tema: Charlas de compromiso con la mejora continua en el trabajo				
Fecha:				
Facilitador:				
N°	Apellidos y Nombres de participante	Codigo	Firma	Firma
01				
02				
03				
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> Firma de Jefe de Planta	<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> Firma de Presidente de Comité
-------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------

Nota. Elaboración propia

Dichos compromisos deben verse plasmados a través de reuniones periódicas de capacitación hacia el personal, los cuales se verán reflejados en un control de asistencia a dichas capacitaciones (ver figura 39).

● Situación Después (Post Test)

Una vez implementado los pasos y cambios planteados por la herramienta de Flujo Continuo, se vuelven a tomar los tiempos de muestra post test de espera de material para teñido de hilo, sobre la misma máquina 25 arrojando los siguientes resultados (ver tabla 16).

Este cambio representa una disminución del 58.4% en el lead time de espera de material, prácticamente más de la mitad del tiempo inicial. Se trata de una mejora relevante en uno de los cuellos de botella visibles que fue priorizado en el proyecto.

Las causas principales de estos resultados positivos se atribuyen a la implementación de pronósticos de demanda y una planificación integrada entre hilandería y teñido. El mejor balance entre capacidades instaladas redujo la ocurrencia de quiebres de stock. Asimismo, la incorporación de procesos estandarizados y semiautomáticos para el enconado agilizó esta preparación crítica previa al teñido.

Por otro lado, los cambios en la distribución de planta, con las áreas productivas más integradas, minimizaron los tiempos de transporte y espera entre procesos. El flujo de materiales se optimizó en concordancia con el takt time de clientes internos.

Más allá de las métricas específicas, un cambio visible fue la creación de una cultura de trabajo en equipo entre las áreas de hilandería y teñido. Romper los silos organizacionales y compartir objetivos comunes fue decisivo para eliminar los desperdicios en la interfaz. El personal operativo ahora tiene una visión de proceso completo que beneficia a toda la cadena de valor.

Asimismo, se reforzaron nuevas capacidades en el personal de planeamiento y control de la producción. El uso de pronósticos, optimización de programas y comunicación anticipada de requerimientos se volvió un estándar. Las interacciones entre áreas son ahora más proactivas y colaborativas. Se dejó atrás el paradigma reactivo.

Más allá de la reducción cuantitativa del lead time, se destaca el efecto positivo de esta iniciativa en la motivación y compromiso de los operarios. Al involucrarse directamente en la solución de un cuello de botella que afectaba su trabajo diario, aumentó la identificación con los objetivos del proyecto.

Otro aspecto clave fue la comunicación transparente de indicadores y resultados. El gerente de producción difundió periódicamente los avances en la reducción de tiempos de espera mediante tableros de gestión visual. Esto reforzó la confianza en que los esfuerzos estaban dando frutos concretos.

A nivel de gestión, se destaca el compromiso sostenido de los mandos medios y supervisores para promover y facilitar los cambios. El apoyo y soporte continuo fue indispensable para sortear las resistencias iniciales y asegurar la implementación exitosa. En cuanto al impacto económico, la reducción de lead times superó las expectativas iniciales. Esto se traduce en un retorno de la inversión más rápido y un mayor beneficio neto anual gracias al aumento de lotes teñidos en igual tiempo de máquina disponible. En conclusión, las mediciones post-test corroboran la efectividad de la metodología de Flujo Continuo para atacar los desperdicios de sobre procesamiento y esperas excesivas. La reducción de tiempos muertos se traduce en mayor productividad y capacidad instalada disponible.

Tabla 16:

Tiempo promedio de espera de material para teñido después de Flujo Continuo

Actividad	Tiempo
Espera de material para teñido	63.60 min

Nota. Elaboración propia

● **Muestra después**

Estos datos pre test fueron tomados desde el 01 de junio hasta el 07 de agosto del 2023.

Tabla 17:

Muestras de tiempos muertos por espera de material para teñido - Postest

Datos Post-test	63,60	minutos
Datos POST TEST	Tiempo de espera de de material para teñido (minutos)	
SEMANA 22	63	
SEMANA 23	61	
SEMANA 24	65	
SEMANA 25	62	
SEMANA 26	64	
SEMANA 27	66	
SEMANA 28	63	
SEMANA 29	67	
SEMANA 30	61	
SEMANA 31	64	

Nota. Elaboración propia

- **Objetivo específico 3: Implementar el flujo Continuo para reducir el tiempo muerto por espera de material para parafinado**
- Situación Antes (Pre Test)

Y finalmente la tercera gran causa era el tiempo muerto por espera de material para parafinado, es decir, después del teñido del hilo, se tiene que proceder con el parafinado del mismo. Este proceso consiste en migrar el hilo desde el cono perforado utilizado en la máquina de teñido hacia un cono de cartón, para después culminar con su despacho a Almacén.

Sin embargo, se presentaban cuellos de botella y demoras tanto en la etapa de enconado post-teñido como en la coordinación con el área de parafinado. El enconado posterior al teñido se realizaba de forma manual, generando retrasos e ineficiencias similares a la situación pre-teñida. La disponibilidad limitada de puestos de enconado y la dependencia de la habilidad de los operarios impactaron la velocidad de este proceso intermedio. Asimismo, existía poca visibilidad y comunicación entre las áreas de teñido y parafinado. No se contaba con pronósticos de producción confiables ni una planificación integrada de los recursos. Esto resultaba frecuentemente en acumulación de inventario teñido esperando ser procesado en la siguiente etapa, o máquinas de parafinado ociosas por falta de material. El desbalance entre capacidades instaladas generaba importantes desperdicios de tiempo y activos.

Por otro lado, las líneas de producción no estaban integradas físicamente, por lo que se requerían movimientos y transportes adicionales entre procesos. El layout distribuido y las distancias recorridas incrementaron los tiempos de ciclo total y el trabajo improductivo. Asimismo, los medios de transporte y manejo de materiales no estaban optimizados, dependiendo excesivamente del factor humano.

Otro factor que impacta los tiempos de espera era la falta de procedimientos e instructivos claros para el proceso de enconado post-teñido. Al depender principalmente de la experiencia de los operarios, existía poca estandarización en la forma correcta de realizar esta actividad. No estaban documentadas las mejores prácticas, lo que resultaba en múltiples reprocesos y variabilidad entre turnos. Tampoco existían mediciones de los tiempos estándar, dificultando identificar oportunidades de mejora.

Asimismo, las condiciones de trabajo en los puestos de enconado no eran óptimas. El espacio estaba confinado y había poco énfasis en la organización, orden y limpieza. Las herramientas y materiales no tenían ubicaciones segregadas, lo que generaba búsquedas

y desplazamientos innecesarios. El ambiente visual no era el adecuado para reforzar las buenas prácticas. En general, se requería una intervención integral de los 5S y estudios de métodos para optimizar los puestos de trabajo, reducir fatiga y errores, y maximizar la productividad.

En resumen, los cuellos de botella en enconado post-teñido, la descoordinación entre áreas y el transporte ineficiente de material teñido listo para parafinado generaban importantes demoras. Se requería un enfoque integral para optimizar los flujos, equilibrar capacidades y eliminar las causas raíz de los tiempos de espera para maximizar la productividad global. (ver figura 40).

Figura 40:

Hilo teñido por parafinar



Nota. La organización

Sin embargo, se presentaban tiempos muertos mientras que el hilado teñido está a la espera de ser parafinado. Uno de los motivos era el paro por mantenimiento de las máquinas coneras, las cuales solían durar un promedio de 01 hora por día, y el otro motivo era por las colas que se generaban debido a la acumulación de pedidos que se encontraban parafinando.

- Muestra antes

Estos datos pre test fueron tomados desde el 01 de marzo hasta el 07 de mayo del 2023.

Tabla 18:

Muestra de tiempos muertos por espera de material para parafinado - Pretest

Datos Pre-test	27,20	minutos
Datos PRE TEST	Tiempo de espera de de material para parafinado (minutos)	
SEMANA 09	27	
SEMANA 10	25	
SEMANA 11	27	
SEMANA 12	29	
SEMANA 13	31	
SEMANA 14	26	
SEMANA 15	28	
SEMANA 16	30	
SEMANA 17	24	
SEMANA 18	25	

Nota. Elaboración propia

En la tabla 18 se muestran los datos pretest de la muestra de los tiempos de espera de material para parafinado de hilos que se tomaron en un lapso de 10 semanas (los datos están en unidades de minutos), resultando como promedio un tiempo total de 27.20 minutos de espera de material para parafinado de hilo teñido (ver tabla 19).

Tabla 19:

Tiempo promedio actual de espera de material para parafinado de hilo teñido

Actividad	Tiempo
Espera de material para parafinado	27.20 min

Nota. elaboración propia

- Aplicación de la teoría

1. Mapeo de proceso: Levantar el diagrama de flujo del proceso actual post teñido de hilo, desde la recepción del hilo teñido a la zona de coneras hasta el despacho del hilo teñido ya parafinado, identificando claramente las actividades que generan demoras.

El diagrama de operaciones del proceso actual abarca desde la recepción del hilo teñido hasta el despacho del hilo ya parafinado hacia el Almacén (ver figura 35), el hilo teñido una vez recepcionado en la zona de coneras es inspeccionado por el personal para ver si se encuentra algún defecto respecto a la resistencia y coloración del hilo. Luego el hilado teñido tiene que ser cargado en las máquinas coneras (ver figura 33), y a su vez, el operario carga la parafina para cada hilado.

La parafina (ver figura 41) es un material aceitoso que, aplicado al hilo a través del parafinado en las coneras, le otorga más resistencia al hilo, ya que en actividades posteriores el hilado servirá para el tejido de telas, cuellos, puños, por la cual tendrá que pasar por máquinas tejedoras, que ejercen demasiada fuerza, por lo que es indispensable que el hilo tenga la resistencia suficiente.

Una vez cargado el hilo y la parafina a lo largo de la conera, se procede a cargar los conos de cartón a través de las coneras. El proceso de parafinado consiste en no solo darle más resistencia al hilado teñido, sino que consiste en que el hilado migre del cono perforado (con el cual se realizó el teñido) al cono cartón, necesarios para poder cargar estos hilados en las máquinas tejedoras posteriormente.

Figura 41:

Parafina para hilos

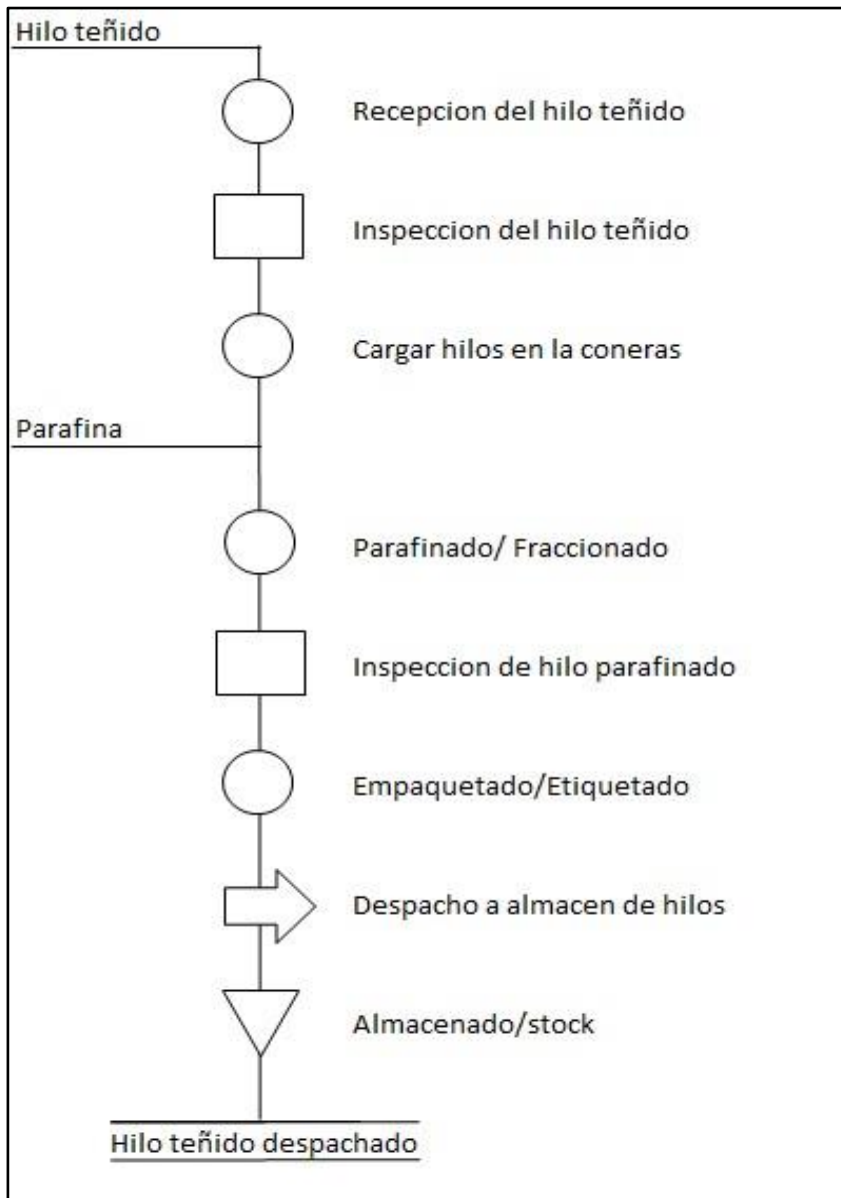


Nota. La Organización

Dependiendo de las cantidades de hilado a parafinar, el proceso de parafinado tarda en promedio 03 horas. Una vez parafinado el hilo, se procede a pesar el hilo con la balanza de suelo, ya que tanto todos los datos del hilo a despachar tienen que ser digitado e introducido a la base de datos que maneja el sistema de la empresa.

Después de registrar el peso, se procede con el embolsado y empaquetado del hilo para fines de despacho, el operario encargado de los despachos solicita un camión al área correspondiente, trasladan el hilo al camión con un montacargas y se procede con el enviado del hilo hacia el Almacén de Hilos que está localizado en otra Planta.

Figura 42:
DOP de parafinado de hilo teñido



Nota. Elaboración propia

2. Análisis de cuellos de botella: Mediante observación directa y datos históricos, detectar en qué puntos se generan retrasos y tiempos de espera por traslado de material o alistamiento de máquinas.

Figura 43:

DAP del proceso actual de teñido de hilos

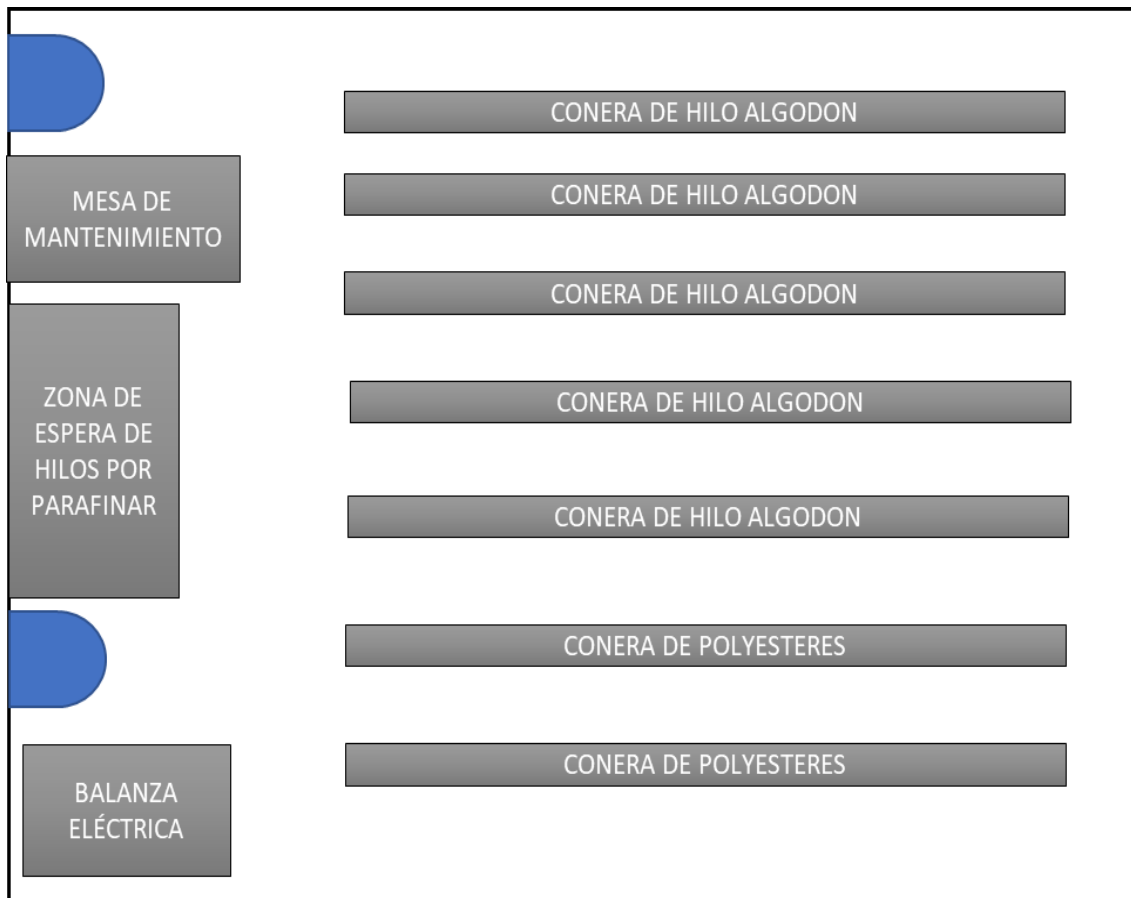
DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS (DAP) - PROCESO ACTUAL								
EMPRESA	COMPAÑÍA TEXTIL DEL CENTRO SAC							
ÁREA	TINTORERÍA DE HILOS							
RESUMEN	ENCONAR-TEÑIDO-SECADO-PARAFINADO							
ACTIVIDAD	MÉTODO ACTUAL	MÉTODO MEJORADO	DIFERENCIA	OBSERVADOR:	JOHN GUILLEN FRANKLIN PACHECO			
OPERACIÓN	12			FECHA:	4-Set	2023		
INSPECCIÓN	5			MÉTODO:	ACTUAL:	X		
TRANSPORTE	4				MEJORADO:			
DEMORA	4				OPERARIO			
ALMACENAJE	1				MATERIAL			
TOTAL	26			TIPO:	MAQUINA			
TIEMPO TOTAL	1141.00 min (19.01 hrs)							
N°	DESCRIPCIÓN	●	■	➔	⏸	▼	TIEMPO (min)	OBSERV.
1	Desempaquetado del hilo crudo						5.00	
2	Inspección del hilo crudo						2.00	
3	Envío del hilo a zona de coneras						10.00	
4	Cargar hilos en las coneras						10.00	
5	Enconado/Fraccionado						180.00	
6	Inspección del hilo en cono perforado						3.00	
7	Envío del hilo a la Tintorería de Hilos						10.00	
8	Espera por mantenimiento preventivo						30.00	
9	Espera por lavado de máquina de teñido						100.00	
10	Espera por calentado de máquina de teñido						20.00	
11	Cargar hilos a la máquina de teñido						4.00	
12	Teñido						300.00	
13	Inspección de hilo teñido						5.00	
14	Jabonado y acabado de hilo teñido						60.00	
15	Descarga de hilo teñido de la máquina						5.00	
16	Secado de hilo						120.00	
17	Envío de hilo teñido a zona de coneras						12.00	
18	Inspección de hilo teñido						5.00	
19	Espera por limpieza de conera						30.00	
20	Cargar hilos teñidos y la parafina en las coneras						10.00	
21	Parafinado						180.00	
22	Inspección de hilo parafinado						5.00	
23	Etiquetado						5.00	
24	Empaquetado						10.00	
25	Envío de hilo teñido a Almacén de Hilos						20.00	
26	Almacenamiento de hilo teñido							

Nota. Elaboración propia

Basándonos en el DOP del proceso de parafinado (ver figura 42) y en el DAP actual del Proceso de Teñido de Hilos (ver figura 43), podemos observar que las actividades que más generan retrasos y cuellos de botella respecto a la espera de material para parafinado son el envío del hilo teñido a la zona de las coneras, la limpieza de las coneras y el cargar las coneras con los hilos teñidos y la parafina.

Figura 44:

Layout Zona de Coneras antes de la implementación Lean Manufacturing



Nota. Elaboración propia

También, tal como se muestra en la figura 44, se muestra el layout de la zona de coneras de hilos, en donde se realizan los procesos de parafinado de hilos teñidos. En el trabajo de investigación nos centramos en el proceso de teñido y parafinado de hilos algodón, debido a que la carga y los problemas son mayores en este tipo de hilados.

Y es la alta carga de trabajo de las coneras de algodón lo que genera cuellos de botella en el proceso de parafinado de los hilos, ya que se generan colas de hilos teñidos a la espera de ser parafinados (ver figura 45).

Figura 45:

Hilo teñido en espera de parafinado



Nota. La organización

Como se mencionó, uno de los cuellos de botella es la espera de material para parafinado de hilo, en este caso (ver figura 43), hay dos pedidos de diferentes colores que están en espera de proceso de parafinado debido a que la conera está con carga.

Si bien no son los únicos problemas presentes, son los problemas con más incidencia en todo el proceso de teñido.

3. Balanceo de línea: Evaluar los tiempos de ciclo de cada estación de trabajo y reasignar tareas para nivelar los tiempos entre estaciones.

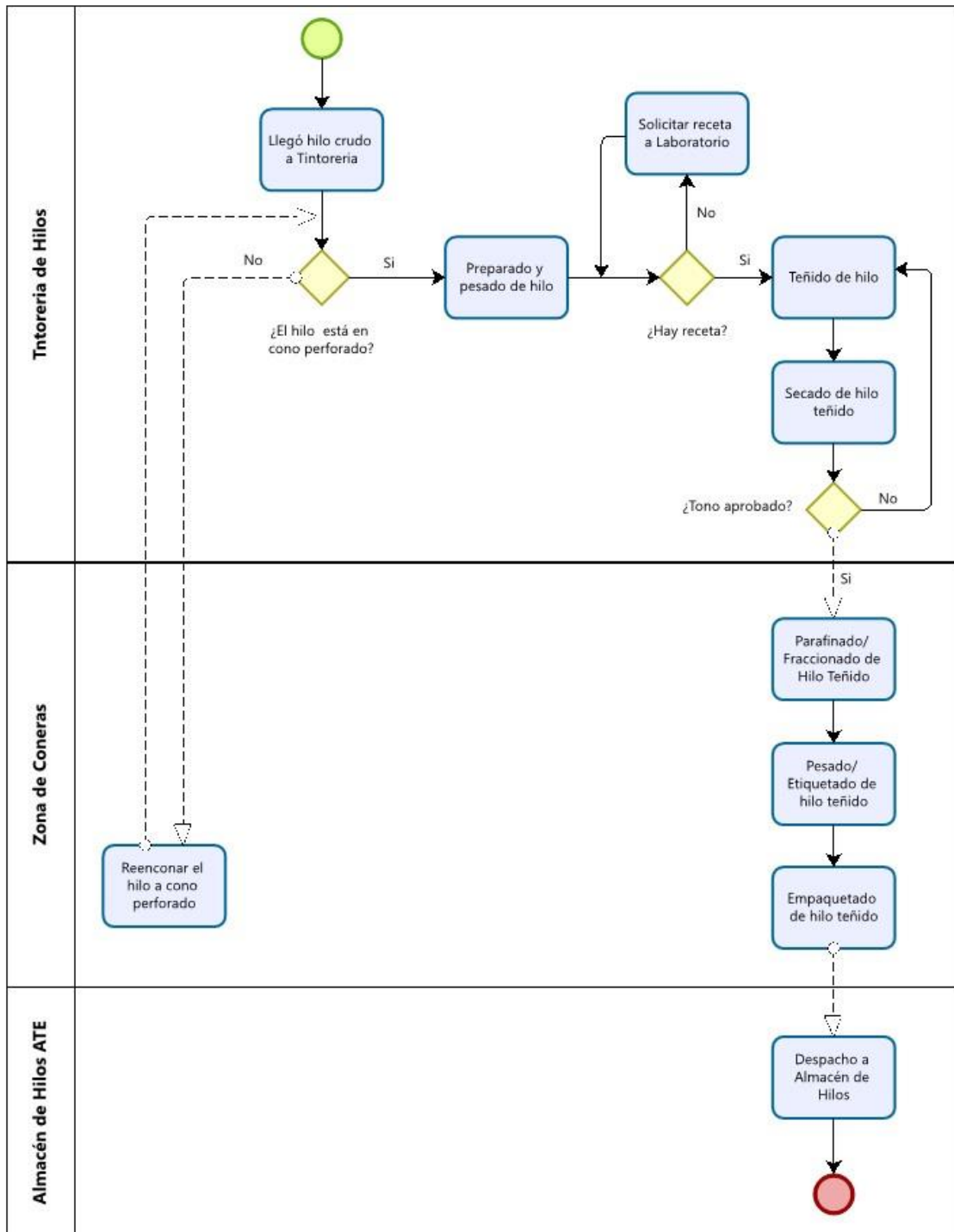
Según se puede visualizar en diagrama de flujo del proceso actual de teñido de hilos (ver figura 46), el proceso de teñido se lleva a cabo entre 02 ambientes distintos: zona de coneras y tintorería de Hilos. En la zona de coneras, solo estaban asignados 02 operarios, uno encargado de las coneras de polyester, y otro encargado de las coneras de hilo algodón, en las cuales se cuentan con 05 coneras para algodón. En cambio, en el ambiente principal de Tintorería de Hilos se encuentran asignados 08 operarios, los cuales están asignados a la programación y observación de máquinas de teñidos.

Habiendo descrito la situación actual, se optó por reorganizar el layout de ambos ambientes: la zona de coneras y la Tintorería de Hilos, tal como indican los pasos de la implementación de la herramienta de Flujo continuo. Esto es con fines de poder reducir los tiempos de traslados de material entre una zona y otra, los cuales toman un promedio de 10 minutos (ver figura 43), y de reducir el tiempo ocioso de los operarios, manteniéndolos en rotación constante en la Tintorería de Hilos.

Además, debido a que los tiempos de parafinado de hilos teñidos son altos (3 horas en promedio), se optó por asignar 02 operarios para dicho proceso, para así reducir los tiempos de parafinado, y así reducir los tiempos de espera de los hilos teñidos en cola para parafinar.

Figura 46:

Diagrama de Flujo actual del proceso de teñido de hilos



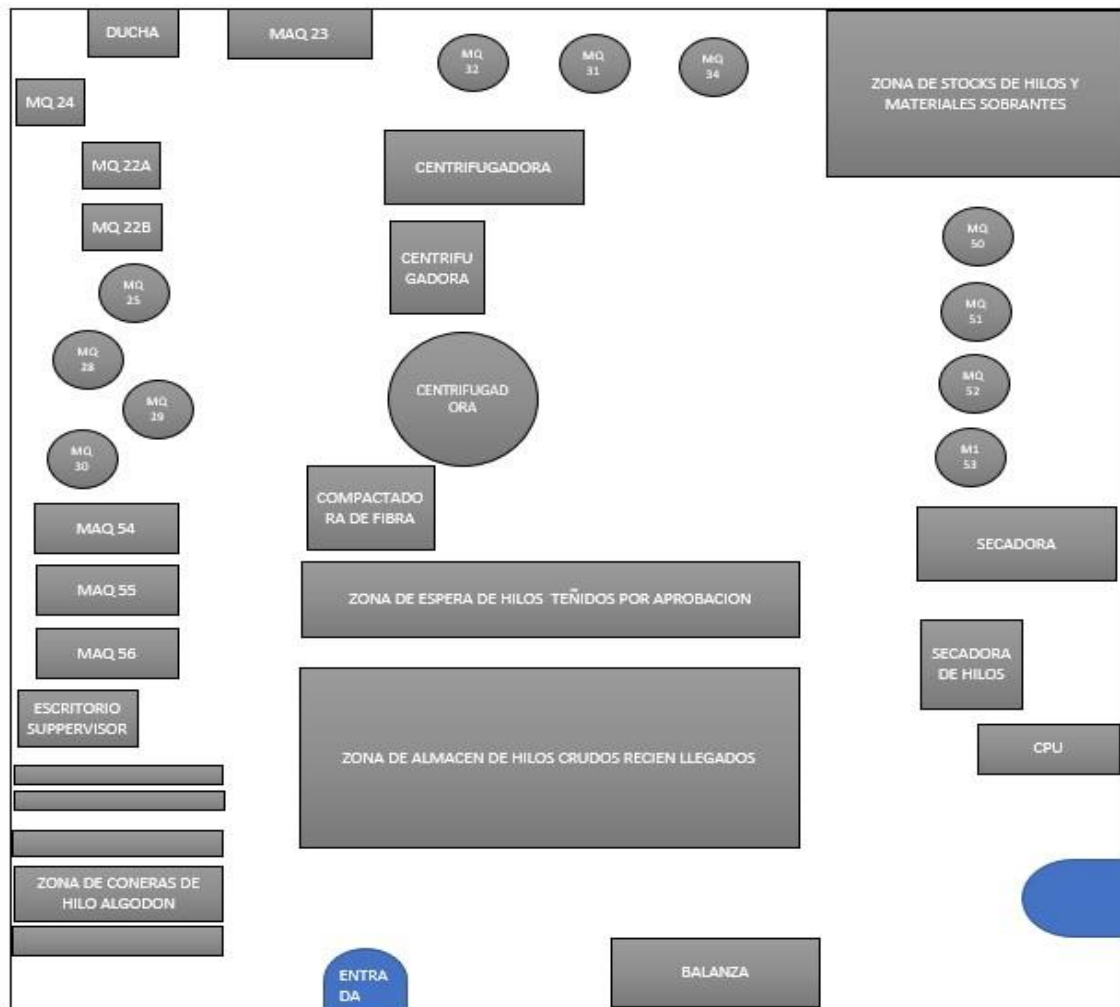
Nota. Elaboración propia

4. Células de manufactura: Reorganizar físicamente las máquinas por familias de productos con secuencias de parafinado similares.

Tal como en el objetivo 02, se optó por rediseñar el layout de la Tintorería de Hilos (ver figura 47).

Figura 47:

Layout de Planta de Tintorería de Hilos re-organizado



Nota. elaboración propia

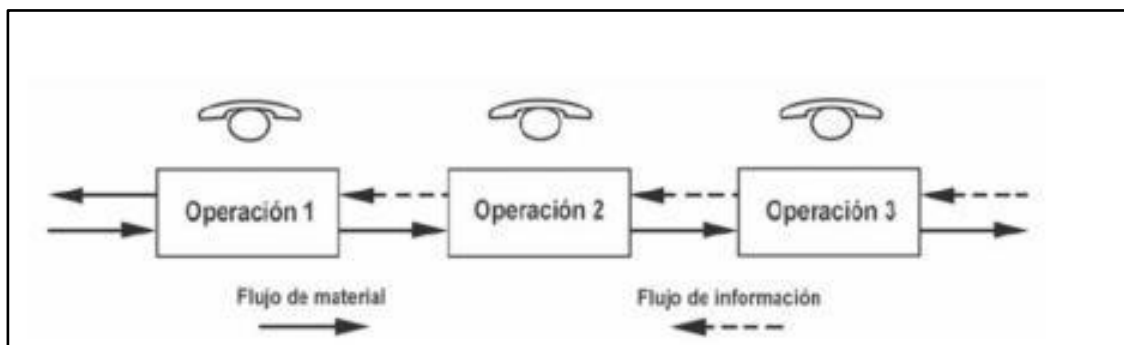
Los cambios que se hicieron en la Tintorería de Hilos fueron los siguientes:

- Se trasladaron las coneras de polyester que se encontraban en la Tintorería de Hilos hacia la otra zona de coneras la cual está en otro ambiente. En su lugar, se trasladaron las coneras de hilo algodón desde la zona de coneras hasta la Tintorería de Hilos.
- Se trasladó la balanza de suelo hacia la Tintorería de Hilos, para poder pesar grandes cantidades de hilos sin necesidad de estar trasladando todo el material de un ambiente a otro, disminuyendo de manera considerable los tiempos de traslado indicados en el DAP actual (ver figura 36).

- Se asignaron 02 operarios para las actividades de limpieza de las máquinas coneras y del proceso de parafinado para reducir los tiempos de espera de los hilos teñidos en cola por parafinar.

5. Flujo continuo: Diseñar la interconexión de las operaciones dentro de cada célula para lograr flujo continuo y minimizar retrasos internos (ver figura 48).

Figura 48:
Flujo continuo

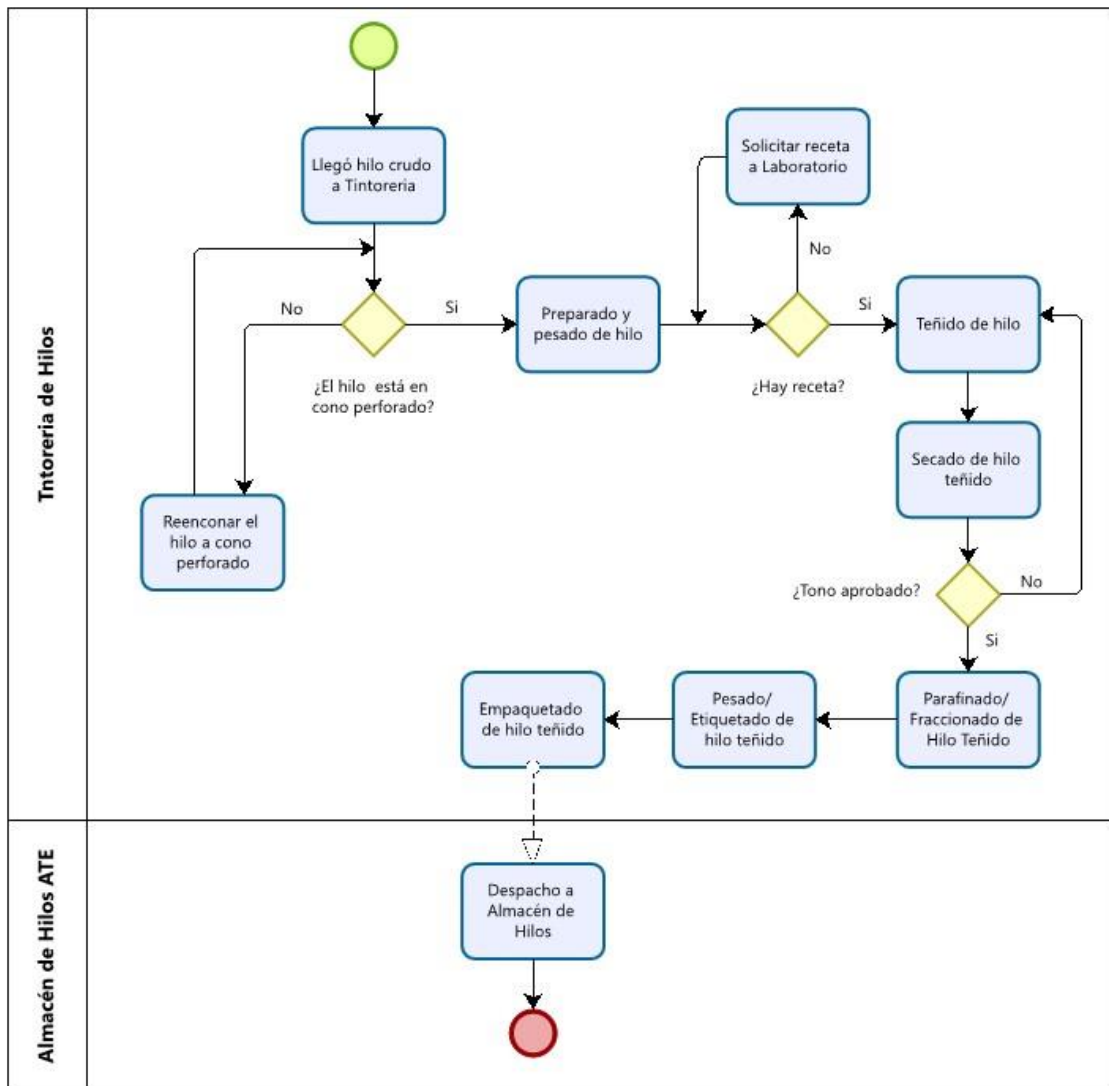


Nota. Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad (Rajadell, 2010)

Según Rajadell (2010), se debe crear un flujo continuo sin interrupciones, por lo que, después de la reorganización del layout de la Tintorería de Hilos, todas las actividades principales del proceso de teñido de hilos se realizan en un solo ambiente, formándose así un proceso de flujo continuo, evitando desplazamientos de materiales que demandarían minutos y esfuerzo innecesario en los operarios.

Figura 49:

Diagrama de Flujo mejorado del proceso de teñido de hilos



Nota. Elaboración propia

6. Abastecimiento sincronizado: Implementar un sistema pull de abastecimiento en el punto de uso para coordinar la producción.

Como se mencionó en el objetivo 02, la empresa cuenta con un sistema operativo, en el cual se puede tener acceso a una proyección de pedidos a futuro (ver figura 50), en donde también se indica las cantidades de prendas requeridas, así como las cantidades de hilos a comprar y poder así abastecer a la Planta de tintorería de Hilos sin llegar a tener exceso de inventarios.

Figura 50:

Proyección de Despachos

cmfrm012T Proyeccion de Despachos

MULTITECH WORLD S.A.

Periodo (YYYYMM):

Total x Mes			
Mes	Unidades	Total US\$	Kilos
Septiembre 2023	159,104	1,782,996	46,532
Octubre 2023	214,557	2,264,114	63,258
Noviembre 2023	1,064,770	8,974,702	328,821
Diciembre 2023	968,723	5,634,080	257,250
Enero 2024	81,763	534,076	17,385
Febrero 2024	355,622	2,294,931	100,041

Total x Grupo Prenda - Septiembre 2023			
Prenda	Unidades	Total US\$	Kilos
T-SHIRT	109,696	946,331	29,339
POLO SHIRT	44,805	729,033	15,304
PANTALON	1,309	25,853	568
CASACA	1,313	28,390	409

Pedidos de Septiembre 2023										
O/P	PO	Estilo	Prenda	Cliente	Tela	Despacho	Unidades	Otros	P.U.	Total US\$
38885	4601242988	1MAA277	CAMISA	TRAVIS MAT	Jersey Full Lycra	2023/10/0	1,981	VAPORIZA	26.95	53,38
38964	67815	M000T676G	HENLEY M/L	RAG & BONE	Jersey Calado 12	2023/09/2	800	LAVADO E	15.50	12,40
38963	67815	M000T656G	HENLEY M/L	RAG & BONE	Jersey Calado 12	2023/09/2	800	LAVADO E	15.50	12,40
38279	32621	KKU2321 H2	HODDIE	FAHERTY	Jersey Calado 12	2023/09/2	630	LAVADO E	20.40	12,85
38280	32620	KKS2306 H-	HODDIE	FAHERTY	Jersey 12/1 Neal	2023/09/2	683	LAVADO E	22.75	15,53
38955	4601274295	1MAA008	POLO BOX M	TRAVIS MAT	Interlock Oxford M	2023/09/2	533	POR DEFI	16.60	8,84
38958	4601278609	1MAA028JV	POLO BOX M	TRAVIS MAT	Interlock Oxford M	2023/09/2	155	SIN LAVAI	15.25	2,36
38903	4601264366	1MAA028	POLO BOX M	TRAVIS MAT	Interlock Oxford M	2023/09/1	12,738	SIN LAVAI	15.25	194,25
38956	4601274296	1MAA008NL	POLO BOX M	TRAVIS MAT	Interlock Oxford M	2023/09/2	533	POR DEFI	16.40	8,74
38957	4601274298	1MAA028	POLO BOX M	TRAVIS MAT	Interlock Oxford M	2023/09/2	467	SIN LAVAI	15.25	7,12
38901	4601264364	1MAA008	POLO BOX M	TRAVIS MAT	Interlock Oxford M	2023/09/1	9,091	POR DEFI	16.60	150,91
38901	1351810	1MAA008	POLO BOX M	TRAVIS MAT	Interlock Oxford M	2023/09/1	990	POR DEFI	16.60	16,43
38902	4601264365	1MAA008NL	POLO BOX M	TRAVIS MAT	Interlock Oxford M	2023/09/1	1,022	POR DEFI	16.40	16,76
38690	14901430729	PARLAY 203	POLO BOX M	HUGO BOSS	Interlock 50/1 Pi	2023/10/0	3,040	POR DEFI	17.85	54,26
38903	1351811	1MAA028	POLO BOX M	TRAVIS MAT	Interlock Oxford M	2023/09/1	412	SIN LAVAI	15.25	6,28

Nota. La Organización

Gracias a dicha proyección, las distintas áreas de producción de la empresa, entre ellas la Tintorería de Hilos, saben que pedidos de qué clientes son las prioridades, para así dar las prioridades respectivas a los hilos teñidos a parafinar que están en cola.

- Mejora continua: Monitorear tiempos de ciclo, productividad y eficiencia aplicando Kaizen cuando se detecten desviaciones.

Después de haber realizado los cambios en el layout de la Tintorería de Hilos, se establecieron políticas de mejora continua, las cuales serán supervisadas por un comité formado por empleados y obreros de las distintas áreas de la empresa. Dicho comité dispone de diversos formatos o documentos en los cuales se plasman los detalles de las políticas de mejora continua (ver figura 51).

51:

Formato de implementación Kaizen

KAIZEN ESTANDAR PDCA			
Lugar: _____ Tema: _____			
PLANEAR Descripción del fenómeno Objetivos 1. 2. 3.	<p>El diagrama de flujo muestra un proceso con tres etapas de 'Comparar' que convergen en un punto central, del cual se deriva un flujo que termina en un círculo etiquetado como 'Problemas'.</p>	HACER Descripción de la solución Plan de acción	
ACTUAR Estandarización		REVISAR Verificación de resultados	
Líder del proyecto:	Fecha Inicio:	Equipo de implementación:	

Nota. Elaboración propia

8. Estandarización: Documentar los nuevos procesos, procedimientos, instrucciones y formatos.

Todos los cambios deben quedar documentados en formatos, layout actualizado (ver figura 47), diagrama de flujo del proceso de teñido de hilos actualizado post implementación (ver figura 46), etc.

9. Capacitación: Capacitar a los operarios en los nuevos métodos de trabajo bajo flujo continuo.

El comité de mejora continua está encargado de establecer programas de capacitación destinado a todos los trabajadores de la empresa, a través de diversos formatos dependiendo de las actividades o procesos a tratar. En este caso (ver figura 52), se dispone de un formato de capacitación de mejora continua hacia los trabajadores

52:

Formato de capacitación kaizen

Formato de Capacitación Kaizen			
Tema: Implementar flujo continuo para reducir tiempos muertos en parafinado			
Fecha:			
Facilitador:			
Participantes:			
Pregunta	Excelente	Bien	Mal
Se analizó el problema de tiempos muertos en el proceso de parafinado			
Se estableció un objetivo cuantificable de reducción de tiempos muertos			
Se analizaron las causas raíz del tiempo muerto en el proceso			
Se desarrolló la contramedida de implementar flujo continuo			
Se estableció un plan de implementación del flujo continuo			
Se asignaron responsables para la implementación			
Se asignaron los recursos necesarios para la implementación			
Se implementó el flujo continuo según lo planeado			
Se monitorearon los tiempos muertos para verificar la mejora			
Se estandarizó el proceso de flujo continuo			
Se comunicaron los resultados y aprendizajes del Kaizen			
Se definieron nuevas oportunidades de mejora en el proceso			
Observaciones:			
• -			
• -			
• -			
Recomendaciones:			
• -			
• -			
• -			

Nota. elaboración propia

10. Compromiso: Reuniones periódicas para reforzar el compromiso de los operarios con la mejora continua (ver figura 53).

Figura 53:

Cronograma de Programa de Mejora Continua

CRONOGRAMA DE PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA EN LOS PROCESOS DE TINTORERIA DE HILOS JULIO - DICIEMBRE 2023																												
Organización: Compañía Textil del Centro SA																												
Facilitador:																												
Fecha:																												
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																												
Actividades	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Reunión de análisis del proceso actual	X				X				X				X				X				X				X			
Reunión de implementación de mejoras		X				X				X				X				X				X				X		
Reunión de capacitación a trabajadores			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X

_____	_____
Firma de Jefe de Planta	Firma de Presidente de Comité

Nota. Elaboración propia

El comité de mejora continua estableció un cronograma a 06 meses de las reuniones destinadas a todos los empleados y obreros. Estas se dividen en 03 tipos de reuniones (ver figura 53):

- Reunión de análisis del proceso actual: Destinada al ingeniero jefe de Planta, a los supervisores de Planta y a los supervisores del área de Mantenimiento. En esta reunión analizan el estado actual de todos los procesos productivos que cubre la Planta, no solo sobre el teñido de hilos, buscando algún cuello de botella y proceso a mejorar.
- Reunión de implementación de mejoras: Destinada al ingeniero jefe de Planta, a los supervisores de Planta y a los supervisores del área de Mantenimiento. En esta reunión discuten sobre las posibles mejoras a implementar en cada uno de los procesos productivos que cubre la Planta.
- Reunión de capacitación a los trabajadores: Destinada a los supervisores de Planta, a obreros de cada una de las áreas de la Planta y del área de Mantenimiento (la elección de los trabajadores es por rotación). En esta reunión el comité de mejora continua brinda capacitaciones didácticas a los trabajadores respecto a las nuevas mejoras implementadas y a los posibles nuevos roles que cubrirá cada trabajador.

- **Situación Después (Post Test)**

Una vez implementado los pasos y cambios planteados por la herramienta de Flujo Continuo, se volvieron a tomar los tiempos de muestra post test de espera de material para parafinado de hilos, habiendo enfocado únicamente en las coneras para hilo algodón. Estas nuevas mediciones arrojaron los siguientes resultados (ver tabla 20):

Se observó una reducción significativa en los tiempos de espera, con un nuevo promedio de 15.50 minutos en contraste con los 35.25 minutos iniciales. Este cambio representa una mejora del 55.9% en el lead time de esta etapa del proceso.

Las mejoras se pueden atribuir a varios factores. En primer lugar, la implementación de pronósticos y planeación integrada de la producción permitió un mejor balance entre la capacidad de teñido y parafinado. Esto redujo la acumulación de inventarios y las máquinas esperando material.

Asimismo, la estandarización y documentación de los procesos de enconado, así como la incorporación de nuevas técnicas y herramientas, aumentaron la velocidad de esta operación crítica. Se eliminaron los cuellos de botella en enconado incluso con los volúmenes más altos.

Por otro lado, los cambios en la distribución de planta, con líneas de producción más integradas y menos transportes, redujeron los tiempos de ciclo totales. El nuevo layout minimizó distancias recorridas y handling.

Más allá de los cambios específicos realizados, un factor relevante fue la creación de una cultura de mejora continua en las áreas involucradas. El personal operativo se involucró activamente en la medición de tiempos, análisis de causas raíz y generación de ideas de optimización. Esta participación permitió aprovechar al máximo el conocimiento y experiencia de los trabajadores.

Asimismo, se reforzaron las prácticas de organización y disciplina operacional a través de las 5S. Las áreas de trabajo se mantienen ordenadas, limpias y estandarizadas. Se implementaron rutinas diarias de inspección y chequeos rápidos de equipos para identificar desviaciones. En general, se aprecia un cambio positivo en la cultura hacia la eficiencia y productividad.

En cuanto al impacto económico, la reducción de tiempos de espera se tradujo en un aumento de la productividad de las líneas sin inversiones adicionales en activos. Esto mejoró indicadores como costo unitario de producción y utilización de la capacidad instalada.

Por último, se destaca el compromiso de la alta dirección para promover y dar seguimiento a estas iniciativas de mejora continua. El involucramiento visible de los altos mandos y la provisión de recursos fue vital para superar obstáculos y asegurar la implementación efectiva.

En resumen, el enfoque integral implementado a través de la metodología de Flujo Continuo no solo se tradujo en una optimización efectiva de los tiempos de espera para el parafinado, sino que también dejó una huella significativa en la eficiencia global del proceso. Las mediciones post-test revelan una mejora sustancial en esta métrica clave, con una disminución notable en los lapsos temporales, lo cual no solo agiliza el proceso de parafinado, sino que también incide directamente en la mejora de la productividad en el área de teñido. Este impacto positivo se traduce en beneficios tangibles, ya que la reducción de los tiempos de espera no solo contribuye a una mayor eficiencia operativa, sino que también facilita una producción más ágil y adaptable a las demandas del mercado, posicionando al proceso de teñido como un componente clave en la cadena de suministro.

Tabla 20:

Tiempo promedio de espera de material para parafinado después de Flujo Continuo

Actividad	Tiempo
Espera de material para parafinado	15.50 min

Nota. Elaboración propia

● **Muestra después**

Estos datos pre test fueron tomados desde el 01 de junio hasta el 07 de agosto del 2023. como se muestra en la tabla 21.

Tabla 21:

Muestras de tiempos muertos por espera de material para parafinado - Post-test

Datos Post-test	15,50	minutos
Datos POST TEST	Tiempo de espera de de material para parafinado (minutos)	
SEMANA 22	17	
SEMANA 23	14	
SEMANA 24	16	
SEMANA 25	13	
SEMANA 26	16	
SEMANA 27	15	
SEMANA 28	18	
SEMANA 29	14	
SEMANA 30	15	
SEMANA 31	17	

Nota. Elaboración propia

Resumen de resultados

Tabla 22:

Resumen de Resultados

	Hipótesis Especificas	Variable Independiente	Variable Dependiente	Indicador VD	Pre test (min)	Post test (min)	Diferencia	%
Problema específico 1	Si se implementa la técnica SMED, entonces se disminuirá el tiempo de preparación de la máquina de teñido	SMED	Tiempo de preparación de máquina de teñido	Tiempo promedio de preparación de máquina (minutos)	121,10	92,70	28,40	23,45%
Problema específico 2	Si se implementa el flujo continuo, entonces se reducirá el tiempo muerto por espera de material para teñido	Flujo continuo	Tiempo muerto por espera de material para teñido	Tiempo promedio de espera para teñido (minutos)	94,90	63,60	31,30	32,98%
Problema específico 3	Si se implementa el Flujo continuo, entonces se reducirá el tiempo muerto por espera de material para parafinado	Flujo continuo	Tiempo muerto por espera de material para parafinado	Tiempo promedio de espera para parafinado (minutos)	27,20	15,50	11,70	43,01%

Nota. Elaboración propia

4.2 Análisis de resultados

Generalidades

En esta sección se presentan los planteamientos y los resultados de las pruebas de normalidad y de las pruebas de hipótesis de esta investigación, donde se expone el detalle de la información levantada de las muestras en situación pre test y en situación post test, de tal manera que se pueda comprobar y verificar el contraste de las muestras, a través del análisis de la estadística inferencial planteadas en la investigación para cada una de las hipótesis específicas. Para todos los resultados de las pruebas se ha utilizado el software estadístico SPSS, versión 29.

Pruebas de normalidad (para las tres hipótesis)

Para las pruebas de normalidad se plantean las siguientes hipótesis:

H0: Hipótesis Nula – Los datos de la muestra, SI siguen una distribución normal

H1: Hipótesis Alterna – Los datos de la muestra, NO siguen una distribución normal

Nivel de significancia: Sig. = 0.05 **Regla**

de decisión:

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor a 5,00% (Sig. > 0,05), entonces, se acepta la hipótesis nula (H0)

Por lo tanto, los datos de la muestra, **SI** siguen una distribución normal.

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor menor o igual al 5,00% (Sig. \leq 0,05), entonces, se acepta la hipótesis alterna (H1)

Por lo tanto, los datos de la muestra, **NO** siguen una distribución normal.

Contrastación de hipótesis (para las tres hipótesis)

Para la contrastación de hipótesis se plantea la siguiente validez de la hipótesis: H0: Hipótesis Nula – NO existe diferencia estadística significativa entre la muestra PreTest y la muestra Post Test.

H1: Hipótesis Alterna – SI existe diferencia estadística significativa entre la muestra PreTest y la muestra Post Test. Nivel de significancia: Sig. = 0.05 **Regla de decisión:**

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor a 5,00% (Sig. > 0,05), entonces, se acepta la hipótesis nula (H0), o lo que es lo mismo, se rechaza la

hipótesis del investigador. Por lo tanto: NO se aplica la Variable Independiente (Variable Teórica) del investigador.

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor menor o igual al 5,00% (Sig. $\leq 0,05$), entonces, se acepta la hipótesis alterna (H1), o lo que es lo mismo, se acepta la hipótesis del investigador. Por lo tanto: SI se aplica la Variable Independiente (Variable Teórica) del investigador.

Primera hipótesis específica

(H1): Si se implementa la técnica SMED, entonces se disminuirá el tiempo de preparación de la máquina de teñido.

Pruebas de normalidad

- **Pre-test: Muestra variable dependiente 01**

Los datos analizados fueron obtenidos desde el 01 de marzo del 2023 hasta el 07 de mayo del 2023. (ver tabla 23)

Se ingresaron los datos al programa estadístico SPSS para la aplicación de la prueba de normalidad. Esta muestra tiene una cantidad de 10 datos, menor a 50, por lo que se opta por el nivel de significancia del Test de Shapiro - Wilks.

El resultado de la prueba de normalidad de la variable 01 se muestra en la figura 54.

Tabla 23:

Muestra de tiempos de preparación de máquina de teñido PreTest

Datos Pre-test	121,10	minutos
Datos PRE TEST	Tiempo de preparación de máquina de teñido (minutos)	
SEMANA 09	125	
SEMANA 10	120	
SEMANA 11	123	
SEMANA 12	118	
SEMANA 13	122	
SEMANA 14	124	
SEMANA 15	122	
SEMANA 16	117	
SEMANA 17	121	
SEMANA 18	119	

Nota. Elaboración propia

Figura 54:

Resultado de la prueba de normalidad pre-test de la hipótesis 01

Pruebas de normalidad							
Muestra pre (1) - Post(2)	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
V2 Muestra PRE	.135	10	.200*	.975	10	.935	

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Elaboración propia

Según muestra la figura 54, podemos observar el nivel de significancia (sig = 0.935) y basándonos en las reglas de decisión previamente establecidas:

- Sig > 0,05; la distribución SI es normal
- Sig ≤ 0,05; la distribución NO es normal

Se acepta la hipótesis nula (H0) y por lo tanto los datos de la muestra pre test de la hipótesis 01 siguen una distribución normal.

- **Post-test: Muestra variable dependiente 01**

Se analizaron los datos obtenidos en el periodo (01 de Junio a 07 de Agosto) (ver tabla 24)

Tabla 24:

Muestra de tiempos de preparación de máquina de teñido post-test

Datos Post-test	92,70	minutos
Datos POST TEST	Tiempo de preparación de máquina de teñido (minutos)	
SEMANA 22	95	
SEMANA 23	93	
SEMANA 24	92	
SEMANA 25	94	
SEMANA 26	91	
SEMANA 27	94	
SEMANA 28	93	
SEMANA 29	90	
SEMANA 30	92	
SEMANA 31	93	

Nota. Elaboración propia

Figura 55:

Resultado de la prueba de normalidad post-test de la hipótesis 01

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Muestra pre (1) - Post(2)	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
V2 Muestra Post	.180	10	.200*	.966	10	.854	

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Elaboración propia

Según muestra la figura 55, podemos observar el nivel de significancia ($\text{sig} = 0.854$) y basándonos en las reglas de decisión previamente establecidas:

- $\text{Sig} > 0,05$; la distribución SI es normal
- $\text{Sig} \leq 0,05$; la distribución NO es normal

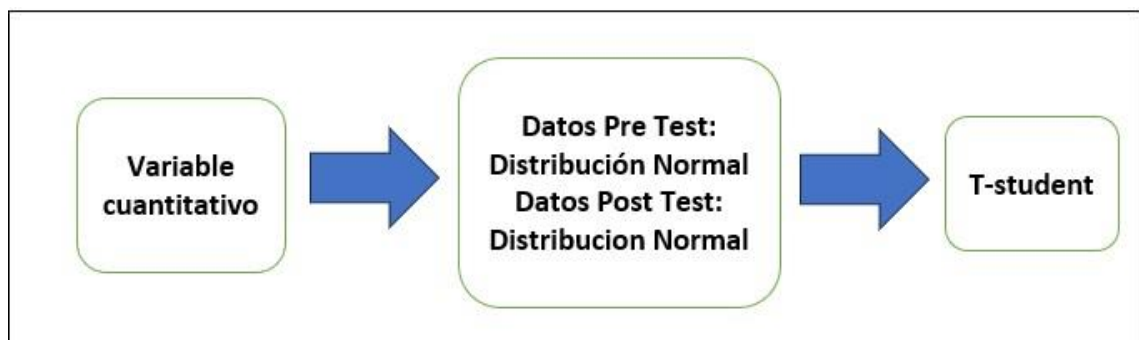
Se acepta la hipótesis nula (H_0) y por lo tanto los datos de la muestra post test de la hipótesis 01 siguen una distribución normal.

Contrastación de Hipótesis:

En este punto, se obtuvieron los resultados de las pruebas de normalidad de la variable independiente 01, donde se concluyó que los resultados de las muestras pretest y posttest siguen una distribución normal, es decir, muestras paramétricas. (Ver figura 55)

Figura 56:

Determinación de la prueba de hipótesis T Student



Nota. Elaboración propia

En el diagrama se muestra que la prueba de hipótesis a usar es el T-student para estas muestras relacionadas, ya que las variables son de tipo cuantitativo, que siguen una distribución normal, y además la toma de tiempos de la muestra tanto pre test como post test se realizaron para la máquina 25, que es la máquina de teñido que posee más carga de trabajo.

Por lo que, para contrastar la hipótesis, se plantea la siguiente validez de la hipótesis:

- H0: Si se implementa la Herramienta SMED, entonces NO se reducirá el tiempo de preparación de la máquina de teñido.
- H1: Si se implementa la Herramienta SMED, entonces SÍ se reducirá el tiempo de preparación de la máquina de teñido.

Luego se ingresan los datos Pre test y Post test de las muestras al software SPSS (ver figura 57).

Figura 57:

Muestra post -test

Prueba de muestras emparejadas										
		Diferencias emparejadas					Significación			
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P de un factor	P de dos factores
					Inferior	Superior				
Par 1	Muestra pre (1) - Post(2) - Muestrapost	28.400	2.319	.733	26.741	30.059	38.727	9	<.001	<.001

Nota. SPSS

Si el nivel de significancia es un valor menor o igual al 5,00% (Sig. $\leq 0,05$), entonces, se acepta la hipótesis alterna (H1), es decir, se acepta la hipótesis del investigador. Para esta investigación el nivel de significancia es sig $0.001 < 0.05$. Por lo tanto, se acepta la hipótesis (H1), es decir, si se implementa la Herramienta SMED, entonces SÍ se reducirá el tiempo de preparación de la máquina de teñido. (Ver figura 57)

Tabla 25:

Estadísticos descriptivos – Primera hipótesis específica

Descriptivos			
		Estadístico	Error estándar
pretest	Media	121.10	.823
	Mediana	121.50	
	Varianza	6.767	
	Desv. estándar	2.601	
Posttest	Media	92.70	.473
	Mediana	93.00	
	Varianza	2.233	
	Desv. estándar	1.494	

Nota. SPSS

De la Tabla 25, respecto a la situación pretest, se describe que el tiempo promedio de preparación de máquina de teñido de hilos (media) es de 121.10 minutos, el valor central de la muestra de los tiempos de preparación de máquina de teñido (mediana) es de 121.50

minutos y el tiempo promedio de diferencia de preparación de máquina respecto a la media (desviación estándar) es de 2.601 minutos.

Y respecto a la situación post-test, se describe que el tiempo promedio de preparación de máquina de teñido de hilos (media) es de 92.70 minutos, el valor central de la muestra de los tiempos de preparación de máquina de teñido (mediana) es de 93.00 minutos y el tiempo promedio de diferencia de preparación de máquina respecto a la media (desviación estándar) es de 1.494 minutos.

Segunda hipótesis específica

(H2): Si se implementa el flujo continuo, entonces se reducirá el tiempo muerto por espera de material para teñido

Pruebas de normalidad

- **Pre-test: Muestra variable dependiente 02**

Los datos analizados fueron obtenidos desde el 01 de marzo del 2023 hasta el 07 de mayo del 2023. (ver tabla 25)

Tabla 26:

Muestra de tiempos de espera de material para teñido de hilo Pre-Test

Datos Pre-test	94,90	minutos
Datos PRE TEST	Tiempo de espera de de material para teñido (minutos)	
SEMANA 09	97	
SEMANA 10	95	
SEMANA 11	98	
SEMANA 12	93	
SEMANA 13	96	
SEMANA 14	92	
SEMANA 15	94	
SEMANA 16	97	
SEMANA 17	91	
SEMANA 18	96	

Nota. Elaboración propia

Se ingresaron los datos al programa estadístico SPSS para la aplicación de la prueba de normalidad. Esta muestra tiene una cantidad de 10 datos, menor a 50, por lo que se opta por el nivel de significancia del Test de Shapiro - Wilks.

El resultado de la prueba de normalidad de la variable 02 se muestra en la figura 58.

Figura 58:

Resultado de la prueba de normalidad pre-test de la hipótesis 02

Pruebas de normalidad							
Muestra pre (1) - Post(2)	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
V2 Muestra pre	.182	10	.200*	.947	10	.630	

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. SPSS

Según muestra la figura 58, podemos observar el nivel de significancia (sig = 0.630) y basándonos en las reglas de decisión previamente establecidas:

- Sig > 0,05; la distribución SI es normal
- Sig ≤ 0,05; la distribución NO es normal

Se acepta la hipótesis nula (H0) y por lo tanto los datos de la muestra pre test de la hipótesis 02 siguen una distribución normal.

- **Post-test: Muestra variable dependiente 02**

Se analizaron los datos obtenidos en el periodo (01 de junio a 07 de agosto) como se muestra en la tabla 26.

Tabla 27:

Muestra de tiempos de espera de material para teñido de hilo Post-Test

Datos Post-test	63,60	minutos
Datos POST TEST	Tiempo de espera de de material para teñido (minutos)	
SEMANA 22	63	
SEMANA 23	61	
SEMANA 24	65	
SEMANA 25	62	
SEMANA 26	64	
SEMANA 27	66	
SEMANA 28	63	
SEMANA 29	67	
SEMANA 30	61	
SEMANA 31	64	

Nota. Elaboración propia

Figura 59:

Resultado de la prueba de normalidad post-test de la hipótesis 02

Pruebas de normalidad							
Muestra pre (1) - Post(2)	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
V2 muestra post	.121	10	.200*	.954	10	.717	

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. SPSS

Según muestra la figura 59, podemos observar el nivel de significancia (sig = 0.717) y basándonos en las reglas de decisión previamente establecidas:

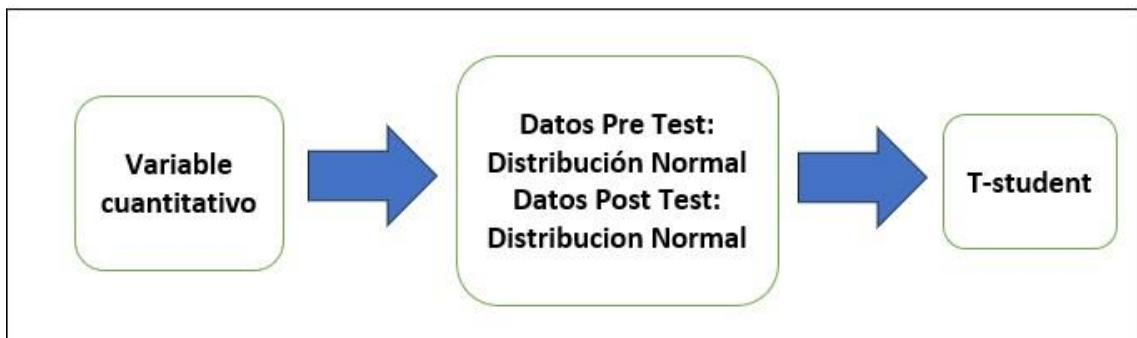
- Sig > 0,05; la distribución SI es normal
- Sig ≤ 0,05; la distribución NO es normal

Se acepta la hipótesis nula (H0) y por lo tanto los datos de la muestra post test de la hipótesis 02 siguen una distribución normal.

Contrastación de Hipótesis:

En este punto, se obtuvieron los resultados de las pruebas de normalidad de la variable independiente 02, donde se concluyó que los resultados de las muestras pretest y posttest siguen una distribución normal, es decir, muestras paramétricas. (Ver figura 60) **Figura 60:**

Determinación de la prueba de hipótesis T Student



Nota. Elaboración propia

En el diagrama se muestra que la prueba de hipótesis a usar es el T-student para estas muestras relacionadas, ya que las variables son de tipo cuantitativo, que siguen una distribución normal, y además la toma de tiempos de la muestra tanto pre test como post test se realizaron en base al tiempo de espera por material para teñido que tiene la máquina 25.

Por lo que, para contrastar la hipótesis, se plantea la siguiente validez de la hipótesis:

- H0: Si se implementa el Flujo Continuo, entonces NO se reducirá el tiempo muerto por espera de material de teñido.
- H1: Si se implementa el Flujo Continuo, entonces SÍ se reducirá el tiempo muerto por espera de material de teñido.

Luego se ingresan los datos Pre test y Post test de las muestras al software SPSS.

Figura 61:

Resultados de pruebas de contrastación

Prueba de muestras emparejadas										
		Diferencias emparejadas					Significación			
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P de un factor	P de dos factores
					Inferior	Superior				
Par 1	Muestra pre (1) - Post(2)	31.300	2.359	.746	29.612	32.988	41.951	9	<.001	<.001

Nota. SPSS

Si el nivel de significancia es un valor menor o igual al 5,00% (Sig. $\leq 0,05$), entonces, se acepta la hipótesis alterna (H2), es decir, se acepta la hipótesis del investigador.

Para esta investigación el nivel de significancia es sig $0.001 < 0.05$. Por lo tanto, se acepta la hipótesis (H2), es decir, si se implementa el Flujo Continuo, entonces SÍ se reducirá el tiempo muerto por espera de material para teñido. (ver figura 61)

Tabla 28:

Estadísticos descriptivos – Segunda hipótesis específica

Descriptivos			
		Estadístico	Error estándar
pretest	Media	94.90	.737
	Mediana	95.50	
	Varianza	5.433	
	Desv. estándar	2.331	
Posttest	Media	63.60	.636
	Mediana	63.50	
	Varianza	4.044	
	Desv. estándar	2.011	

Nota. SPSS

De la Tabla 28, respecto a la situación pretest, se describe que el tiempo promedio de espera de material para teñido de hilos (media) es de 94.90 minutos, el valor central de la muestra de los tiempos de espera de material para de teñido (mediana) es de 95.50 minutos y el tiempo promedio de diferencia de espera de material para teñido respecto a la media (desviación estándar) es de 2.331 minutos.

Y respecto a la situación post-test, se describe que el tiempo promedio de espera de material para teñido de hilos (media) es de 63.60 minutos, el valor central de la muestra de los tiempos de espera de material para de teñido (mediana) es de 63.50 minutos y el tiempo promedio de diferencia de espera de material para teñido respecto a la media (desviación estándar) es de 2.011 minutos.

Tercera hipótesis específica

(H3): Si se implementa el Flujo continuo, entonces se reducirá el tiempo muerto por espera de material para parafinado

Pruebas de normalidad

- **Pre-test: Muestra variable dependiente 03**

Los datos analizados fueron obtenidos desde el 01 de marzo del 2023 hasta el 07 de mayo del 2023. (ver tabla 27) **Tabla 29:**

Muestra de tiempos de espera de material para parafinado de hilo Pre-Test

Datos Pre-test	27,20	minutos
Datos PRE TEST	Tiempo de espera de de material para parafinado (minutos)	
SEMANA 09	27	
SEMANA 10	25	
SEMANA 11	27	
SEMANA 12	29	
SEMANA 13	31	
SEMANA 14	26	
SEMANA 15	28	
SEMANA 16	30	
SEMANA 17	24	
SEMANA 18	25	

Nota. Elaboración propia

Figura 62:

Resultado de la prueba de normalidad pre-test de la hipótesis 03

Pruebas de normalidad							
Muestra pre (1) - Post(2)		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
V2	1	.135	10	.200 [*]	.961	10	.799

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. SPSS

Se ingresaron los datos al programa estadístico SPSS para la aplicación de la prueba de normalidad. Esta muestra tiene una cantidad de 10 datos, menor a 50, por lo que se opta por el nivel de significancia del Test de Shapiro - Wilks.

El resultado de la prueba de normalidad de la variable 03 se muestra en la figura 64. Según muestra la figura 62, podemos observar el nivel de significancia (sig = 0.799) y basándonos en las reglas de decisión previamente establecidas:

- Sig > 0,05; la distribución SI es normal
- Sig ≤ 0,05; la distribución NO es normal

Se acepta la hipótesis nula (H0) y por lo tanto los datos de la muestra pre test de la hipótesis 03 siguen una distribución normal.

• **Post-test: Muestra variable dependiente 03**

Se analizaron los datos obtenidos en el periodo (01 de junio a 07 de agosto) (ver tabla 28)

Tabla 30:

Muestra de tiempos de espera de material para parafinado de hilo Post-Test

Datos Post-test	15,50	minutos
Datos POST TEST	Tiempo de espera de de material para parafinado (minutos)	
SEMANA 22	17	
SEMANA 23	14	
SEMANA 24	16	
SEMANA 25	13	
SEMANA 26	16	
SEMANA 27	15	
SEMANA 28	18	
SEMANA 29	14	
SEMANA 30	15	
SEMANA 31	17	

Nota. Elaboración propia

Figura 63:

Resultado de la prueba de normalidad post-test de la hipótesis 03

Pruebas de normalidad								
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
Muestra pre (1) - Post(2)	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.		
V2 2	.129	10	.200*	.966	10	.849		
* . Esto es un límite inferior de la significación verdadera.								
a. Corrección de significación de Lilliefors								

Nota. SPSS

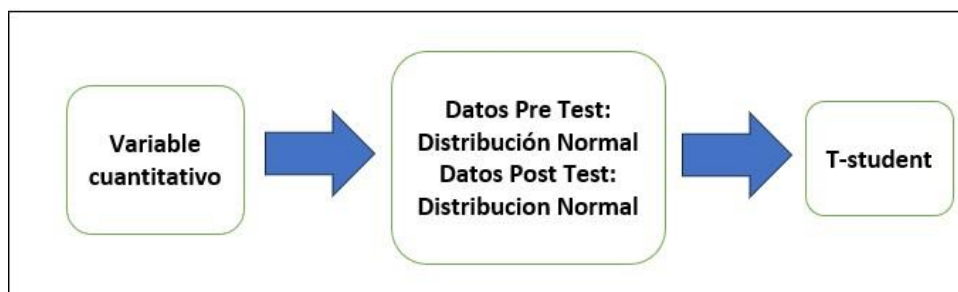
Según muestra la figura 63, podemos observar el nivel de significancia ($\text{sig} = 0.849$) y basándonos en las reglas de decisión previamente establecidas:

- $\text{Sig} > 0,05$; la distribución SI es normal
- $\text{Sig} \leq 0,05$; la distribución NO es normal

Se acepta la hipótesis nula (H_0) y por lo tanto los datos de la muestra post test de la hipótesis 03 siguen una distribución normal. (Ver figura 65) **Contrastación de Hipótesis:** En este punto, se obtuvieron los resultados de las pruebas de normalidad de la variable independiente 03, donde se concluyó que los resultados de las muestras pretest y posttest siguen una distribución normal, es decir, muestras paramétricas. (Ver figura 64)

Figura 64:

Determinación de la prueba de hipótesis 'T Student



Nota. Elaboración propia

En el diagrama se muestra que la prueba de hipótesis a usar es el T-student para estas muestras relacionadas, ya que las variables son de tipo cuantitativo, que siguen una distribución normal, y además la toma de tiempos de la muestra tanto pre test como post test se realizaron en base al tiempo de espera por material para parafinado que tienen las mismas máquinas coneras de hilo algodón.

Por lo que, para contrastar la hipótesis, se plantea la siguiente validez de la hipótesis:

- H_0 : Si se implementa el Flujo Continuo, entonces NO se reducirá el tiempo muerto por espera de material para parafinado.
- H_1 : Si se implementa el Flujo Continuo, entonces SÍ se reducirá el tiempo muerto por espera de material para parafinado.

Luego se ingresan los datos Pre test y Post test de las muestras al software SPSS.

Figura 65:
Resultados de pruebas de normalidad

Prueba de muestras emparejadas										
		Diferencias emparejadas					Significación			
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P de un factor	P de dos factores
Par 1	Muestra pre (1) - Post(2)	11.700	2.908	.920	Inferior	Superior	12.724	9	<.001	<.001
					9.620	13.780				

Nota. SPSS

Si el nivel de significancia es un valor menor o igual al 5,00% (Sig. $\leq 0,05$), entonces, se acepta la hipótesis alterna (H3), es decir, se acepta la hipótesis del investigador. Para esta investigación el nivel de significancia es sig $0.001 < 0.05$ (Ver figura 65). Por lo tanto, se acepta la hipótesis (H3), es decir, si se implementa el Flujo Continuo, entonces SÍ se reducirá el tiempo muerto por espera de material para parafinado.

Tabla 31:

Estadísticos descriptivos – Tercera hipótesis específica

Descriptivos			
		Estadístico	Error estándar
pretest	Media	27.20	.727
	Mediana	27.00	
	Varianza	5.289	
	Desv. estándar	2.300	
Posttest	Media	15.50	.500
	Mediana	15.50	
	Varianza	2.500	
	Desv. estándar	1.581	

Nota. SPSS

De la Tabla 31, respecto a la situación pretest, se describe que el tiempo promedio de espera de material para parafinado de hilo teñido (media) es de 27.20 minutos, el valor central de la muestra de los tiempos de espera de material para parafinado de hilo teñido (mediana) es de 27.00 minutos y el tiempo promedio de diferencia de espera de material para parafinado de hilo respecto a la media (desviación estándar) es de 2.30 minutos.

Y respecto a la situación post-test, se describe que el tiempo promedio de espera de material para parafinado de hilo teñido (media) es de 15.50 minutos, el valor central de la muestra de los tiempos de espera de material para parafinado de hilo teñido (mediana) es de 15.50 minutos y el tiempo promedio de diferencia de espera de material para parafinado de hilo respecto a la media (desviación estándar) es de 1.581 minutos.

CONCLUSIONES

- 1- El resultado de la aplicación de la técnica SMED para disminuir los tiempos de preparación de la máquina de teñido fue positivo, reduciendo el tiempo de 121.10 minutos a 92.80 minutos, lo cual representa una disminución de 28.30 minutos equivalente al 23.4% de reducción del tiempo de preparación de máquina de teñido. Esta reducción demuestra que la aplicación de la técnica SMED es una herramienta efectiva para optimizar los procesos de preparación de máquinas y aumentar la productividad al reducir los tiempos muertos.
- 2- La implementación del flujo continuo para reducir el tiempo muerto por espera de material para teñido también fue positiva, logrando disminuir el tiempo de 94.90 minutos a 63.60 minutos, equivalente a una reducción de 31.30 minutos que representa el 33% de reducción del tiempo de espera. Esto evidencia que la aplicación de flujo continuo es una técnica eficaz para reducir tiempos improductivos y mejorar el flujo de producción en el área de teñido.
- 3- La implementación de flujo continuo en el proceso de parafinado consiguió reducir el tiempo de espera de material de 27.20 minutos a 15.50 minutos, equivalente a una disminución de 11.70 minutos (43%). Esta mejora demuestra que el flujo continuo elimina cuellos de botella y optimiza el proceso productivo de parafinado al reducir drásticamente los tiempos de espera.
- 4- La implementación de Lean Manufacturing mediante herramientas como SMED y flujo continuo optimizó los procesos de teñido y parafinado en la empresa textil al reducir tiempos improductivos y desperdicios. El éxito de esta metodología demuestra su efectividad para incrementar la productividad y competitividad en manufactura.
- 5- Mediante la implementación exitosa de la metodología SMED, se consiguió una significativa disminución en los lapsos dedicados a la preparación de la maquinaria de teñido. Esta optimización no solo redundó en una mayor eficiencia operativa, sino que también permitió una respuesta más ágil ante las necesidades del proceso de teñido. La reducción de los tiempos de preparación no solo representa un notable ahorro de recursos,

sino que también facilita una programación más flexible, mejorando la capacidad de adaptación a cambios imprevistos en la producción.

6-La implementación del flujo continuo se tradujo en una destacada reducción del tiempo inactivo provocado por la espera de material necesario para el proceso de teñido. Esta optimización no solo mejoró la eficiencia en la cadena de suministro, sino que también permitió una planificación más precisa de la producción. Al minimizar las interrupciones causadas por la carencia de material, se logró un aumento palpable en la productividad, ofreciendo un flujo más constante en el proceso de teñido y, por consiguiente, mejorando la capacidad de cumplir con los plazos de entrega de manera más constante.

7- La aplicación del flujo continuo también generó un impacto positivo en la reducción del tiempo inactivo asociado con la espera de material necesario para el proceso de parafinado. La optimización de la cadena de suministro en este aspecto no solo incrementó la eficiencia operativa, sino que también mejoró la sincronización entre los diferentes pasos del proceso. Esta mejora contribuyó directamente a una producción más fluida en el área de parafinado, minimizando las interrupciones y asegurando un uso más eficiente de los recursos. En última instancia, se logró una mayor coherencia en la ejecución del proceso, generando beneficios tangibles en términos de productividad y capacidad de respuesta.

RECOMENDACIONES

- 1- A fin de continuar con la mejora continua de los tiempos de preparación de máquina de teñido de hilos, se recomienda estandarizar los nuevos procedimientos de preparación de máquinas resultantes de la implementación de SMED en la empresa, con diagramas de flujo y documentación. Asimismo, establecer indicadores de control del tiempo de preparación para monitorear que se mantengan los resultados obtenidos, a fin de seguir buscando eliminar cuellos de botellas que se presenten en el proceso productivo, sobre todo, relacionado con la preparación de las máquinas de teñido de hilos.

- 2- A fin de continuar con los resultados positivos de la implementación del flujo continuo enfocado en los tiempos de espera de material para teñido de hilos, se sugiere mantener el concepto Kaizen para la mejora continua del proceso de teñido en todo el personal del área de Tintorería de Hilos, involucrando a los operarios en la identificación de oportunidades en la nueva estructuración de la Planta de tintorería de Hilos.

- 3- A fin de mantener los resultados positivos de la implementación del flujo continuo enfocado en los tiempos de espera de material para parafinado de hilos, se propone reevaluar la distribución de personal respecto a las asignaciones de máquinas de teñidos y coneras que tiene cada uno, en especial sobre las coneras para parafinado, ya que esta actividad requiere concentración por parte del operario, por lo que asignarle otra actividad en simultáneo mermaría la eficiencia de este.

REFERENCIAS

- Banco Central de Reserva del Perú (2022). *Memoria 2022*. Obtenido de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Memoria/2022/memoria-bcrp2022.pdf>
- BONILLA, Elsie; Bertha DÍAZ, Fernando KLEEBERG y María Teresa Noriega. 2010. mejora continua de los procesos: herramienta y técnicas. Primera edición. Lima: Fondo Editorial Universidad de Lima.
- Calidad & Gestión. (11 de septiembre de 2012). Mejora Continua - Diagrama de Pareto. Recuperado el 23 de junio de 2023, de https://calidadgestion.wordpress.com/2012/09/11/mejora_continuadiagrama_de_pareto
- Caballero, F. (2015). Materia prima. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/materia-prima.html#referencia>.
- ComexPerú. (2021, 26 de abril). Exportaciones textiles crecen un 18.8% en el primer trimestre de 2021 [Noticia]. Recuperado de [https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportaciones-textiles-crecen-un-188en-el-primer-trimestre-de-2021#:~:text=A%20nivel%20de%20comercio%20internacional,\(US%24%20287%20millones\)](https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportaciones-textiles-crecen-un-188en-el-primer-trimestre-de-2021#:~:text=A%20nivel%20de%20comercio%20internacional,(US%24%20287%20millones)).
- Deming, W. E. (1982). *Out of the crisis*. MIT Press.
- García, A. C. (1993). *Análisis documental: el análisis formal*. Revista general de información y documentación, 3(1), 11.
- García, R. J. L. (1996). *Cómo elaborar un proyecto de investigación*. DIGITALIA.
- González, F. (2007). Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales Herramientas. Revista Panorama Administrativo, 85-112.
- Guillén, M., & Ayuso, M. (2004). La importancia del efecto del diseño. Medicina Clínica, 122(Supl. 1), 35-38.

- Hall, J. (2018). *Métodos de investigación en ciencias sociales*. México: Pearson. Sunat. (2020). Guía práctica para la declaración aduanera de mercancías. Recuperado de https://www.sunat.gob.pe/orientacionaduanera/guiapRACTICA/declaracion_aduanera/declaracion-aduanera-mercancias.pdf
- Hernández, S. y Duana, D. (2020). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019/7678>
- Hernández-Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Mcgraw-hill.
- Hernández, J. y Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*. Escuela de Organización Industrial.
- Iso (2015) Norma Internacional ISO 9001. Recuperada de <http://www.itvalledelguadiana.edu.mx/ftp/Normas%20ISO/ISO%209001-2015%20Sistemas%20de%20Gesti%C3%B3n%20de%20la%20Calidad.pdf>
- Lazala, N. (2011). *Lean manufacturing y sus herramientas*. Obtenido de <https://www.eoi.es/blogs/nayellymercedeslazala/2011/12/18/leanmanufacturingy-sus-herramientas/>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Plenert, G. (2012). *Reinventing Lean: Introducing Lean Management into the Supply Chain*. Elsevier.
- Progressa lean (2017) *Expertos en Lean Manufacturing, Kaizen Y Mejora Continua*. Recuperado de <http://www.progressalean.com/que-es-smed/>.
- RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José 2010 *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Rodriguez, F. (2009). *Lecturas de Ingeniería 6 “La manufactura esbelta”*. Obtenido de http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m4/manufactura%20esbelta.pdf
- Romero, A. (2015). *Ventajas del Lean Manufacturing*. Obtenido de <http://www.angelantonioromero.com/ventajas-del-lean-manufacturing/>

Schellenberg, T. R. (1956). *Modern archives* (p. 4). Chicago, IL: University of Chicago Press.

SHINGO, S. (1983). A Revolution in Manufacturing the SMED System by Shingō. Shigeo (R. T. Sataloff. M. M. Johns. & K. M. Kost (eds.); 3ª ed.). Productivity Press.

Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing Paso a Paso*. Barcelona: ICG Marge.

Summers, C. (2006). *Administración de la Calidad*. México D.F.: Pearson Educación.

Touron, J. (2016). *Lean manufacturing: definición, origen y evolución*. Obtenido de <https://www.sistemasoe.com/lean-manufacturing/>

ANEXOS

○ Anexo A: Matriz de Consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Indicador VI	Variable Dependiente	Indicador VD
¿Cómo reducir el tiempo de proceso de teñido de los hilos en una empresa textil?	Implementar el Lean Manufacturing para reducir el tiempo de teñido de los hilos en una empresa textil	Si se implementa Lean Manufacturing, entonces se podrá reducir el tiempo de proceso de teñido de los hilos en una empresa textil	Lean Manufacturing		Tiempo de proceso de teñido de hilos	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas				
¿Cómo disminuir el tiempo de preparación de la máquina de teñido en una empresa textil?	Implementar la técnica SMED para disminuir los tiempos de preparación de la máquina de teñido	Si se implementa la técnica SMED, entonces se disminuirá el tiempo de preparación de la máquina de teñido	SMED	Si/No	Tiempo de preparación de máquina de teñido	Tiempo promedio de preparación de máquina
¿Cómo reducir los tiempos muertos por espera de material para teñido de una empresa textil?	Implementar el flujo continuo para reducir el tiempo muerto por espera de material para teñido	Si se implementa el flujo continuo, entonces se reducirá el tiempo muerto por espera de material para teñido	Flujo continuo	Si/No	Tiempo muerto por espera de material para teñido	Tiempo muerto promedio de espera para teñido
¿Cómo reducir los tiempos muertos por espera de material para parafinado en una empresa textil?	Implementar el Flujo Continuo para reducir el tiempo muerto por espera de material para parafinado	Si se implementa el Flujo continuo, entonces se reducirá el tiempo muerto por espera de material para parafinado	Flujo continuo	Si/No	Tiempo muerto por espera de material para parafinado	Tiempo muerto promedio de espera para parafinado

Nota. Elaboración propia ○

Anexo B: Matriz de Operacionalización

Variable	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
Independiente			
Lean Manufacturing	Si/No	Metodología para la mejora continua de los procesos de producción, enfocada en la eliminación sistemática de desperdicios	Presencia o ausencia de iniciativas para la eliminación de desperdicios en los procesos de producción, como pueden ser la identificación y eliminación de actividades que no agregan valor, la simplificación y estandarización de los procesos, la reducción del tiempo de entrega, entre otros
SMED	Si/No	Conjunto de técnicas para la reducción del tiempo de cambio de herramientas en producción.	Existencia o no de técnicas utilizadas para la reducción del tiempo de cambio de herramientas en el proceso de producción, como por ejemplo la estandarización de operaciones, la simplificación de herramientas y equipos, la incorporación de dispositivos de acoplamiento rápido, entre otros.
Flujo continuo	Si/No	Estrategia que busca minimizar los tiempos de espera y de almacenamiento de productos en el proceso de producción	Presencia o ausencia de medidas destinadas a la eliminación de cuellos de botella y tiempos muertos en los procesos de producción, mediante la implementación de técnicas y herramientas que permiten asegurar un flujo continuo de materiales y productos a través del proceso, reducir los tiempos de inactividad y minimizar los tiempos de espera y almacenamiento de productos.
Variable Dependiente			
Variable	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
Tiempo de preparación de máquina de teñido	Tiempo promedio de preparación de máquina	Tiempo que se requiere para preparar la máquina de teñido previo al inicio del proceso de teñido.	Determinación del promedio de tiempo que se requiere para preparar la máquina de teñido, considerando el tiempo transcurrido desde el final del proceso anterior hasta la puesta en marcha total de la máquina para el proceso de teñido. Se deberá registrar el tiempo inicial y final de cada preparación, a fin de analizar las causas y variabilidades en torno al tiempo de preparación de la máquina.

<p>Tiempo muerto por espera de material para teñido</p>	<p>Tiempo muerto promedio de espera para teñido</p>	<p>Tiempo que se pierde cuando se espera que llegue el material necesario para iniciar el proceso de teñido</p>	<p>Cálculo del tiempo promedio que se pierde esperando que el material necesario para el teñido llegue a la línea de producción, considerando el tiempo transcurrido desde que se inicia el proceso de pedido hasta el momento en que el material está disponible en la línea.</p>
<p>Tiempo muerto por espera de material para parafinado</p>	<p>Tiempo muerto promedio de espera para parafinado</p>	<p>Tiempo perdido esperando que el material necesario para el proceso de parafinado llegue a la línea de producción.</p>	<p>Determinación del tiempo promedio que se pierde esperando que el material necesario para el proceso de parafinado llegue a la línea de producción, considerando el tiempo transcurrido desde que se inicia el proceso de pedido hasta el momento en que el material está disponible en la línea.</p>

Nota. Elaboración propia ○

Anexo C: Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) actual

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS (DAP) - PROCESO ACTUAL								
EMPRESA	COMPAÑÍA TEXTIL DEL CENTRO SAC							
ÁREA	TINTORERÍA DE HILOS							
RESUMEN	ENCONAR-TEÑIDO-SECADO-PARAFINADO							
ACTIVIDAD	MÉTODO ACTUAL	MÉTODO MEJORADO	DIFERENCIA	OBSERVADOR:		JOHN GUILLEN FRANKLIN PACHECO		
OPERACIÓN	12			FECHA:		4-Set	2023	
INSPECCIÓN	5			MÉTODO:		ACTUAL:	X	
TRANSPORTE	4			TIPO:		MEJORADO:		
DEMORA	4					OPERARIO		
ALMACENAJE	1					MATERIAL		
TOTAL	26					MAQUINA		
TIEMPO TOTAL	1141.00 min (19.01 hrs)							
Nº	DESCRIPCIÓN	●	■	➔	▭	▼	TIEMPO (min)	OBSERV.
1	Desempaque del hilo crudo	●					5.00	
2	Inspección del hilo crudo	●					2.00	
3	Envío del hilo a zona de coneras	●					10.00	
4	Cargar hilos en las coneras	●					10.00	
5	Enconado/Fraccionado	●					180.00	
6	Inspección del hilo en cono perforado	●					3.00	
7	Envío del hilo a la Tintorería de Hilos	●					10.00	
8	Espera por mantenimiento preventivo	●					30.00	
9	Espera por lavado de máquina de teñido	●					100.00	
10	Espera por calentado de máquina de teñido	●					20.00	
11	Cargar hilos a la máquina de teñido	●					4.00	
12	Teñido	●					300.00	
13	Inspección de hilo teñido	●					5.00	
14	Jabonado y acabado de hilo teñido	●					60.00	
15	Descarga de hilo teñido de la máquina	●					5.00	
16	Secado de hilo	●					120.00	
17	Envío de hilo teñido a zona de coneras	●					12.00	
18	Inspección de hilo teñido	●					5.00	
19	Espera por limpieza de conera	●					30.00	
20	Cargar hilos teñidos y la parafina en las coneras	●					10.00	
21	Parafinado	●					180.00	
22	Inspección de hilo parafinado	●					5.00	
23	Etiquetado	●					5.00	
24	Empaquetado	●					10.00	
25	Envío de hilo teñido a Almacén de Hilos	●					20.00	
26	Almacenamiento de hilo teñido	●						

○ Anexo D: Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) Post Implementación

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS (DAP) MEJORADO								
EMPRESA	COMPAÑÍA TEXTIL DEL CENTRO SAC							
ÁREA	TINTORERÍA DE HILOS							
RESUMEN	ENCONAR-TEÑIDO-SECADO-PARAFINADO							
ACTIVIDAD	MÉTODO ACTUAL	MÉTODO MEJORADO	DIFERENCIA	OBSERVADOR:	JOHN GUILLEN FRANKLIN PACHECO			
OPERACIÓN	12	12	0	FECHA:	4-Set	2023		
INSPECCIÓN	5	5	0	MÉTODO:	ACTUAL:			
TRANSPORTE	4	4	0		MEJORADO:	X		
DEMORA	4	3	1	TIPO:	OPERARIO			
ALMACENAJE	1	1	0		MATERIAL			
TOTAL	26	25	1		MAQUINA			
TIEMPO TOTAL	1141.00 min (18.86 hrs)	992.50 min (16.54 hrs)	148.5 min (2.48 hrs)					
N°	DESCRIPCION	●	■	➡	⏸	▼	TIEMPO (min)	OBSERV.
1	Desempaque del hilo crudo	●					5.00	
2	Inspección del hilo crudo	●					2.00	
3	Envío del hilo a zona de coneras	●					0.50	
4	Cargar hilos en las coneras	●					5.00	2 operarios
5	Enconado/Fraccionado	●					150.00	2 operarios
6	Inspección del hilo en cono perforado	●					3.00	
7	Envío del hilo a la Tintorería de Hilos	●					1.00	
8	Espera por lavado y mantenimiento de máquina						100.00	
9	Espera por calentado de máquina de teñido						20.00	
10	Cargar hilos a la máquina de teñido	●					4.00	
11	Teñido	●					300.00	
12	Inspección de hilo teñido	●					5.00	
13	Jabonado y acabado de hilo teñido	●					60.00	
14	Descarga de hilo teñido de la máquina	●					5.00	
15	Secado de hilo	●					120.00	
16	Envío de hilo teñido a zona de coneras	●					1.00	
17	Inspección de hilo teñido	●					5.00	
18	Espera por limpieza de conera						15.00	2 operarios
19	Cargar hilos teñidos y la parafina en las coneras	●					8.00	2 operarios
20	Parafinado	●					150.00	2 operarios
21	Inspección de hilo parafinado	●					5.00	
22	Etiquetado	●					3.00	
23	Empaquetado	●					10.00	
24	Envío de hilo teñido a Almacén de Hilos	●					15.00	
25	Almacenamiento de hilo teñido	●						

○

Anexo E: Máquinas teñidoras de pequeña capacidad



○

Anexo F: Máquina secadora de hilos



○

Anexo G: Permiso de la empresa

SOLICITUD DE PERMISO TESIS UNIVERSIDAD RICARDO PALMA - GRUPO 09

Liliana Ortega
Para: PCP Textil 1
Mie 5/07/2023 13:37

ok.

Ing. Liliana Ortega
Planeamiento Textil
Telefono: 7137000-anexo-7212
celular: 998323706

De: PCP Textil 1 <pcptextil1@texcen.pe>
Enviado: jueves, 29 de junio de 2023 20:58
Para: Liliana Ortega <lortega@texcen.pe>
Asunto: SOLICITUD DE PERMISO TESIS UNIVERSIDAD RICARDO PALMA - GRUPO 09

Buenas noches Ing. Liliana,

Mediante la presente, solicito su visto bueno para la autorización hacia mi persona, John Brayan Guillén Vilca, identificado con N° DNI 70124748, y a mi compañero de Tesis, Franklin Pacheco Domínguez, identificado con N° DNI 70484244, egresados de la Universidad Ricardo Palma, de hacer uso de datos, información y fotografías de la empresa Textil del Centro SAC para la presente investigación, siendo el título de la tesis el siguiente:

"Lean Manufacturing para reducir el tiempo de proceso de teñido de hilos en una empresa textil"

Muchas gracias.

John Guillén
Planeamiento Textil
Textil del Centro