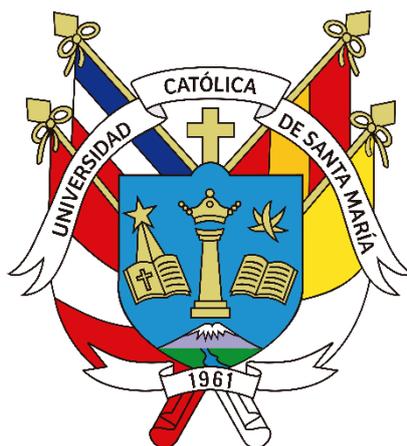


Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial



**ANÁLISIS DE LA MEJORA DEL PROCESO DE TEÑIDO MEDIANTE LA
APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA EN UNA EMPRESA
TEXTIL DE LA CIUDAD DE AREQUIPA, 2021**

Tesis presentada por el Bachiller:

Bohorquez Avila, Guillermo Antonio

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Industrial

Asesor:

Ing. Urday Luna, Ferly Elmer

Arequipa - Perú

2022

DICTAMEN APROBATORIO DE BORRADOR DE TESIS

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA INDUSTRIAL
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 01 de Agosto del 2022

Dictamen: 003649-C-EPII-2022

Visto el borrador del expediente 003649, presentado por:

2014242221 - BOHORQUEZ AVILA GUILLERMO ANTONIO

Titulado:

**ANÁLISIS DE LA MEJORA DEL PROCESO DE TEÑIDO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA
METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA EN UNA EMPRESA TEXTIL DE LA CIUDAD DE AREQUIPA, 2021**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1780 - VALENCIA BECERRA ROLARDI MARIO
DICTAMINADOR**



**1840 - ZEVALLOS GONZALES WILBERT FELIPE
DICTAMINADOR**



**2762 - NIETO PEÑA VANESSA GLADYS
DICTAMINADOR**



DEDICATORIA

*Esta investigación se la dedico primeramente a Dios por darme en don de la vida,
bendecirme y por su gran amor.*

*A mis madres y mis hermanos por brindarme el soporte necesario en mi vida,
agradezco por la dicha de tenerlos conmigo, por creer en mí, estar a mi lado siempre,
por su apoyo y amor infinito.*



AGRADECIMIENTO



Agradezco a mi alma mater el colegio San Juan Bautista de La Salle y la Universidad Católica de Santa María, por la formación en valores, las oportunidades brindadas y a mis docentes por inculcarme todos los conocimientos durante mi etapa de estudiante.

Agradezco a toda mi familia y todos aquellos profesionales que hicieron posible la realización de esta investigación.

RESUMEN

La presente investigación tiene el objetivo de analizar y preparar una propuesta de mejora para la reducción de desperdicios y defectos para un incremento en la productividad, calidad y beneficios económicos utilizando la metodología Lean-Six Sigma en el área de teñido de una empresa Textil en la ciudad de Arequipa. El tipo de investigación del estudio es cuantitativo, correlacional y experimental.

Esta investigación surge de la necesidad de identificar las causas de los bajos puntajes en los indicadores de producción y elaborar una propuesta de mejorar para revertir esta situación.

En el primer capítulo se presenta el planteamiento del problema, justificación, limitaciones y objetivos de la investigación, general y específicos. Finalmente se plantean la hipótesis a contrastar y las variables dependiente e independiente.

En el segundo capítulo se presenta el marco teórico que comprende los conceptos y bases teóricas que explican las definiciones del proceso en investigación. De la misma manera se exponen los antecedentes locales, nacionales e internacionales.

En el tercer capítulo se describe la empresa en estudio para profundizar en el entendimiento de la problemática y el proceso, asimismo se presentan los productos que ofrece, se describe el proceso productivo de la organización, así como del área de estudio. Finalmente se describe el sistema de gestión de calidad de la empresa.

En el cuarto capítulo se muestra la situación actual de la organización. En el quinto capítulo se detalla cada etapa de la metodología DMAIC y las herramientas utilizadas para la interpretación de resultados y beneficios económicos descritos en el sexto capítulo.

Finalmente, en el séptimo capítulo se presentan conclusiones y recomendaciones de la presente tesis.

Palabras clave: *Lean-Six sigma, DMAIC, área de teñido, empresa textil, indicadores de producción.*

ABSTRACT

The present investigation has the objective of analyzing and preparing an improvement proposal for the reduction of waste and defects for an increase in productivity, quality and economic benefits using the Lean-Six Sigma methodology in the dyeing area of a Textile company in the City of Arequipa. The type of research of the study is quantitative, correlational and experimental.

This research arises from the need to identify the causes of low scores in production indicators and develop a proposal to improve to reverse this situation.

The first chapter presents the approach to the problem, justification, limitations and objectives of the research, both general and specific. Finally, the hypothesis to be tested and the dependent and independent variables are proposed.

The second chapter presents the theoretical framework that includes the concepts and theoretical bases that explain the definitions of the research process. In the same way, the local, national and international background is exposed.

In the third chapter, the company under study is described to deepen the understanding of the problem and the process, the products it offers are also presented, the productive process of the organization is described, as well as the study area. Finally, the quality management system of the company is described.

The fourth chapter shows the current situation of the organization. The fifth chapter details each stage of the DMAIC methodology and the tools used to interpret the results and economic benefits described in the sixth chapter.

Finally, in the seventh chapter conclusions and recommendations of this thesis are presented.

Keywords: *Lean-Six sigma, DMAIC, dyeing area, textile business, production indicators.*

INDICE

DICTAMEN APROBATORIO DE BORRADOR DE TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vi
INDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
INDICE DE FIGURAS	xiii
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO TEORICO	1
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.1.1. Descripción de la realidad de la problemática.....	2
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.1.3. Sistematización del problema.....	3
1.2. Justificación de la investigación.....	3
1.2.1. Justificación Metodológica.	3
1.2.2. Justificación Teórica.	4
1.2.3. Justificación Económica.....	4
1.2.4. Justificación Organizacional.....	4
1.3. Limitaciones de la investigación	5
1.4. Objetivos de la investigación.....	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5. Hipótesis.....	6
1.6. Variables.....	6
1.6.1. Variable independiente.....	6

1.6.2. Variable dependiente	6
1.6.3. Operacionalización de variables	7
CAPÍTULO II MARCO TEORICO	9
2.1. Antecedentes de la Investigación	10
2.1.1. Internacional.....	10
2.1.2. Nacional.....	12
2.1.3. Local.....	14
2.2. Marco Conceptual.....	16
2.2.1. Principales Conceptos de la Investigación.....	16
2.2.2. Herramientas de Diagnóstico	27
2.2.3. Herramientas de Mejora	29
2.2.4. Graficas de control	31
CAPÍTULO III DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL	32
3.1. Descripción de la empresa	33
3.1.1. Sector y actividad económica	33
3.1.2. Perfil organizacional	33
3.2. Descripción del producto	36
3.2.1. Tops.....	36
3.2.2. Hilados.....	37
3.3. Descripción del proceso productivo.....	38
3.3.1. Áreas participantes del proceso productivo.....	38
3.3.2. Descripción de los procesos	39
3.3.3. Áreas participantes del proceso de teñido.....	52
3.4. Sistema de Gestión de Calidad de la empresa	63
3.4.1. Clasificación de los defectos del proceso	64
3.5. Indicadores de Productividad.....	65
3.5.1. Porcentaje de cumplimiento al programa de entregas al almacén:	65

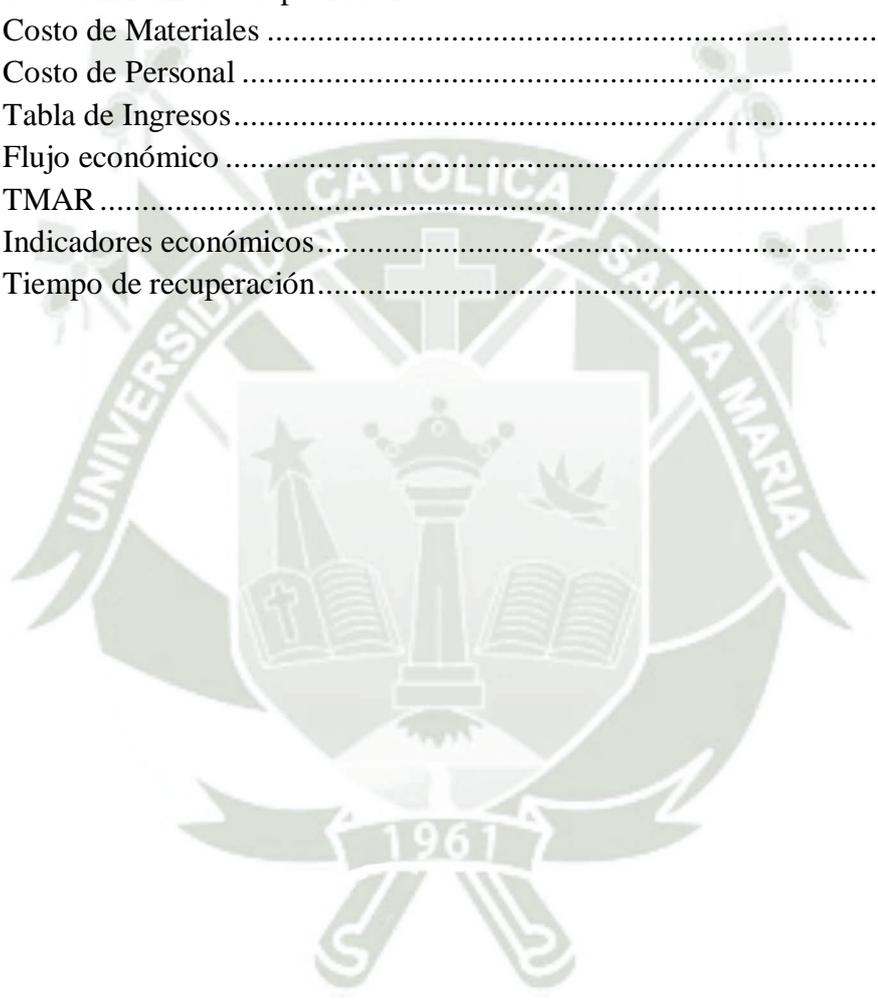
3.5.2. Porcentaje de reprocesos y reteñidos:.....	66
3.5.3. Porcentaje de desempeño de formulación:	66
3.5.4. Porcentaje de eficiencia operativa:.....	67
CAPÍTULO IV DISEÑO DE LA PROPUESTA PARA LA MEJORA DEL PROCESO	72
4.1. Selección de la metodología a aplicar.....	73
4.2. Selección de las herramientas a aplicar según la metodología seleccionada	75
4.3. Diseño de la metodología seleccionada.....	78
4.3.1. Definir	78
4.3.2. Medir	80
4.3.3. Analizar	88
4.3.4. Mejorar	99
4.3.5. Controlar.....	100
CAPÍTULO V IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA	104
5.1. Desarrollo de la fase DEFINIR	105
5.1.1. Marco del proyecto Six Sigma.....	105
5.1.2. Diagrama SIPOC	106
5.2. Desarrollo de la fase MEDIR	107
5.2.1. Prueba de normalidad de los valores CMC del estado inicial.....	110
5.2.2. Grafica de control del estado inicial del proceso	112
5.2.3. Capacidad de proceso del estado inicial del proceso.....	114
5.2.4. Mapa de flujo de valor	116
5.2.5. Auditoria 5S	118
5.3. Desarrollo de la fase ANALIZAR	123
5.3.1. Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF).....	123
5.3.2. Definición de los factores causales	126
5.3.3. Diagrama Causa-Efecto	127
5.3.4. Diagrama de Pareto	128

5.3.5. Identificación Causa-Raíz.....	129
5.3.6. Paros de máquina del proceso de teñido.....	130
5.4. Desarrollo de la fase MEJORAR	139
5.4.1. Establecimiento de los planes de acción	140
5.5. Desarrollo de la fase CONTROLAR	162
5.5.1. Prueba de normalidad de los valores CMC luego de la implementación de mejora	164
5.5.2. Grafica de control después de la implementación de las mejoras planteadas	165
5.5.3. Capacidad de proceso luego de la implementación de las mejoras planteadas	168
5.5.4. Nivel Sigma luego de la implementación de las mejoras propuestas	170
5.5.5. Comparación de indicadores	172
5.5.6. Auditoria 5'S	174
CAPITULO VI ANÁLISIS ECONÓMICO	177
6.1. Costos.....	178
6.1.1. Costos Externos– Capacitador	178
6.1.2. Costos de materiales.....	179
6.1.3. Costo de personal	180
6.2. Ingresos.....	180
6.3. Flujo económico	181
6.3.1. Indicadores económicos.....	181
CONCLUSIONES.....	184
RECOMENDACIONES	186
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	187

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las Variables.....	7
Tabla 2 Clasificación calidades según la NTP.231.301:2014	41
Tabla 3 Clasificación de defectos en tintorería.....	64
Tabla 4 Cumplimiento de partidas al almacén Tintorería Marzo-2021	65
Tabla 5 Reprocesos y reteñidos Tintorería Marzo-2021	66
Tabla 6 Color a la primera Tintorería Marzo-2021.....	67
Tabla 7 Porcentaje de eficiencia operativa	67
Tabla 8 Principales Indicadores del Proceso de Teñido 2020-2021	68
Tabla 9 Puntuación de criterios para metodología Lean	76
Tabla 10 Matriz de evaluación de las principales herramientas de Lean	76
Tabla 11 Diseño del marco del proyecto Six Sigma	78
Tabla 12 Diseño del Diagrama SIPOC del proceso de teñido	80
Tabla 13 Escala de severidad.....	89
Tabla 14 Escala de ocurrencia	89
Tabla 15 Escala de detección.....	90
Tabla 16 Ejemplo AMEF	92
Tabla 17 Relación de valores Z y otras medidas de capacidad	102
Tabla 18 Relación de nivel sigma y otras medidas de capacidad	103
Tabla 19 Marco del Proyecto Six Sigma.....	105
Tabla 20 Puntos fuera de control estadístico Datos Transformados Box-Cox I.....	113
Tabla 21 Resultados de Mapa de Flujo de valor	118
Tabla 22 Resultados Seiri.....	119
Tabla 23 Resultados Seiton	120
Tabla 24 Resultados Seiso.....	121
Tabla 25 Resultados Seiketsu	121
Tabla 26 Resultados Shitsuke	122
Tabla 27 Resultados Auditoria 5'S	122
Tabla 28 AMEF para el proceso de teñido	125
Tabla 29 Causas de incumpliendo de entrega al almacén 2021	128
Tabla 30 Tiempo de Preparación por zona	134
Tabla 31 Medida de tiempo de paro por línea	136
Tabla 32 Índice de Disponibilidad	137
Tabla 33 Índice de Funcionamiento Informado.....	137
Tabla 34 Índice de Eficiencia	138
Tabla 35 Índice de Calidad	138
Tabla 36 Índice de OEE	139
Tabla 37 Implementación primera S	142
Tabla 38 Implementación Seiketsu	148
Tabla 39 Cronograma de implementación 5'S	151
Tabla 40 Cronograma de implementación Mantenimiento Autónomo.....	153
Tabla 41 Check List de inspección de maquina.....	161
Tabla 42 Puntos fuera de control grafica CMC	167

Tabla 43 Capacidad del proceso antes y después de mejora	170
Tabla 44 Cálculo de nivel sigma actual y objetivo	171
Tabla 45 Valores Sigma según rendimiento	171
Tabla 46 Cumplimiento al programa luego de mejora.....	172
Tabla 47 Color a la primera luego de mejora	173
Tabla 48 Reprocesos y reteñidos luego de mejora.....	173
Tabla 49 Eficiencia Operativa luego de mejora.....	174
Tabla 50 Resultados auditoria 5'S luego de mejora.....	175
Tabla 51 Costos Externos – Capacitador.....	178
Tabla 52 Costo de Materiales	179
Tabla 53 Costo de Personal	180
Tabla 54 Tabla de Ingresos.....	181
Tabla 55 Flujo económico	181
Tabla 56 TMAR	182
Tabla 57 Indicadores económicos.....	182
Tabla 58 Tiempo de recuperación.....	183



INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Grafica de control por variable.....	31
Figura 2 Mision de la Empresa	33
Figura 3 Vision de la Empresa	34
Figura 4 Valores de la Empresa	34
Figura 5 Organigrama de la empresa.....	35
Figura 6 <i>Tops</i>	36
Figura 7 <i>Cono de Hilo</i>	37
Figura 8 <i>Clasificación de los procesos</i>	38
Figura 9 <i>Diagrama de flujo de producción de la empresa en estudio</i>	40
Figura 10 <i>Ubicación de las calidades dentro del vellón de alpaca</i>	42
Figura 11 <i>Baño de lavado con sistema de transporte a rastrilla</i>	43
Figura 12 <i>Peinadora rectilínea</i>	44
Figura 13 <i>Gill botatacho</i>	45
Figura 14 <i>Maquina continua</i>	46
Figura 15 <i>Maquina Autoclave</i>	47
Figura 16 <i>Proceso de clasificado de fibra</i>	48
Figura 17 <i>Proceso de lavado</i>	49
Figura 18 <i>Proceso de cardado y peinado</i>	50
Figura 19 <i>Proceso de almacenamiento</i>	50
Figura 20 <i>Proceso de hilado</i>	51
Figura 21 <i>Proceso de teñido</i>	51
Figura 22 <i>Proceso de almacenamiento Producto Final</i>	52
Figura 23 BPMN Proceso de Elaboración de la hoja de teñido	58
Figura 24 BPMN Proceso de Preparación y Recepción de Material.....	59
Figura 25 BPMN Proceso de Teñido Industrial	60
Figura 26 BPMN Proceso de Suavizado, Centrifugado y Secado.....	61
Figura 27 BPMN Proceso de Verificación del Producto	62
Figura 28 Indicador de cumplimiento al programa 2021-2022.....	69
Figura 29 Indicador de Reprocesos y reteñidos2021-2022.....	70
Figura 30 Indicador de Desempeño de formulación 2021-2022.....	70
Figura 31 Indicador de Eficiencia Operativa 2020-2021.....	71
Figura 32 Metodología de Lean y Six Sigma	73
Figura 33 Naturaleza de la ventaja competitiva	75
Figura 34 DMAIC de Lean Six Sigma	77
Figura 35 Ejemplo de grafica de probabilidad.....	82
Figura 36 Ejemplo de grafica de probabilidad.....	83
Figura 37 Ejemplo de VSM	87
Figura 38 Pasos elaboración Diagrama Ishikawa.....	93
Figura 39 Elaboración de Diagrama de Ishikawa paso 2.....	94
Figura 40 Elaboración de Diagrama de Ishikawa paso 4.....	95
Figura 41 Elaboración de Diagrama de Ishikawa paso 5.....	95
Figura 42 Elaboración de Diagrama de Ishikawa paso 6.....	96
Figura 43 Elaboración de Diagrama de Ishikawa paso 7.....	96
Figura 44 Ejemplo Diagrama de Pareto Inicial	98
Figura 45 Ejemplo Diagrama Pareto elaborado	99
Figura 46 Grafica de distribución normal.....	101

Figura 47	Diagrama SIPOC del proceso de teñido de la empresa textil.....	107
Figura 48	Histograma de datos del Estado Inicial de proceso	108
Figura 49	Diagrama de Caja del Estado Inicial del proceso	110
Figura 50	Grafica de probabilidad del ESTADO INICIAL.....	111
Figura 51	Grafica de probabilidad de valores transformados BOX COX estado inicial	112
Figura 52	Grafica I-MR de valores CMC transformados BOX COX del estado inicial del proceso	113
Figura 53	Grafica I-MR bajo control estadístico de valores CMC transformados BOX COX del estado inicial del proceso.....	114
Figura 54	Informe de capacidad del proceso de valores CMC transformados BOX COX del estado inicial del proceso.....	115
Figura 55	Mapa de Flujo de valor	117
Figura 56	Resultados Auditoria 5'S	123
Figura 57	Causas de la variación de color en el proceso de teñido industrial.....	127
Figura 58	Diagrama de Pareto causas de incumplimiento al programa 2021	129
Figura 59	<i>Causa raíz por bajo incumplimiento al programa</i>	130
Figura 60	Distribución del tiempo disponible de Teñido	131
Figura 61	Paros de maquina.....	131
Figura 62	Sumatoria de minutos de exceso de tiempo de muestra.....	133
Figura 63	Porcentaje de eficiencia de preparación de maquina	135
Figura 64	Secuencia implementación primera S	142
Figura 65	Formato de tarjeta roja para la implementación de las 5'S	143
Figura 66	Secuencia implementación Seiton	144
Figura 67	Formato de inspección de limpieza por área	147
Figura 68	Formato de inspección para revisión de la cuarta S.....	149
Figura 69	Tarjeta azul de anomalías	154
Figura 70	Tarjeta roja de anomalías	155
Figura 71	Matriz ECRS	157
Figura 72	Resumen de actividades de F.C y A.D.A.....	158
Figura 73	Formato de Beneficios obtenidos	159
Figura 74	Histograma de datos del Estado luego de la implementación de mejora	163
Figura 75	Grafica de probabilidad luego de implementación	164
Figura 76	Grafica de probabilidad valores transformados BOX COX luego de implementación ...	165
Figura 77	Grafica I-MR de valores CMC transformados BOX COX luego de implementación de mejora	166
Figura 78	Grafica de informe de estabilidad de valores CMC transformados BOX COX luego de implementación de mejora.....	167
Figura 79	Grafica I-MR bajo control estadístico de valores CMC transformados BOX COX luego de la implementación de mejora	168
Figura 80	Informe de capacidad del proceso de valores CMC transformados BOX COX luego de implementación de mejora.....	169
Figura 81	Resultados Auditoria 5'S luego de mejora.....	176

INTRODUCCION

Actualmente con un entorno más globalizado, competitivo y veloz es necesario que las empresas u organizaciones implementen mejoras estratégicas para lograr la mejorar continua en los procesos y aumentar la productividad del proceso. Es así que a fines del siglo XX varias organizaciones implementaron las metodologías Six Sigma y Lean Manufacturing impulsados por los beneficios que veían que obtenían las empresas que la implementaban.

La metodología propuesta es una estrategia de mejora continua de procesos que tiene como objetivos la reducción de desperdicios, incremento de la productividad con un enfoque hacia la satisfacción del cliente mediante la identificación de los desperdicios de producción que ocasionan tiempos muertos y las causas de los productos fuera de estándar. Las organizaciones que llegaron a implementar esta metodología notaron una reducción de costos operativos, incremento de indicadores de producción, de beneficios económicos, cultura organizacional y calidad del producto final.

Es así que se implementó la metodología Lean Six Sigma, desarrollando las cinco etapas ya definidas como son Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, incluyendo en la etapa de medición las herramientas de Lean Manufacturing como son el VSM y auditorias de 5'S para la mejora de los procesos productivos del área de teñido de una empresa textil de la ciudad de Arequipa. Esta empresa será denominada como la “empresa en estudio” a lo largo de la investigación con el objetivo de preservar la confidencialidad de la misma, asimismo, los datos de la organización han sido modificados con el objetivo de su uso para fines académicos.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO TEORICO

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Descripción de la realidad de la problemática

El sector textil en nuestro país es calificado importante por el aporte económico que realiza al Estado, dada la gran cantidad de personas que trabajan en este sector y por los envíos al exterior que se realizan. Según el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR, 2015) publicó en el año 2015 el PENX, Plan Estratégico Nacional Exportador al 2025, donde considera al sector textil como uno de los principales rubros de exportación no tradicional que significa el 34%.

La COVID-19 impactó negativamente en la economía a nivel mundial, a pesar de ello, según la Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo (PROMPERÚ, 2020) la industria de la moda podría recuperar un crecimiento positivo de 2 a 4% en sus ganancias para el 2021. Como en todo país en crecimiento, la productividad es una de las fuentes primarias de desarrollo, es por eso importante impulsar el incremento a nivel de pequeña, mediana y gran empresa para la reactivación económica.

La presente investigación analizó y mejoró el proceso de teñido en una Empresa del Sector Textil con la aplicación de la metodología Lean Six Sigma en torno a la reproducibilidad de color, utilizando una herramienta de mejora continua, si bien es cierto que en una Empresa Textil existen muchas áreas donde se puede aplicar un proceso de mejora continua, se ha identificado que el área menos atendida por la gestión, es el Laboratorio de Tintorería, que a su vez, ha presentado continuamente un número significativo de problemas sin solución hasta la fecha, entre ellos los más importantes se tiene: retrasos en formulación de recetas y reprocesos en producción; significando estos un indicador de 4% para el área siendo el valor máximo aceptado un 3%; estos originados a causa del desconocimiento de herramientas de mejora continua, generando así tiempos excesivos en el proceso y una baja productividad del mismo.

Considerando que de no presentar atención a estos problemas y no aplicar herramientas de mejora continua como es el caso de la metodología Lean Six Sigma que ayuden a mejorar el proceso evitando desperdicios; la Empresa Textil continuaría con los problemas ya detallados y además caería en un incremento de costos e incumplimiento de plazos entrega de pedidos al cliente lo que perjudicaría su posición en el sector.

A continuación, la empresa en estudio será citada como “La Empresa”.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cómo la metodología de Lean Six Sigma, podría mejorar el proceso de teñido de la empresa textil, ubicada en la ciudad de Arequipa, 2021?

1.1.3. Sistematización del problema

- ¿Cuál es el diagnóstico actual del área de teñido y las principales actividades y procesos que generan desperdicios y/o problemas?
- ¿Cómo emplear la Metodología DMAIC del Lean Six Sigma para diseñar una propuesta de mejora en el proceso de teñido?
- ¿Cuáles son los resultados obtenidos después de la aplicación de la metodología Lean Six Sigma?
- ¿Cómo podemos cuantificar el beneficio económico de la propuesta sugerida?

1.2. Justificación de la investigación

1.2.1. Justificación Metodológica.

La pandemia de COVID-19 ha tenido un impacto más negativo de lo previsto en la actividad del Sector Textil en el primer semestre del 2020 y la recuperación será, según las proyecciones, más gradual de lo que se había pronosticado. Es así que el periodo Enero-mayo de 2020, las exportaciones del sector textil y confecciones decrecieron en -42.9 % alcanzando un total de US\$326 millones.

Según el contexto descrito las empresas de la Industria Textil requieren procesos efectivos que les permitan ser más competitivos, rentables y activar su rubro. La herramienta DMAIC de la metodología Six Sigma es una herramienta que permite disminuir costos, defectos y mejorar la productividad

1.2.2. Justificación Teórica.

La presente investigación pretende aportar y utilizar aspectos teóricos sobre la aplicación de la metodología Lean Six Sigma en una planta de teñido para que la productividad aumente, donde la reproducibilidad de color, pruebas realizadas y el resultado final que se obtiene en planta son los principales factores; esto debido a que no se han encontrado actualmente muchos casos en los que se use Six Sigma en el sector textil.

1.2.3. Justificación Económica.

Una empresa, con baja productividad no podría ser competitiva, perdería mercado al caer en incumplimiento con sus clientes tanto nacionales como extranjeros lo cual le generaría pérdidas económicas importantes y no podría mantenerse como tal, sus trabajadores serían liquidados, los empresarios perderían su inversión y el país no recaudaría los impuestos correspondientes. En cambio, si se llega a desarrollar una mejora continua a través de la metodología Lean Six Sigma y solucionar de este modo sus principales problemas, la Empresa Textil sería competitiva, tendría mayores beneficios económicos y contribuirá con el crecimiento económico y reactivación del país.

1.2.4. Justificación Organizacional.

La metodología Lean Six Sigma se presenta como un modelo de gestión que impulsa que la productividad mejore mediante la identificación de los defectos y su posterior eliminación que generan incumplimientos de entrega a los clientes y un incremento del ritmo de trabajo durante la jornada laboral o falta de tiempo para culminar las tareas de manera óptima

que resulta en estrés para los trabajadores. El objetivo de la investigación busca simplificar el trabajo del personal mediante la eliminación de defectos para que las actividades se puedan completar durante el tiempo programado y tengan tiempo para su desarrollo personal y profesional externo a la Empresa.

1.3. Limitaciones de la investigación

Una limitación que se puede encontrar en la presente investigación, es que producto de la Pandemia COVID-19, se puedan realizar cuarentenas periódicas, teniendo la Empresa Textil que limitar las visitas, lo que podría retrasar por algún período de tiempo el estudio.

Otra limitación es la disponibilidad de tiempo del tesista por las responsabilidades laborales que se ajustan a las necesidades de producción que pueden atrasar la duración de desarrollo del estudio.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general.

Mejorar el proceso de teñido, en base a la metodología Lean Six Sigma, en una Empresa Textil de la ciudad de Arequipa, 2021

1.4.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual al área de teñido, identificando las principales actividades y procesos que generan desperdicios y/o problemas.
- Diseñar una propuesta de mejora empleando la Metodología DMAIC del Lean Six Sigma, en el proceso de teñido de una Empresa Textil de la ciudad de Arequipa.
- Evaluar los resultados obtenidos, de la aplicación de la Metodología DMAIC del Lean Six Sigma en el proceso de teñido de una Empresa Textil de la ciudad de Arequipa.
- Cuantificar el beneficio económico de la metodología Six sigma aplicada.

1.5. Hipótesis

Es probable que mediante la aplicación de la metodología Lean Six Sigma se mejore el proceso de teñido en una Empresa Textil de la ciudad de Arequipa

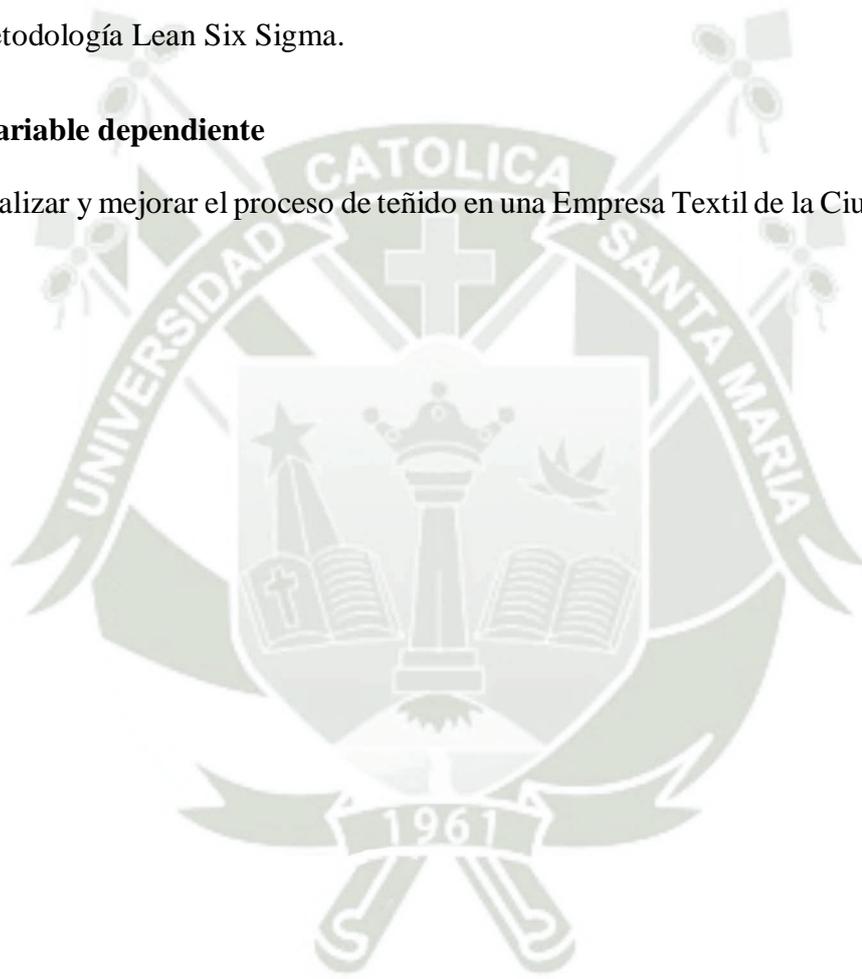
1.6. Variables

1.6.1. Variable independiente

- Metodología Lean Six Sigma.

1.6.2. Variable dependiente

- Analizar y mejorar el proceso de teñido en una Empresa Textil de la Ciudad de Arequipa.



1.6.3. Operacionalización de variables

A continuación, se aprecia las variables con sus dimensiones e indicadores:

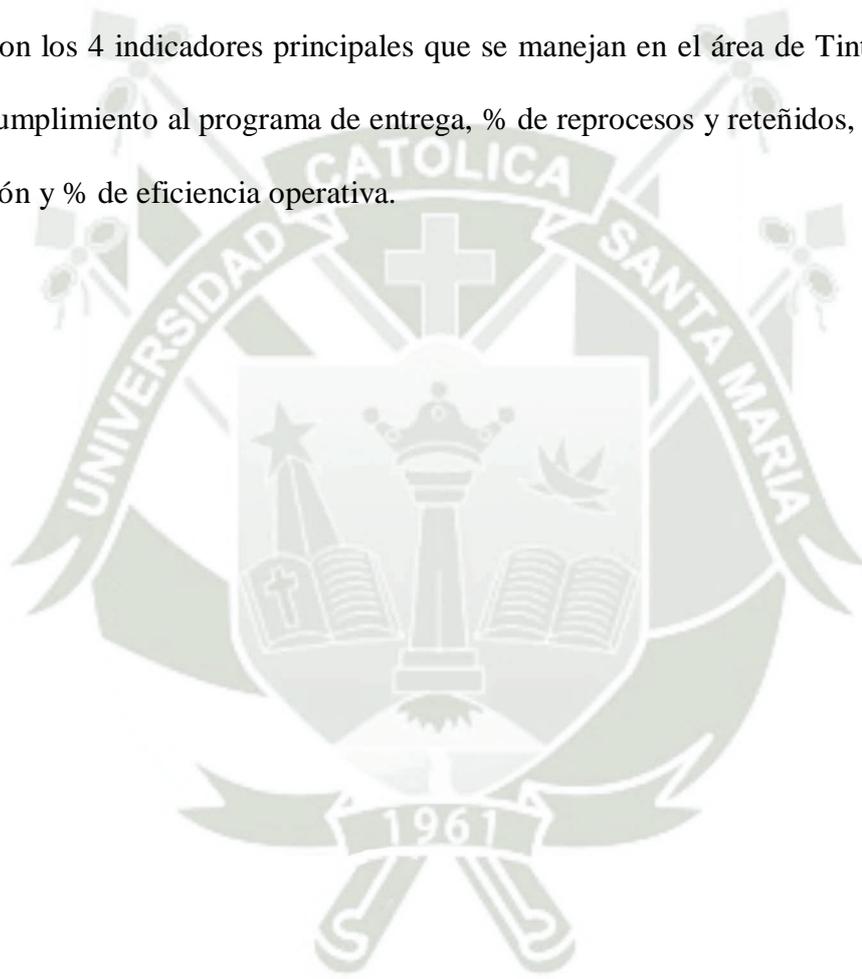
Tabla 1
Operacionalización de las Variables

Variables	Tipo de Variable	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida
Metodología Lean Six Sigma	Variable Independiente	Definir (D)	Marco del proyecto Six Sigma, Diagrama SIPOC	Cumplimiento del Instrumento
		Medir (M)	Matriz AMEF, Prueba de normalidad, Grafica de control, Informe de capacidad del proceso	Valor p, Puntos fuera de control, Cp, Cpk, Pp, Ppk
		Analizar (A)	Definición de factores causales, Diagrama causa-efecto, Diagrama de Pareto, Identificación de Causa Raíz, Análisis de paros de maquina	Cumplimiento del Instrumento
		Mejorar (I)	Incremento de pruebas de laboratorio, 5 S, Mantenimiento Autónomo	Cumplimiento del Instrumento
		Controlar (C)	Prueba de normalidad, Grafica de control, Informe de capacidad, Nivel Sigma, Comparación de indicadores de producción.	Valor p, Puntos fuera de control, Cp, Cpk, Pp, Ppk, Nivel Sigma, % Mejora de indicadores de producción
Mejora del proceso de teñido	Variable Dependiente	Cumplimiento de entregas al almacén	% cumplimiento de entregas al almacén	$\frac{\text{Numero de partidas entregadas a tiempo}}{\text{Total de partidas programadas}}$
		Reprocesos y reteñidos	% de reprocesos y reteñidos	$\frac{\text{Total de tinadas reprocesadas y reteñidas}}{\text{Total de tinadas trabajadas}}$
		Desempeño de formulación	% desempeño de formulación	$\frac{(1 - \frac{\text{Total de ajuste}}{\text{Total de ajuste + total de tinadas prog.}}) + \frac{\text{Total de tinadas sin ajustar}}{\text{Total de tinadas prog.}}}{2}$
		Eficiencia Operativa	% de eficiencia Operativa	$1 - \frac{\text{Exceso en horas respecto al estandar}}{\text{Tiempo promedio estandar}}$

Nota: Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: Como variable independiente se definió la metodología DMAIC Lean Six Sigma que está conformada por 5 dimensiones (Define, Measure, Analyze, Improve y Control) y cada dimensión tiene un indicador que es la forma como se medirá la mejora de cada etapa mostrando como herramientas las señaladas en la columna de Instrumento.

De la misma manera se define como variable dependiente el análisis de mejora del proceso con los 4 indicadores principales que se manejan en el área de Tintorería los cuales son: % Cumplimiento al programa de entrega, % de reprocesos y reteñidos, % desempeño de formulación y % de eficiencia operativa.





CAPÍTULO II
MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Internacional.

Según Vera (2018) en el trabajo de investigación denominada "Metodología Lean Six Sigma para mejorar la eficiencia de los procesos productivos de la empresa "Corporación Textil Mishell", Ibarra - Ecuador. "El autor tuvo como objetivo la necesidad de mejorar la eficiencia del proceso productivo de la línea de chompas aplicando la metodología DMAIC del Lean Six Sigma; la metodología que se utilizó fue en un inicio realizar el diagnóstico inicial de la empresa para luego ejecutar la metodología DMAIC donde se delimitó el equipo de trabajo, inconformidades, se utilizó el software Minitab para identificar la estabilidad y capacidad del proceso, para luego analizar los resultados obtenidos. Finalmente se propusieron acciones de mejora como planes de capacitación, manual de procedimientos, mantenimiento de maquinaria, tarjetas PokaYoke, implementación de 5S y fichas de inspección; es así que esta investigación contribuye al presente proyecto ya que nos muestra la forma adecuada de la implementación de las principales herramientas del Lean Six Sigma.

Según Millán et al. (2017) en la investigación denominada "Desarrollo de una metodología Lean-Six Sigma para una Pyme mexicana-Hidalgo, México" pretende como objetivo optimizar el proceso de producción de una PYME mexicana mediante la metodología Lean-Six Sigma. Inicialmente se identificaron los procesos donde existen problemas, luego se planificaron los recursos a utilizar e identificaron las tareas que no generan valor. El siguiente paso fue identificar y seleccionar las oportunidades de mejora y se clasificaron por mayor grado de impacto según los recursos requeridos, después se realizó una prueba piloto con las herramientas LSS, un comparativo y ajustes (en caso de necesitar una mejora), finalmente se verificó si se están llevando a cabo las nuevas prácticas. Concluyendo, la metodología Lean-Six Sigma redujo la frecuencia del principal defecto de la tela de mezclilla

de hilos gruesos en urdimbre de un índice de 1.8 hilos gruesos por cada 100 yardas lineales a 1 hilo grueso.

La investigación se relaciona con el tema de tesis porque reduce la frecuencia del principal defecto del proceso productivo con el desarrollo de la metodología Six Sigma.

Según Ibarra y Berrazueta (2019) en el trabajo de investigación titulado “Aplicación metodología DMAIC en empresa textil con enfoque de reducción de costos-Ecuador”, la empresa en estudio, THC, buscó una solución al problema del alto índice de defectos de calidad y por ende los costos que implicaban con la implementación de la metodología DMAIC. En la fase de Definir se utilizaron los datos históricos de la empresa en la venta de un tipo de producto Concluyendo que los factores que consideraban los clientes como muy importantes eran los mismos que consideraba la empresa, definiendo las fallas en los procesos de estampado y de tejido. En la fase de Medir se identificaron las fallas con más alto índice de frecuencia y a su vez se determinó a la atención del personal de la empresa y el lavado de los cuadros como las causas principales de los defectos. Con la definición de las causas identificadas se cambió el tipo de proceso que realizaban en el lavado de cuadros reduciendo el porcentaje de defectos de calidad en los productos de 1.86 %. También se recomendaron otras soluciones tales como incentivos al personal en la remuneración, documentación de la información y estandarización de los procesos.

La investigación resulta importante porque se nos muestra cómo se podría aplicar e implementar la metodología DMAIC dentro de procesos de producción para mejorar la calidad.

Según Cacuango (2020) en el proyecto de investigación “Análisis de fallas mediante metodología Six sigma en el proceso productivo de lavado y tinturado de prendas de vestir en la empresa el laboratorio del Denim Ecuador LDEEC CIA”. En la empresa que investiga el autor surge la necesidad de reducir el porcentaje de fallas y como consecuencia reprocesos en

las prendas de vestir por lo que se implementa la metodología DMAIC en los procesos de lavado y de teñidos de prendas. Para la definición del nivel de calidad inicial del proceso se utiliza las unidades de DPMO (Defectos por millón de oportunidades) y PPM (Partes por millón). En las fases de Medir y Analizar se identifican las causas principales de los defectos definidos también se mide el nivel de calidad inicial del proceso en 3.38 sigma y 96.61% de eficiencia. El análisis se realizó mediante la carta de control “P” para atributos, asimismo mediante el análisis R&R se identifica la principal causa del problema como el criterio de evaluación de cada trabajador. Como plan de mejora se implementa la técnica 5W + 2H para poder reducir la variabilidad del proceso.

Esta investigación es importante porque aplica la metodología Six Sigma a través de la herramienta del DMAIC mejorando el nivel sigma en las diferentes áreas del área de producción.

2.1.2. Nacional.

Según Facho (2017) en su tesis de Licenciatura “Mejora de procesos en una empresa textil exportadora mediante la metodología Six Sigma-Perú” planteo como objetivo Mejorar los procesos en una empresa textil exportadora. La metodología utilizada es Six Sigma – DMAIC. En la primera fase, Definir, se identificó el problema a resolver que es el alto porcentaje de metros de tela que no pueden ser exportados por presentar algún tipo de falla y no cumplir con las especificaciones de calidad. En la segunda fase, Medir, se seleccionó las variables que deben ser controladas, en este caso es el color fuera de tono, que registra el % más alto comparado con otros defectos de calidad. En la fase de Analizar, se utilizó herramientas graficas como la espina de Ishikawa y AMEF para analizar la causa del problema, examinando los datos históricos y evaluando la hipótesis a una propuesta de mejora planteada. En la cuarta fase de la metodología, Mejorar, en función a la identificación de causas y la

prueba de hipótesis culminada, se propuso alternativas de mejora para el proceso. En la quinta y última fase, Controlar, se utilizó graficas de control para confirmar el cumplimiento de la propuesta de mejora. Con la implementación de la metodología se logró reducir el indicador de fuera de tono y mejorar en 7.28% el nivel Six Sigma del proceso de teñido, que mejora la calidad del producto y disminuye costos.

Este estudio resulta importante, ya que sirve de guía para la implementación de la metodología Six Sigma- DMAIC en el proceso de Tintorería.

Según Rojas (2016) en el proyecto de investigación titulado “Implementación de la metodología DMAIC para mejorar la productividad y procesos de lavado textil la empresa Industria Textil Del Pacífico S.A.2016 - Lima, Perú”. El trabajo de investigación tuvo como objetivo desarrollar la metodología de DMAIC para mejorar la productividad en el proceso de lavado textil. Los datos que se obtuvieron fueron analizados mediante hojas de cálculo en Excel. El desarrollo de la implementación se dio entre espacios: La primera fase consistió en la recolección de la información y las capacitaciones correspondientes según las fechas establecidas, en la segunda fase se estableció el comité de auditores y se dio la aplicación de los formatos, finalmente en la tercera fase se realizó como tal la implementación de la herramienta de DMAIC junto con auditorías. Finalmente se concluyó que la implementación de esta herramienta ayudo a aumentar la producción en un 15%.

Esta tesis es importante porque sirve de referencia para aplicar la herramienta DMAIC con el objetivo de incrementar la productividad de la empresa en estudio.

Según Rosales (2018) en la tesis de Doctorado “Incremento de la productividad del laboratorio de tintorería dentro de un sistema de mejora continua–Lima, Perú” presentó como objetivo determinar el incremento de la productividad de laboratorio de tintorería, en una empresa textil, mediante un sistema de mejora continua. Como primer paso se procedió a

recolectar la información mediante el sistema de información de la empresa y utilizar estadística descriptiva para comprender la distribución de las variables realizando las pruebas T-Student, Mann Withney y la prueba Chi Cuadrado para demostrar cada una de las hipótesis que inicialmente son rechazadas, luego se diseñó el sistema de mejora continua que implica un cambio en el proceso que reduce los retrasos y los reprocesos por baja reproducibilidad de color el cual es implementado. Posteriormente se procede a recolectar la información dentro del sistema de mejora continua y se utilizó estadística descriptiva para comprender la distribución de las variables realizando las pruebas T-student, Mann Withney y la prueba Chi cuadrado para demostrar cada una de las hipótesis que son aprobadas. Con la implementación de un sistema de mejora continúa enfocado a la reducción de los reprocesos y retrasos en la formulación de recetas se incrementó la productividad en 4.15 formulaciones por matizador por día.

Este estudio se relaciona con el tema de tesis porque aplica una herramienta de mejora continua para el incremento de la productividad de una empresa textil.

2.1.3. Local.

Según Lecaros (2018) en el trabajo de investigación denominado "Análisis y propuesta de mejora del proceso de producción de polos camiseros en una empresa textil utilizando la manufactura esbelta-Arequipa". El autor busco optimizar la eficiencia en el área de confección. Inicialmente se diagnosticó la situación actual y el investigador detectó los principales problemas que fueron: el desorden, tiempos altos y la identificación de productos defectuosos. Como herramientas de mejora se propuso las 5s, el mantenimiento autónomo y el SMED. Finalmente se concluyó que con la manufactura esbelta se aprovechara los recursos de la empresa aumentando así la eficiencia. El proyecto muestra indicadores como el VAN de S/. 8847.66 0 y una TIR de 58%, demostrando que la investigación es viable.

La relación del trabajo de investigación con el tema de tesis es que utiliza la metodología Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia del proceso.

Según Villareal (2016) en la tesis de Licenciatura “Mejora de la calidad en una empresa de confecciones empleando la metodología Six Sigma - Arequipa”. El autor pretende mejorar la calidad de una empresa de confecciones utilizando la metodología Six Sigma al proceso de confecciones de abrigos, por ser el producto principal para la empresa y el más crítico ya que presenta altos niveles de productos defectuosos. Inicialmente se determinó los principales defectos en las prendas confeccionadas mediante la recolección de información luego se evaluaron las causas y se propuso mejoras implementándolas con éxito en el área de confecciones. Como conclusión con la implementación de la metodología Six Sigma se mejoró calidad reduciendo los productos defectuosos y los defectos por prenda en un 44%, también se ahorró S/16 853 en gastos de mano de obra, siendo casi el doble de lo esperado.

Este estudio resulta importante, ya que sirve de guía para la implementación de la metodología Six Sigma y de esa manera reducir la cantidad de productos defectuosos para mejorar la productividad.

Según Rodríguez (2016) en la tesis titulada “Implementación de la metodología DMAIC Six Sigma y propuesta de mejora para la reducción de prendas con medidas fuera de tolerancia en una empresa textil algodónera en la ciudad de Arequipa”. La autora tiene como objetivo reducir la cantidad de prendas que tengan medidas fuera de control en la empresa textil algodónera aplicando el método DMAIC además incluye la aplicación de herramientas de la calidad. En los primeros capítulos se identificó que la empresa presenta pérdidas económicas debido a que el 16% de las prendas pertenecen al grupo de productos no conformes. Finalmente, con la aplicación de la metodología DMAIC y six sigma se logró tener una sigma

de 2.25 y capacidad del proceso de 1.15 logrando así producir prendas dentro de las especificaciones del cliente.

Esta investigación nos muestra una relación entre la aplicación de la metodología DMAIC con six sigma para reducir los productos que estén fuera de control y producir dentro de las especificaciones

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Principales Conceptos de la Investigación.

2.2.1.1. Proceso.

Conjunto de tareas, “actividades que utilizan las salidas de procesos como entradas para proporcionar un resultado planificado, asimismo dos procesos consecutivos e interrelacionados son un proceso. Una característica primordial es que agrega valor y se da bajo condiciones controladas” (ISO, 2015, p. 2).

2.2.1.2. Costos de calidad.

Según Mazarra (2009) es una herramienta gerencial, de carácter contable que permite a la alta dirección detectar información para cuantificar, clasificar e identificar los gastos de la empresa, las áreas de oportunidad, evaluar el progreso de los resultados de las acciones de mejora continua que se están tomando y en función a esto mejorar los esfuerzos que incremente la competitividad de la organización para ratificar su permanencia en el mercado.

2.2.1.3. Desperdicios.

Según Gisbert (2015) son también llamados despilfarros o mudas que se caracterizan por ser actividades, tareas o procesos que no generan valor y son ineficientes. De esta forma es fácil identificar desperdicios como: sobreproducción,

tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimientos innecesarios, no conformidades.

2.2.1.4. Reproceso.

Según Urwick (1999) lo define como las funciones o actividades malas que ejecuto un trabajador o resultados deficientes de una falla en la maquina afectando la calidad de proceso productivo o por ende al cliente final.

2.2.1.5. Productividad.

Se define “productividad como el resultado de indicadores en un periodo de tiempo determinado, que muestra el estado de la empresa y determina la selección para la toma de decisiones” (Rincon de Parra, 2006, p.55).

2.2.1.6. Mejora continua.

Según Hernández y Vizán (2013) se fundamenta en el constante trabajo para la eliminación de los despilfarros. El espíritu de mejora, también denominado Kaizen, es uno de los pilares y el verdadero motor de la efectividad de la metodología Lean en Japón que sirve para lograr el objetivo de la eliminación de desperdicios

2.2.1.7. La Filosofía Lean.

“La filosofía Lean consiste en eliminar desperdicios de los procesos y hacerlos más eficientes, rápidos y ágiles para cumplir con las necesidades de los clientes mediante la reestructuración” (Pérez & García, 2014, p.90).

2.2.1.8. Principios Lean.

Los principios en los que se basa la metodología Lean son asociados al sistema y desde la perspectiva del factor humano y la forma de trabajo pueden ser: trabajar en planta y verificar los hechos in situ, interiorizar la cultura de “parar la línea”, formar

líderes de equipos y personas multidisciplinares que se encuentren involucradas con la filosofía de la empresa y que aprendan mediante la reflexión constante y la mejora continua, identificar y eliminar procesos que no agregan valor, descentralizar la toma de decisiones y que la alta dirección se comprometa con el modelo Lean. A diferencia de épocas anteriores, donde los principios estaban enfocados en los costos, plazos de entrega, calidad y mejoras en el puesto de trabajo, los principios Lean han evolucionado considerando aspectos como mejora continua, calidad total y compromiso de la dirección y los empleados (Hernández & Vizán, 2013).

2.2.1.9. Lean Manufacturing.

Según Gisbert (2015) Lean Manufacturing es una metodología que tiene como propósito mejorar la productividad de la empresa mediante el uso de técnicas que se apoyan en herramientas que permitirán la eliminación de actividades que no agregan valor, potenciando aquellas que, si lo hacen, se obtendrán mejoras tangibles y significativas, teniendo como pilar el respeto por los trabajadores y mejora continua en productividad y calidad.

2.2.1.10. Despilfarros o desperdicios.

Rajadell y Sánchez (2010, citados en Añaguari, 2016) definen como despilfarro, desperdicio o muda de producción toda actividad o proceso que no agrega valor o que no es fundamental fabricarlo. La metodología Lean tiene como propósito la identificación y eliminación de desperdicios que son considerados el 90% de los procesos y el 10% restante son actividades o procesos de valor.

Se definen los despilfarros de la siguiente manera (Añaguari, 2016):

- **Sobreproducción**

Definido como la consecuencia de producir más unidades de las necesarias o adquirir maquinaria con más capacidad de la requerida que reduce la productividad al fabricar unidades innecesarias, gestionando incorrectamente los recursos como materiales, transporte y capacidad de almacenes. Esta muda es crítica porque hace figurar de que el proceso marcha correctamente y no ayuda a la mejora continua.

- **Inventario**

El inventario de productos, llamado por los expertos la “raíz de todos los males”, es el desperdicio más claro porque oculta ineficiencias y problemas crónicos.

- **Transporte y movimientos innecesarios**

Ambos despilfarros se encuentran relacionados debido a que el primero conlleva al segundo por lo que se tiene que trabajar en que las líneas de producción se encuentren secuencialmente y lo más cercanamente posible para agilizar el flujo de proceso reduciendo colas y cuellos de botella que perjudiquen el producto final y el tiempo total transcurrido.

- **Esperas**

Si no se estudia correctamente el tiempo de proceso de fabricación puede generar tiempos muertos que conllevan a secuencias de trabajo o procesos ineficientes que a su vez generan tiempos de espera y cuellos de botella que aumentan el lead time.

- **Defectos**

La muda de defecto o rechazo implica reprocesar o desechar unidades para suplir un proceso mal llevado o solucionarlo, que trae como consecuencia un efecto negativo en la productividad, para esto se propone que el control de calidad debe de hacerse en tiempo real para identificar las causas de los problemas y así reducir el número de productos no conformes que requieran reprocesos o inspecciones adicionales.

2.2.1.11. Técnicas de la metodología Lean.

Para Hernández y Vizán (2013) la metodología Lean agrupa las técnicas que utiliza y las clasifica en tres grupos según la simplicidad, coherencia y orden:

El primer grupo está orientado a cualquier tipo de empresas, a continuación, se muestran algunas herramientas y las restantes se verán en Herramientas de mejora:

- **Estandarización**

Es uno de los pilares de la metodología Lean junto con las 5S y SMED. Es una descripción gráfica y textual que brinda los procedimientos de la maquinaria, procesos, mediciones, personas de una fábrica con el fin de proveer productos de calidad.

- **Control visual**

Esa técnica busca comunicar de manera práctica y sencilla la situación real del proceso enfocándose en los desperdicios. Es la forma en que la metodología Lean Manufacturing estandariza la gestión con la participación de todo el personal.

El segundo grupo está conformado por técnicas que necesitan un mayor grado de compromiso por parte de todo el personal:

- **Jidoka**

Significa “automatización con toque humano” que consiste en el autocontrol de cada proceso para identificar los defectos en tiempo real y así detenerlos automática o manualmente. Esto incrementa la productividad debido a que habrá menos piezas defectuosas y se reprocesará menos.

- **Técnicas de calidad**

Según la metodología Lean cada empleado es un inspector de calidad en su puesto de trabajo para identificar las no conformidades que puedan generar defectos y así mejorar la calidad del proceso. Para esto se proveen técnicas de calidad como TQM, matriz de auto calidad, Six Sigma, ciclo de Deming e implementación plan cero defectos.

- **Sistemas de participación de personal**

Consiste en la identificación de problemas, defectos u oportunidades de mejora por parte del personal que proponen iniciativas para implementar acciones que resuelvan los problemas o incrementen las oportunidades identificadas. Las iniciativas son canalizadas por un sistema de participación de personal para mejorar la competitividad de la empresa. Este sistema es una técnica fundamental para la mejora continua.

En el último grupo se ubican técnicas para planificar, programar y controlar la cadena logística:

- **Heijunka**

Palabra japonesa que significa nivelación y sirve para programar la demanda de clientes en tipo y volumen en un periodo de tiempo preestablecido. Para desarrollar esta técnica se requiere de un buen conocimiento de las capacidades de los procesos

y la demanda de los clientes. Esta técnica es aplicable solamente si hay variedad de productos o servicios de lo contrario no puede implementarse (Hernández & Vizán, 2013).

2.2.1.12. Six sigma.

Según Pérez y García (2014) Six Sigma busca niveles cercanos a la perfección mediante la satisfacción de necesidades de los clientes con un esfuerzo disciplinado para observar los procesos repetitivos de una organización. Este enfoque tiene fundamento en datos que son examinados estadísticamente para reducir la variación y conseguir desviaciones muy pequeñas de manera que las necesidades de los clientes se vean excedidas por los productos o servicios ofrecidos por la empresa.

2.2.1.13. Factores para la implementación exitosa del método Six Sigma.

La metodología Six Sigma tiene como pilares las teorías clásicas de calidad y la mejora continua, y crea un enfoque efectivo para el logro de resultados, basando en aspectos como: la ejecución de proyectos de mejora enfocados en la satisfacción del cliente y a cargo de personas capacitadas, uso de datos y herramientas estadísticas, resultados medibles a nivel operativo y financiero, compromiso de las personas, y un cambio en la cultura organizacional que se orienta a la excelencia operacional (Felizzola & Luna, 2014).

2.2.1.14. La metodología Six Sigma.

Felizzola y Luna (2014) indican que Six Sigma se fundamenta en una metodología que está compuesta por 5 etapas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAIC), con el objetivo de reducir los defectos por millón de los procesos a 3.4, que son casi imperceptibles para el cliente y superando las expectativas de sus

necesidades. Como beneficios incrementa la productividad, la calidad del producto, la competitividad y la rentabilidad.

2.2.1.15. Características de la metodología.

El desarrollo de la metodología está compuesto por 2 tipos de herramientas; el primer grupo está orientado a la identificación de causas de los problemas y la recolección de datos, siendo: las siete herramientas de la calidad, carta de proyecto, plan de recolección de datos, matriz de asignación de responsabilidades (matriz RACI), análisis de interesados, matriz SIPOC y mapa de la cadena de valor (VSM). En el segundo grupo comprende herramientas para el procesamiento y análisis de datos, siendo algunas de estas herramientas estadísticas, análisis ANOVA, contraste de hipótesis, diseño de experimentos, simulación de procesos, diseño de productos (QFD) y análisis de fallos (AMFE) (Pérez & García, 2014).

2.2.1.16. Desarrollo del DMAIC.

- **Etapa Definir (D)**

Esta es la etapa inicial de la metodología donde se definen el problema en función de las necesidades de los clientes y también se identifican las variables más importantes. Se establecen los siguientes puntos (Herrera & Fontalvo, 2011):

- Se identifican las áreas susceptibles de mejora a partir de un diagnóstico preliminar.
- Se deben de identificar una respuesta a las necesidades de los clientes.
- En función al análisis realizado se proponen proyectos de mejora.
- Se elabora la caracterización de procesos para saber en qué consiste cada fase.
- Se selecciona al líder y equipo del proyecto.

- **Etapa MEDIR (M)**

La organización debe planificar e identificar procedimientos de seguimiento para validar la información del proceso, como la medición y evaluación del producto. La metodología Six Sigma tiene un enfoque basado en procesos, por tanto, se debe tomar la información de los procesos que componen cada estructura.

Como punto inicial es la definición de un plan de recolección en el planteamiento de la propuesta de mejora, donde se define cual es el objetivo de la medición, lo que implica la identificación de la variable a medir y sus especificaciones. Lo siguiente es definir la variabilidad de las especificaciones de las variables, las cuales se establecen tanto por la organización como por los clientes, la finalidad es cuantificar la probabilidad de que un proceso cumpla con las especificaciones, pudiendo así determinar cuándo un producto es o no conforme (Herrera & Fontalvo, 2011).

- **Etapa ANALIZAR (A)**

Los autores Herrera y Fontalvo (2011) consideran esta etapa como la principal de la metodología Six Sigma porque se deben aplicar todas las herramientas estadísticas para analizar la información del proceso. El objetivo de la herramienta descriptiva adecuada es obtener resultados lo más reales posibles. Existen herramientas especializadas que el responsable del proyecto necesariamente debe de conocer como las de control estadístico y diseño experimental, siendo los métodos de análisis más sencillos los diagramas de causa y efecto, de Pareto y de Dispersión.

- **Etapa MEJORAR (M)**

Indican que en esta etapa se llevan a cabo nuevas técnicas o formas de optimización en función a la mejora continua para lograr la eficacia de los procesos. Para esto la empresa debe identificar las tendencias del producto y establecer el grado de cumplimiento de las necesidades de los clientes.

Una útil herramienta para la mejora continua el análisis AMEF. Con esta herramienta se identifica el problema y sus posibles causas, también se proponen posibles soluciones.

Otra herramienta utilizada es el diseño experimental que mediante el análisis de varianza que cuantifica los niveles de una variable de respuesta que constituye un objeto de interés. El objetivo de este análisis es levantar información y examinar el valor de las fuentes de variación (Herrera & Fontalvo, 2011).

- **Etapa CONTROLAR (C)**

Esta etapa permite verificar la efectividad de los cambios que sufre el proceso, esto se realiza mediante uso de indicadores para mostrar el estado del mismo. Entre los métodos y procedimientos para controlar el proceso tenemos los gráficos de control univariada por variables, estas herramientas aplican para variables cualitativas, mientras que para variables cuantitativas se utilizan graficas de control multivariadas y el diseño de experimentos.

Los gráficos de control univariados realizan el seguimiento de una característica de calidad en el tiempo, identificando la estabilidad proceso. La característica de

calidad es evaluada mediante el estadístico de las muestras o subgrupos que se recolectan del proceso.

En el gráfico de control multivariado, el número de características de calidad es representada por p . El principal objetivo es determinar si las variables se encuentran bajo control estadístico (Herrera & Fontalvo, 2011).

- **Implementación de la metodología**

La implementación del método Six Sigma, comprende 4 fases principales, de la cual cada una está compuesta por etapas que son disposición de cambio, despliegue de objetivos, desarrollo del proyecto y evaluación del beneficio.

La disposición de cambio consiste en un conjunto de pasos que comienza con el compromiso de los directivos en el cambio, en el segundo paso se expone el estado de la empresa respecto a otros competidores. El siguiente paso es demostrar las condiciones y características del método Six Sigma, así como la diferencia con otros sistemas de gestión de la calidad. El cuarto paso consiste en organizar estratégicamente los valores, misión y visión de la organización a continuación, definir los objetivos a alcanzar. En el quinto y último paso se eligen y capacitan a los líderes y cinturones en función a los niveles de conocimientos que poseen y también se capacita al equipo de la organización encargado del mejoramiento.

En el despliegue de objetivos se definen las herramientas de información con indicadores para obtener el nivel six sigma del proceso, capacitación y control apropiado, a su vez se seleccionan los primeros grupos de trabajo para desarrollar los proyectos seleccionados.

En el desarrollo del proyecto se tiene como primer paso explicar las características de calidad o necesidades de los clientes externos e internos, así como definir los indicadores que medirán estos requerimientos, según la función de las especificaciones o necesidades de los clientes. Luego los equipos de mejoramiento utilizan la metodología DMAIC.

En la evaluación de Beneficios se miden las mejoras en cada uno de las propuestas luego de la implementación de cada etapa de la metodología, para esto se obtienen los niveles de defectos por millón de oportunidades (DPMO), tomando este valor como indicador de las alternativas de solución (Herrera & Fontalvo, 2011).

2.2.2. Herramientas de Diagnóstico

- **ValueStreamMapping (VSM)**

Es también llamado mapa de la cadena de valor es una herramienta visual de diagnóstico que muestra el flujo de información y materiales desde el proveedor hasta el cliente. Tiene como objetivo plasmar de manera sencilla el proceso para identificar donde se producen los principales desperdicios. Se trazan dos mapas, uno denominado VSM actual, que registra la información recopilada y analizada en un momento dado y un segundo mapa denominado VSM futuro, el cual se diseña tras el planteamiento de soluciones efectivas, representa el nuevo flujo de producto, información y materiales (Hernández & Vizán, 2013).

- **Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF)**

Según Torrejón Reyes (2015) es un herramienta que tiene como objetivo el identificar los posibles fallos en la fabricación de los productos o servicios para poder tomar acciones preventivas que eviten su reincidencia. Una vez identificados se clasifican según la importancia que les es asignada para priorizar los más importantes que resolver

y de los que no nos debemos de preocupar. Existen variedad de Analisis de modo y efectos de fallas que dependera si tiene un enfoque de modificaciones de un proceso o servicio o de las optimizacion del mismo.(p.45)

- **Diagrama de Operaciones de Procesos (DOP)**

Es un diagrama de gráficos y símbolos al momento de fabricar un producto o brindar un servicio, es así que las operaciones, inspecciones y materiales utilizados son representadas con las relaciones cronológicas y sucesivas encontrándose debidamente numeradas. Las principales operaciones e inspecciones son representadas en este diagrama sin considerar quien ni en donde se realizan.

Permite identificar problemas a un nivel más general y puede ser aplicado tanto para procesos de fabricación como procesos administrativos, también ayuda a una mejor toma de decisiones con el soporte en la distribución del proceso (Salas, 2013).

- **Diagrama SIPOC**

Parkash & Kaushik (2011) lo identifican según sus siglas en Ingles Supplier-Inputs-Process-Out-Customers el cual es un diagrama para poder comprender mejor los elementos de un proceso para su mejora. En este diagrama se podrá identificar los proveedores, entradas y salidas del proceso, los subprocessos y las especificaciones que tienen los clientes el producto o servicio que ofrece. (p.55)

- **Diagrama Causa-Efecto**

También conocido como Diagrama causa-efecto de Ishikawa en honor a su creador Kaouru Ishikawa. Según Lezcano et al. (2013) es un diagrama que evidencia la relacion existente entre las causas de un problema y el efecto que producen lo que permite realizar un mejor análisis para la búsqueda de soluciones. Para la elaboracion del diagrama

primeramente se listan las causas de un problema posteriormente se jerarquizan y luego se colocan en el diagrama.

- **Diagrama Pareto**

Una de las herramientas utilizadas es el diagrama ABC que tiene el propósito de separar los problemas de calidad (80%) en pocos defectos vitales (20%). Otra herramienta es el diagrama causa efecto o diagrama de Ishikawa que tiene como objetivo identificar todos factores que influyen en el resultado del proceso (Herrera & Fontalvo, 2011).

2.2.3. Herramientas de Mejora

- **Las 5S**

Es una herramienta de la metodología Lean de fácil comprensión y sin requerimientos especiales de conocimiento, por lo que se considera muy potente y multifuncional siendo pocas las empresas que han logrado sacarle todo el provecho. El principio que aplica es el orden y limpieza y el acrónimo pertenece a las iniciales de 5 palabras japonesas: Seiri- eliminar lo innecesario, Seiton-ordenar, Seiso-limpiar, Seiketsu-estandarizar, Shitsuke-crear habito (Hernández & Vizán, 2013).

- **SMED**

Por sus siglas en inglés (Single-Minute Exchange of Dies), se define como una metodología clara, fácil de aplicar y que consigue resultados positivos y rápidos generalmente con poca inversión. Tiene como objetivo la optimización del tiempo de preparación de máquina que se obtiene con la estandarización del proceso, ajustes en la máquina, cambios en el proceso e incluso hasta en el mismo producto. Como ejemplo se tiene la instalación de nuevos mecanismos de alimentación/retirada/ajuste o centrado rápido como plantillas y anclajes funcionales (Hernández & Vizán, 2013).

- **TPM (Total Productive Maintenance)**

Comprende un conjunto de técnicas que buscan eliminar las fallas de las máquinas mediante la participación de los trabajadores. Tiene como principio que la conservación y mejora es tarea de todos. Propone objetivos como (Hernández & Vizán, 2013):

- Maximizar la eficacia del grupo.
- Garantizar el compromiso con la mejora y conservación de la maquinaria por parte de las personas.
- Desarrollar un cronograma de mantenimiento preventivo/ predictivo para toda la vida útil de la maquinaria.

- **Kanban**

Sistema de control sincronizado que tiene como objetivo asegurar la alta calidad y producción justa en el momento adecuado con una producción basada en señales visuales, como tarjetas. Consiste en que cada proceso retira los materiales que necesita del proceso anterior y comienza a trabajarlos. Las tarjetas se colocan en los contenedores donde se encuentran los materiales, mostrando el código del material y la cantidad de material que hay en el contenedor. Se pueden distinguir dos tipos de Kanban (Hernández & Vizán, 2013):

- De producción, indica la cantidad a fabricar.
- De transporte, indica cuanto material se retirará del proceso anterior.

- **KPI's: Key Performance Indicator (Indicador Clave de Comportamiento).**

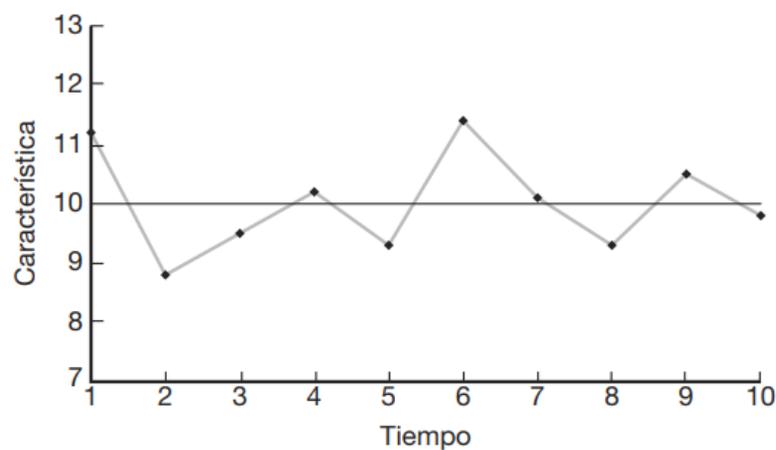
Para Hernández y Vizán (2013) son “métricas que permiten el seguimiento de los progresos de la mejora continua en las empresas” (p. 162).

2.2.4. Graficas de control

Walpole et al. (2012) lo define como una herramienta estadística que sirve para controlar el proceso y asegurar que los datos se encuentren bajo una variabilidad normal, con variaciones controlables o poco importantes, si ha de encontrarse fuentes drásticas de variabilidad se deben de identificar las ‘causas asignables’ que lo provocaron. Cuando un proceso presenta este tipo de variaciones se indica que no está controlado.

Figura 1

Grafica de control por variable



Nota: Fuente: Walpole et al. (2012)

El objetivo de esta grafica es detectar el estado de fuera de control de un proceso, es así que, ante cualquier cambio, lo conveniente es detectarlo y corregirlo con rapidez de lo contrario muchos productos se encontraran con algún defecto de calidad e incrementara el costo de producción.



CAPÍTULO III
DIAGNOSTICO DE LA SITUACION
ACTUAL

3.1. Descripción de la empresa

La empresa en estudio constituida con más de 50 años de experiencia, se ha desarrollado con éxito en la fabricación de tops e hilados de variedad de fibra naturales y sintéticas para exportación, considerada una de las 10 empresas más importantes del sector textil en el Perú.

La empresa cuenta con 4 plantas que le permite desarrollar su actividad con fibras de alpaca, oveja y algodón, así como mezclas especiales con fibras finas de incomparable belleza con el fin de ofrecerlas al mercado para tejido industrial, tejido plano y tejido a mano.

La compañía se ocupa de fabricar tops e hilados. Los Tops son un producto semiprocésado de alpaca y/o lana que son mechas de fibras cuyo peso oscila entre 25 y 30 gr/m y los Hilados son fabricados a partir de los Tops.

3.1.1. Sector y actividad económica

Según las Naciones Unidas (2009) en la CIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme) la empresa en estudio corresponde a la clasificación C- Industrias Manufactureras, División 13-Fabricación de productos textiles, Grupo 131-Hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles, Clase 1311 – Preparación e hilatura de fibras textiles.

3.1.2. Perfil organizacional

3.1.2.1. Misión.

Figura 2

Misión de la Empresa

Ofrecer al mundo experiencias únicas a través de productos de excelencia, creatividad e innovación, fabricados con pasión y dedicación y a su vez acorde con las exigencias de los tiempos modernos, manteniendo nuestra identidad textil milenaria andina.

Fuente: La Empresa (2021)

3.1.2.2. Visión.

Figura 3

Vision de la Empresa

Mantener el liderazgo en la fabricación y transformación de fibras naturales, siendo la principal la fibra de alpaca desde la materia prima hasta el producto final, promoviendo la cadena de valor, con sostenibilidad, innovación, responsabilidad social y respeto al medio ambiente.

Fuente: La Empresa (2021)

3.1.2.3. Valores.

Figura 4

Valores de la Empresa

INTEGRIDAD:

Hacer siempre lo correcto y actuar en base a nuestros valores, siendo coherentes entre lo que decimos y lo que hacemos.

RESPONSABILIDAD:

Cumplir oportuna y eficientemente con todos RESPONSABILIDAD nuestros compromisos adquiridos, propiciando el bienestar entre la organización, sus integrantes y el desarrollo sostenible.

RESPECTO:

Promover la tolerancia y aceptación entre cada uno de los miembros de la organización, generando espacios de diálogo, reconocimiento y buen trato.

INNOVACIÓN:

Capacidad constante para generar y adaptar nuevas ideas y soluciones que optimicen nuestros procesos y relaciones de trabajo.

FLEXIBILIDAD:

Ser capaces de adaptarnos a nuevos entornos y circunstancias en base a la empatía y comprensión de todos los integrantes de la organización.

TRABAJO EN EQUIPO:

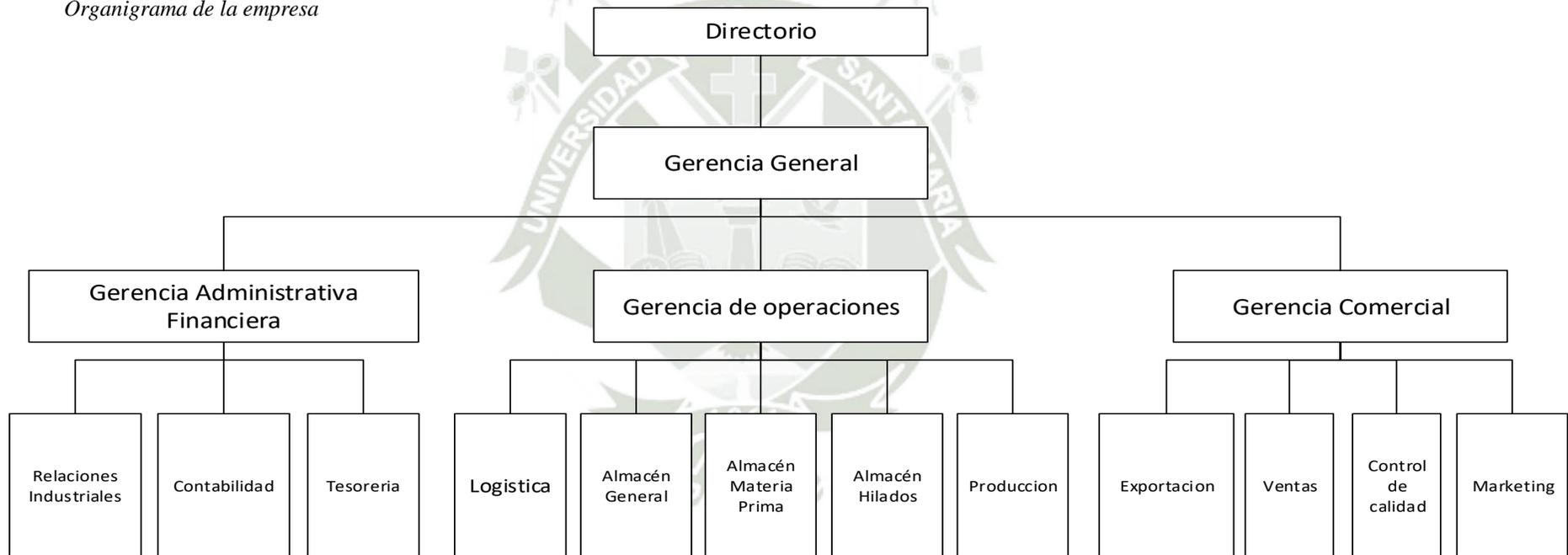
Complementamos como equipo reconociendo nuestras características, habilidades y talentos con el fin de lograr un objetivo en común.

Fuente: La Empresa (2021)

3.1.2.4. Organización

A continuación, se aprecia el organigrama de la empresa.

Figura 5
Organigrama de la empresa



Nota: Fuente: La Empresa (2018).
Elaboración propia

Cabe señalar que el área de tintorería está ubicada dentro del área de producción.

Comentario: La Figura 2 muestra el organigrama de la empresa en estudio. El directorio general delega la administración a la Gerencia General que a su vez la delega a las Gerencias de Administración y Finanzas, Operaciones y Comercial.

3.2. Descripción del producto

Los productos que comercializa la empresa en estudio se aprecian a continuación:

3.2.1. Tops

Los Tops son el producto de procesos controlados de Clasificado, Lavado y Peinado industrial y Homogenizado los cuales cumplen con procedimientos ecológicos que son validados con la certificación OEKO-TEX Standard 100 que tiene el objetivo de brindar los mejores productos a nuestros clientes con la mejor fibra de alpaca y variedad de colores. Los Tops vienen en las presentaciones de Tops y Bumps de 10 a 12 Kg de peso por unidad, con un peso métrico de 25 gr/m.

Figura 6
Tops



Fuente: La Empresa (2017)
Elaboración Propia

Comentario: La fibra es uno de los productos que ofrece la empresa en estudio. Esta se ofrece en la presentación de Tops como se muestra en la figura.6.

3.2.2. Hilados

Los HILOS son producto de los procesos de Clasificado, Lavado y Peinado, Homogenizado e Hilandería donde los Tops se tuercen alcanzando una gran longitud y son empleados directamente para la confección de telas y prendas. Estos procesos cumplen con la certificación OEKO-TEX Standard 100 que tienen el objetivo de brindar productos de las mejores calidades a los clientes.

Figura 7
Cono de Hilo



Fuente: La Empresa (2017)
Elaboración Propia

Comentario: Otro de los productos que ofrece la empresa en estudio es el hilado que resulta del producto mostrado anteriormente, Tops, como materia prima para el proceso de Hilatura.

Para ambos productos se trabajan las siguientes calidades:

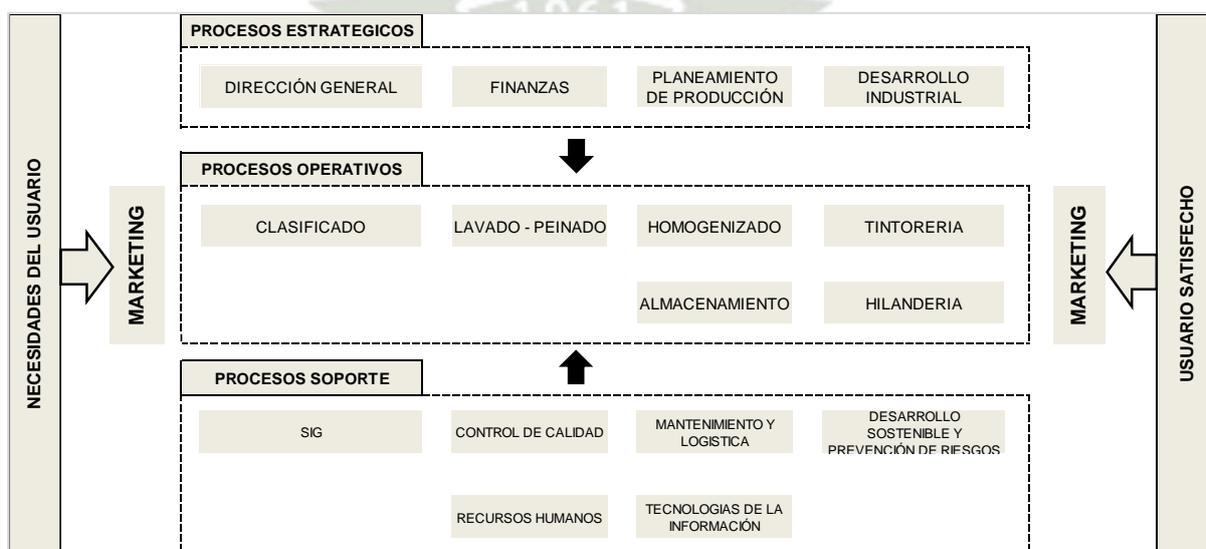
- Royal Alpaca (19.0 μm Máx.)
- Baby Alpaca (22.5 μm Máx.)
- Superfine Alpaca (26.5 μm Máx.)
- Huarizo Alpaca (31.0 μm Máx.)
- Adult Alpaca (34.0 μm Máx.)

3.3. Descripción del proceso productivo

3.3.1. Áreas participantes del proceso productivo

El modelo de gestión está basado en el enfoque de procesos, esto permite obtener las interacciones de los procesos como se muestra en la siguiente figura:

Figura 8
Clasificación de los procesos



Fuente: La Empresa (2018)
Elaboración Propia

Comentario: En la figura 5 se observa la clasificación de los procesos en Estratégicos que comprende áreas como Dirección general, Planeamiento de Producción, luego están los procesos Operativos que comprende áreas que tiene como objetivo la transformación de la materia prima y procesos de Soporte que son aquellas áreas que brinda el soporte a los procesos operativos.

Como se aprecia el mapa de procesos se divide en:

- A. Procesos estratégicos** conformados por: Dirección General, Finanzas, Planeamiento de la Producción y Desarrollo industrial; estos procesos se encuentran vinculados a las responsabilidades de la dirección y como tal generan valor y dan equilibrio a los demás procesos, definen la forma y los lineamientos de cómo se ejecutará todo el proceso de producción.
- B. Procesos operativos** conformados por: Clasificado, Lavado-Peinado, Homogenizado, Tintorería, Hilandería, Almacenamiento y despacho; estos procesos se encuentran directamente relacionados con la fabricación del producto, en este caso Tops e Hilados, para satisfacer las necesidades del cliente.
- C. Procesos de soporte** conformados por: SIG, Control de Calidad, Mantenimiento - Logística, Desarrollo Sostenible y Prevención de Riesgos, Tecnologías de la Información y Recursos Humanos; estos procesos se caracterizan por dar apoyo a los procesos operativos aportándoles los recursos y las mediciones necesarias para desarrollar correctamente sus funciones y cumplir con los objetivos del negocio.

3.3.2. Descripción de los procesos

El actual proceso de la empresa es por batch debido a que se produce una diversidad de productos con una cantidad limitada por vez para satisfacer

las necesidades de los clientes. El proceso inicia con el ingreso de una orden de producción por el área de marketing y termina con el despacho del producto final ya sea hilo o tops.

Figura 9

Diagrama de flujo de producción de la empresa en estudio



Fuente: La Empresa (2018)
Elaboración Propia

Comentario: En la figura 6 se visualizan los procesos por los que la materia prima pasa para ser transformada, cada proceso le añade valor teniendo como resultado los productos mostrados en el punto 3.2.

a) Clasificado

Como se observa en la imagen el proceso productivo comienza con la recepción de la fibra ya sea alpaca, oveja o algodón, luego se realiza el proceso de clasificado que consta de la separación de la fibra según calidades y colores (que consideran la raza, finura, suavidad, limpieza y longitud) y es de forma manual porque está relacionado con un número de características físicas muy importantes donde el personal especializado utiliza el tacto y la vista. En este proceso también se retiran las impurezas como ccopa o basura, K'arca o mugre, pitas, tierra, pintura, plásticos, etc.

El control de calidad en esta parte se basa en la NTP 231.301:2014, que establece la clasificación la cual se da según los siguientes criterios por grupos de calidades:

1. Por finura, se tiene como unidad el micronaje de la fibra.
2. Por longitud, se puede obtener fibra larga y corta.
3. Por color, según los tonos de colores naturales básicos hasta un total de 16 colores.

En la Tabla siguiente se muestra los criterios de clasificación según el grupo de calidades de la fibra de alpaca:

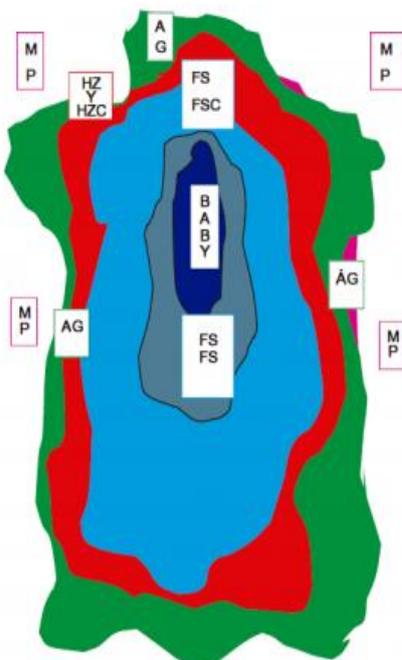
Tabla 2
Clasificación calidades según la NTP.231.301:2014

Grupo de calidades	Finura (µm)	Largo (mm)	Humedad (% max)	Sólidos minerales (% max)	Grasa (% max)
Alpaca SuperBaby	Igual o menor a 20	65	8	6	4
Alpaca Baby	20.1 a 23.5	65	8	6	4
Alpaca Fleece	23.1 a 26.5	70	8	6	4
Alpaca Medium Fleece	26.6 a 29	70	8	6	4
Alpaca Huariazo	29.1 a 31.5	70	8	6	4
Alpaca Gruesa	Más de 31.5	70	8	6	4
Alpaca Corta	-	20 a 50	8	6	4

Fuente: Elaboración Propia adaptado de INDECOPI (2014)

Comentario: La clasificación de las calidades de vellón de alpaca esta segmentada en 8 grupos los cuales se visualiza en la figura 10.

Figura 10
Ubicación de las calidades dentro del vellón de alpaca



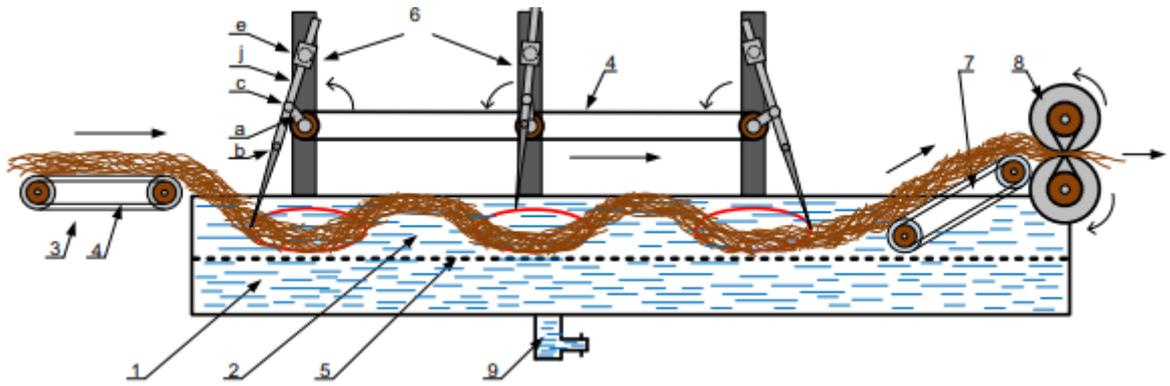
Fuente: Lencinas y Torres (2010)

Comentario: En esta figura se visualiza la clasificación de los vellones de alpaca según su finura. La sección azul muestra el tipo de fibra más fina mientras la sección verde la fibra más gruesa.

b) Lavado –Peinado

El proceso de lavado – peinado donde la fibra es lavada con agua caliente y detergente para eliminar impurezas y luego secarla. Aquí es donde la fibra sufre su primera transformación por el cambio de apariencia. Generalmente este proceso se realiza en 5 tinas donde se eliminan impurezas, se lava con detergente y se enjuaga la fibra.

Figura 11
Baño de lavado con sistema de transporte a rastrilla

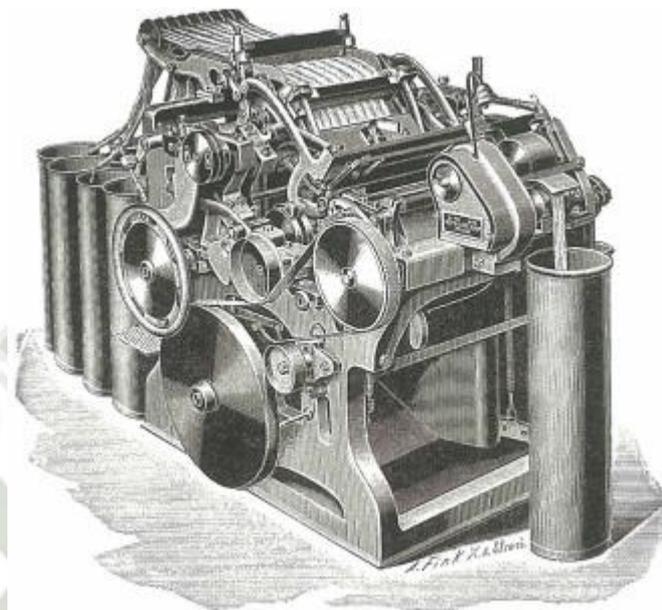


Fuente: Kayumov (2015)

Comentario: En la imagen se muestra la imagen de una máquina de lavado con sistema de transporte a rastrilla.

Luego se continua con el cardado donde las cardas abren y pulen las fibras obteniendo un producto denominado Sliver. Para obtener un mejor producto la fibra es peinada donde se realizan 3 pasajes por peines cada vez más delgados de donde se obtienen desperdicios como Noils y se termina de eliminar las impurezas vegetales procedentes del cardado.

Figura 12
Peinadora rectilínea



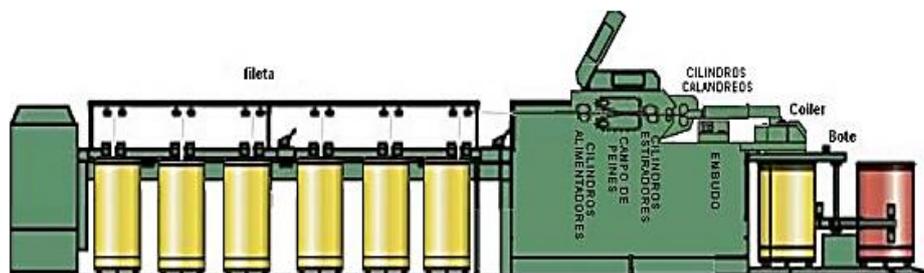
Fuente: Palet (2004)

Comentario: En la figura 12 se visualiza una máquina de peinar de modelo rectilíneo.

c) Homogenizado

Como tercera parte empieza el proceso de homogenizado donde la fibra peinada es regularizada en gilles botatacho obteniendo una mecha que entre 25 y 35 gr/m para pasar a los gilles bolera que forman bumps entre 10 a 12 Kg.

Figura 13
Gill botatacho



Fuente: La Empresa (2018).

Comentario: En la figura 13 se visualiza una máquina de homogenizar de modelo botatacho. Es llamado así porque el trabajo de cargado y salida de material es en tachos.

d) Hilandería

Los Tops decepcionados pasan por el proceso de preparación baja donde se produce el estiramiento de la mecha y preparación alta donde se obtiene el título a trabajar para finalmente pasar por la maquina continua donde se estira la mecha hasta llegar al número métrico solicitado por el cliente.

Figura 14
Maquina continua



Fuente: La Empresa (2021).

Comentario: En la figura 14 se visualiza una máquina para hilar el material llamada continua. El proceso de hilatura es la diferencia de procesos de los tipos de productos que ofrece la empresa en estudio.

e) Tintorería

En el proceso de teñido la fibra sufre otro cambio de apariencia porque se le añade la característica de color pudiendo ser de 2 tipos: Industrial, hace referencia colores sólidos y únicos en las fibras y Estampado donde la fibra puede tener diseños de varios colores que se aprecian mejor al momento de tejer los hilos.

Figura 15
Maquina Autoclave

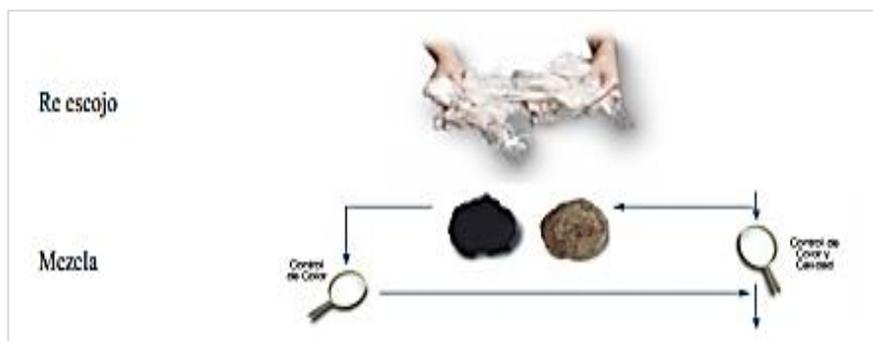


Fuente: La Empresa (2021)

Comentario: En la imagen 15 se observa una máquina de teñido del área de Tintorería, llamada autoclave. Son ollas a presión que trabajan a más de 98°C.

Cabe señalar que cada una de estas etapas tiene un control de calidad independiente, adicionalmente es posible por alguna solicitud técnica se realice primero el proceso de tintorería y luego el de hilandería.

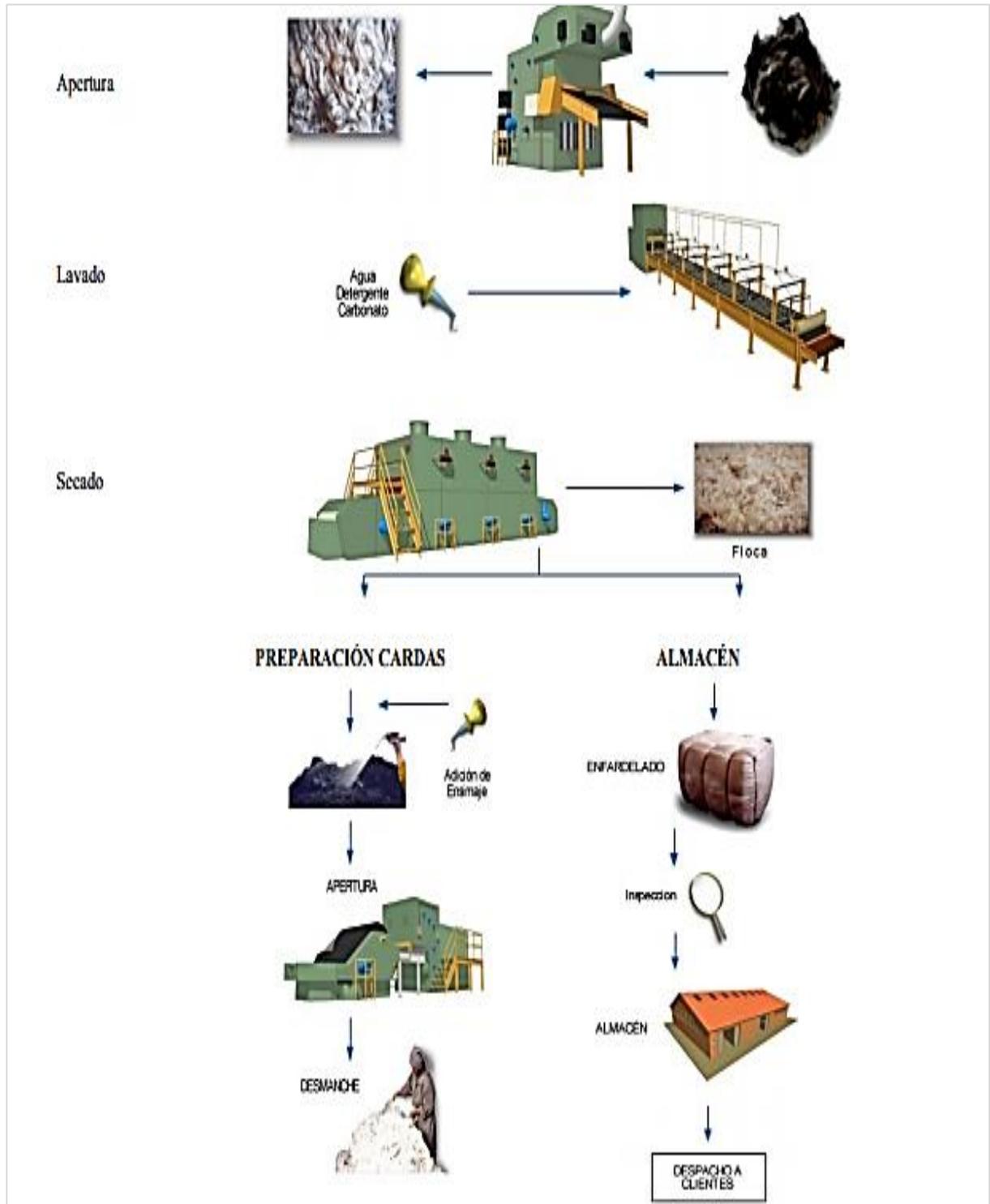
Figura 16
Proceso de clasificado de fibra



Fuente: La Empresa (2013)

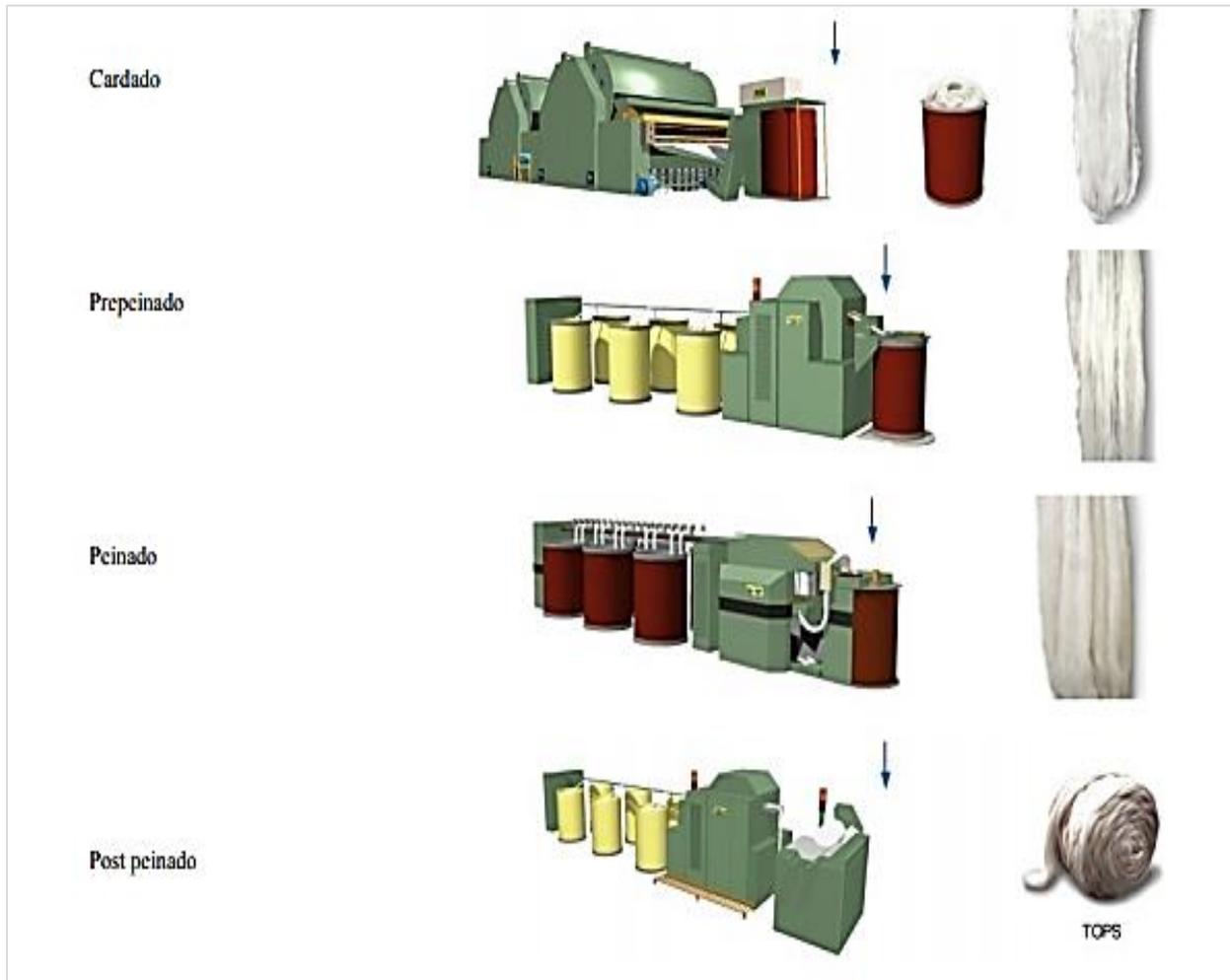


Figura 17
Proceso de lavado



Fuente: La Empresa (2013)

Figura 18
Proceso de cardado y peinado



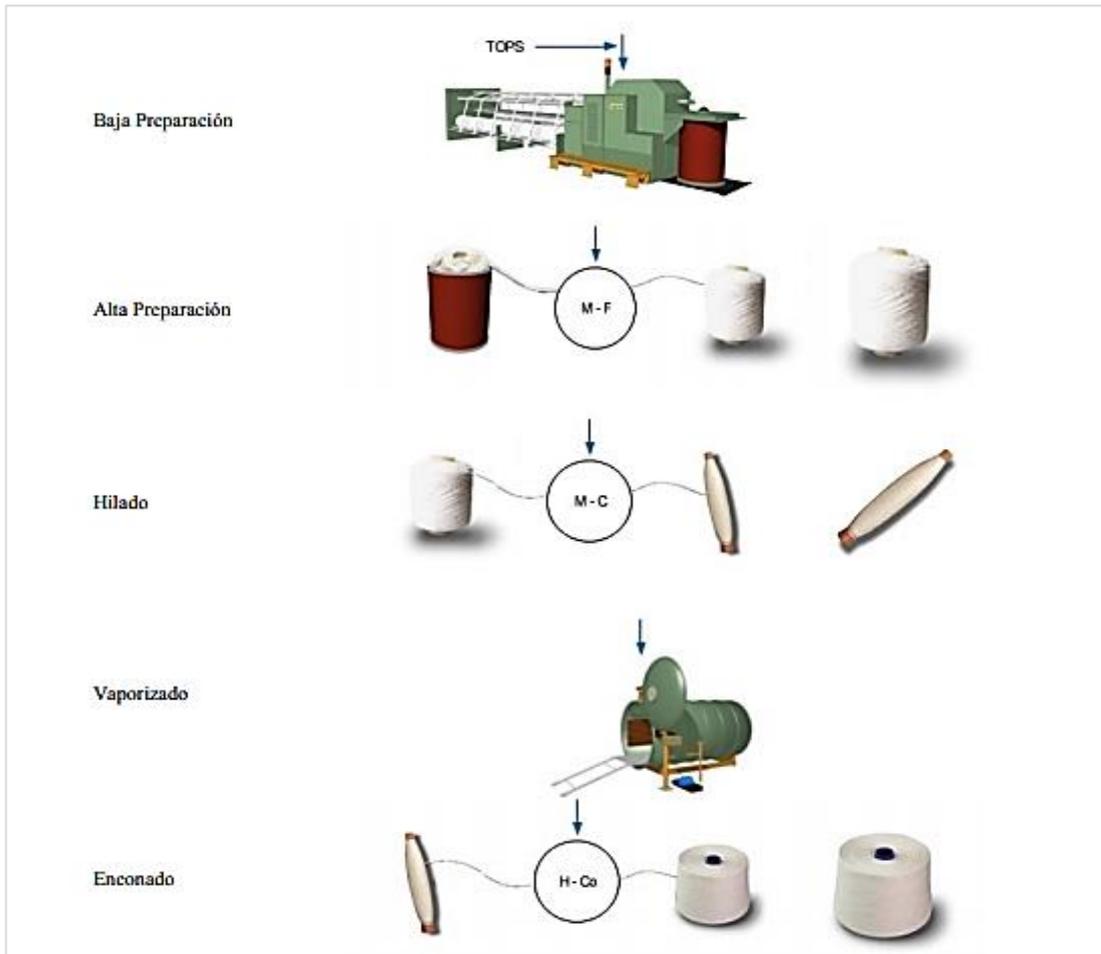
Fuente: La Empresa (2013)

Figura 19
Proceso de almacenamiento



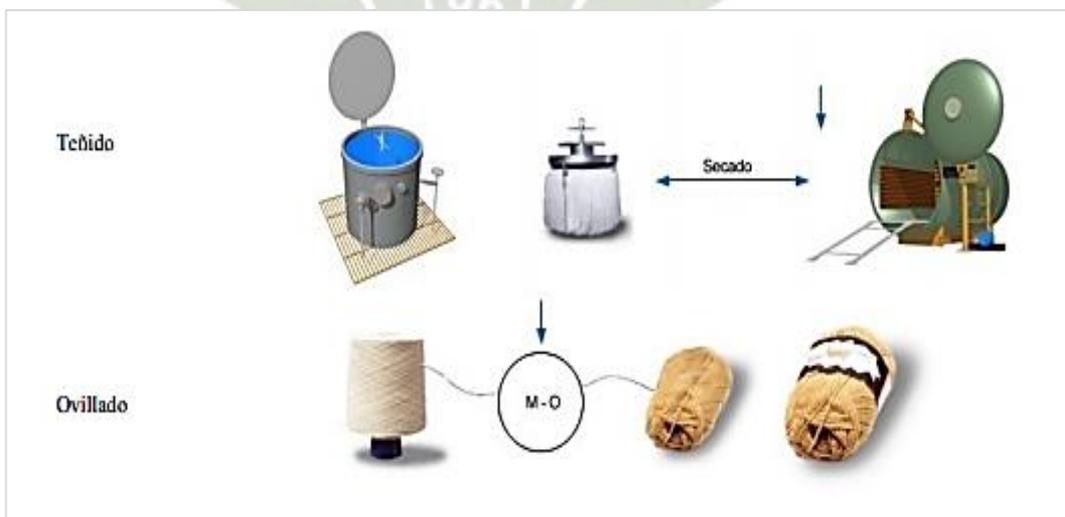
Fuente: La Empresa (2013)

Figura 20
Proceso de hilado



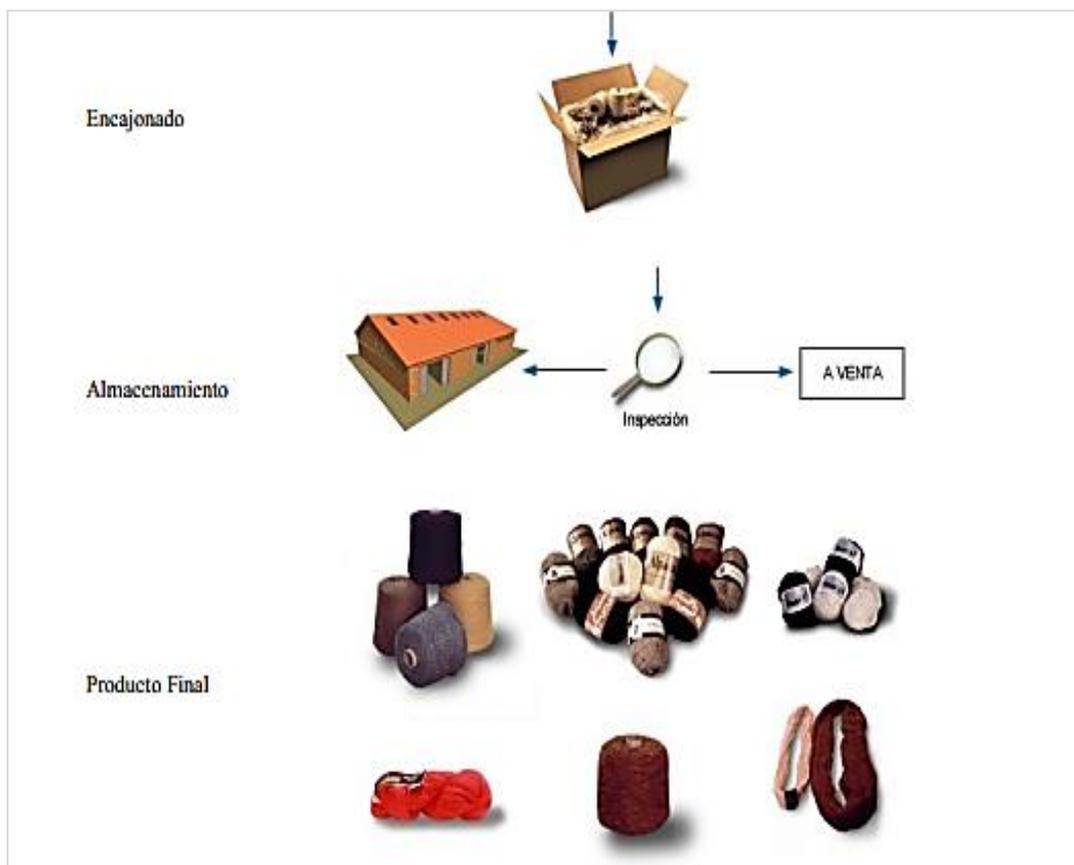
Fuente: La Empresa (2013)

Figura 21
Proceso de teñido



Fuente: La Empresa (2013)

Figura 22
Proceso de almacenamiento Producto Final



Fuente: La Empresa (2013)

Comentario: En las figuras desde la 16 a la 22 se observa la ruta del proceso de la materia prima y las diferentes transformaciones tanto físicas y químicas que tiene el material para obtener finalmente Tops o Hilos.

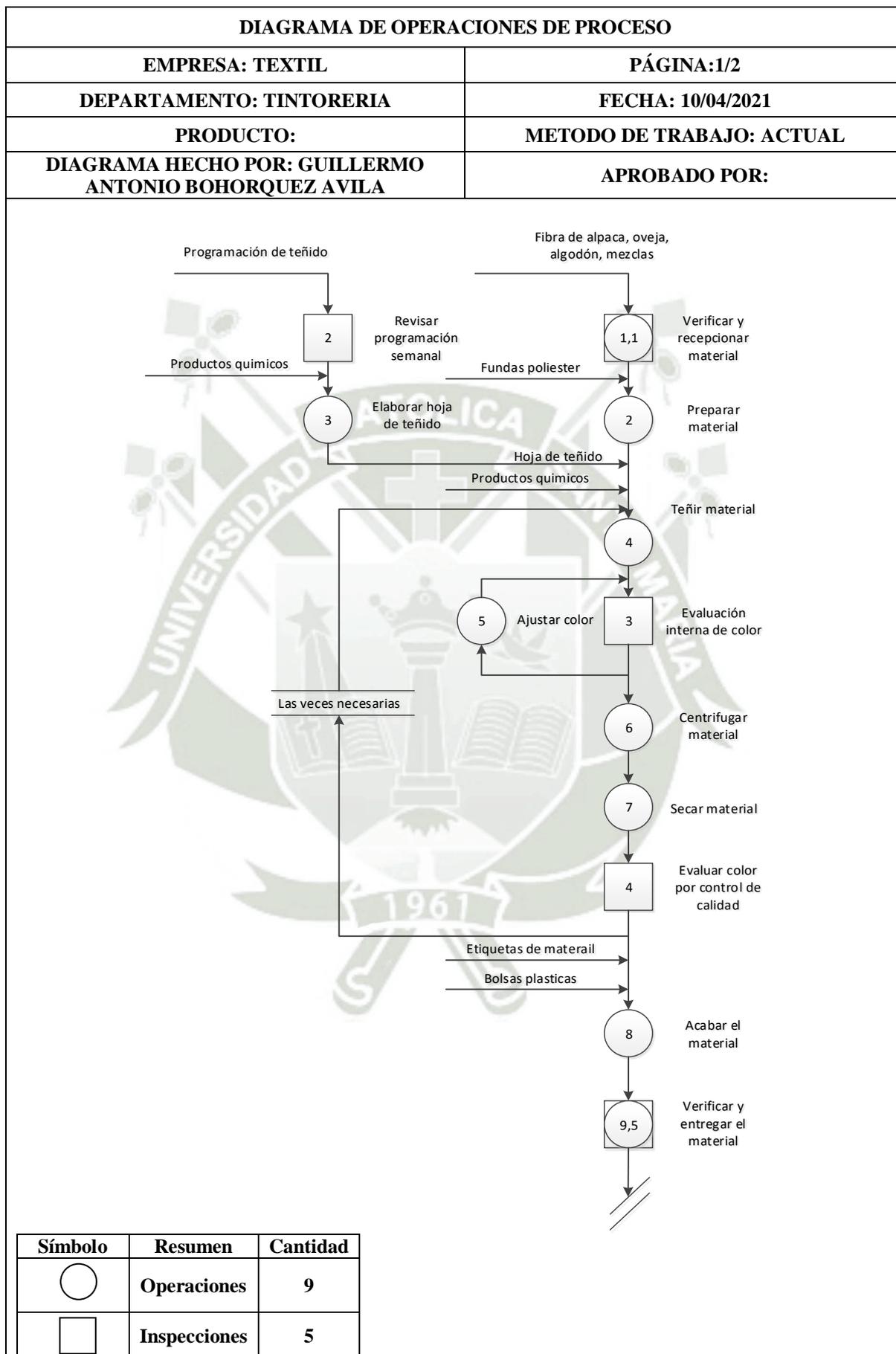
3.3.3. Áreas participantes del proceso de teñido

Antes de comenzar el proceso de teñido es necesario delimitar que el mismo se ejecuta por partidas la cual es realizada por el área de PGP (Programación General de la Producción) que se encarga de proveer semanalmente una programación exclusiva para el proceso de teñido, donde se detalla el total de máquinas y los colores para teñir las partidas, disponiendo de máquinas de 20 Kg a 300 Kg. Asimismo, es importante resaltar que el proceso de teñido se puede realizar para dos tipos de presentaciones: hilados o tops.

3.3.1.1. Diagrama de operación de procesos

A continuación, se muestra el diagrama de operaciones del Proceso de Teñido





Comentario: En el Diagrama de Operación de Proceso se muestra la ruta del proceso que sigue el material en el teñido. La principal característica que se le añade a la fibra es el color para lo que se necesitan colorantes y otros insumos químicos.

3.3.1.2. Descripción del proceso de teñido

A. Preparación

Inicialmente el material es recepcionado donde se verifica se busca con su hoja de identificación y su OSA (Orden de Salida de Almacén). Estos dos documentos acompañaran a cada partida durante todo el proceso donde indica todos sus datos. La preparación de las partidas puede variar según el tipo de presentación

Los tops pueden ser preparados en:

1. Gill

Los Tops que ingresan del proceso de Homogenizado, son trasladados por los operarios de preparación de homogenizado a los gilles. En este proceso el material en fibra puede ser preparados en Tops o Bumps, para redistribuir el peso según la capacidad de la máquina y calidad que se desee trabajar.

Asimismo, los hilados pueden prepararse en:

2. Madejera

Los conos que son recepcionado por el almacén de Hilados, son trasladados por los operarios de preparación de hilados a las madejeras. En

este proceso se fabrican madejas para que puedan ingresar a las Autoclaves de brazos o inmersión.

Luego de que el material se encuentra preparado se coloca en andamios en espera de la programación para ingresar ser teñido.

B. Teñido

Previo al inicio del teñido los volantes se preparan a cargar el material en las Autoclaves. Existen dos tipos de teñido Industrial y teñido estampado

1. Industrial

Este tipo de teñido se caracteriza por teñir las fibras de un solo color. Puede realizarse en distintos tipos de máquinas como son autoclaves de brazos, de inmersión o toperas. Los tiempos del proceso de teñido varía de acuerdo a la presentación, calidad o color siendo el tiempo de proceso entre 5 a 13 horas.

2. Artesanal

Este teñido es caracterizado por teñir la fibra solamente en la presentación de hilado con diseños de varios colores que se aprecian mejor cuando se tejen. Es realizado manualmente por personal especializado.

Luego del proceso de teñido el material es centrifugado para quitar el exceso de agua, después pasa por la secadora para que regular la humedad según los parámetros de control de calidad. Las máquinas de secado pueden

ser Radiofrecuencia y Alisadora para los Tops y Secadora de vapor para los Hilados. Al finalizar el material es trasladado al almacén.

C. Acabados

El acabado puede darse en distintas maquinas esto según la presentación. En el caso de los Tops o Bumps se trabaja en el gill, si son madejas se trabaja en la devanadora.

1. Gill

El material es trasladado del almacén al gill por el operario de acabados de Homogenizado que se encarga de fabricar Tops entre 10 a 12 Kilogramos.

2. Devanadora

El material es trasladado de igual manera por el operario de acabados de Hilandería a la Devanadora para fabricar conos de 1 Kilogramo y 500 gr.

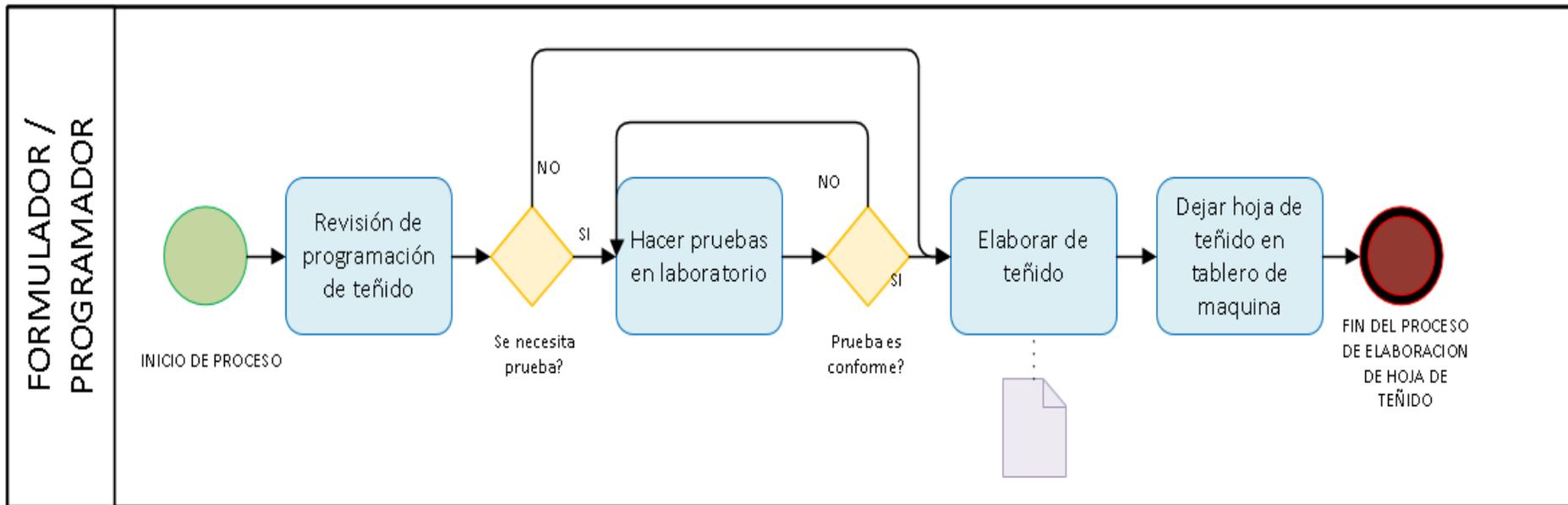
Una vez terminado todo el proceso el material es entregado al almacén de producto terminado o producto intermedio si es que se realiza un proceso posterior al de teñido.

3.3.1.3. Diagrama de flujo de procesos bajo estándar BPMN

El diagrama BPMN (Business Process Model and Notation por sus siglas en inglés) o Modelo y Notación de Procesos de Negocio que desarrollaran los diagramas de procesos actuales más detallados.

Figura 23

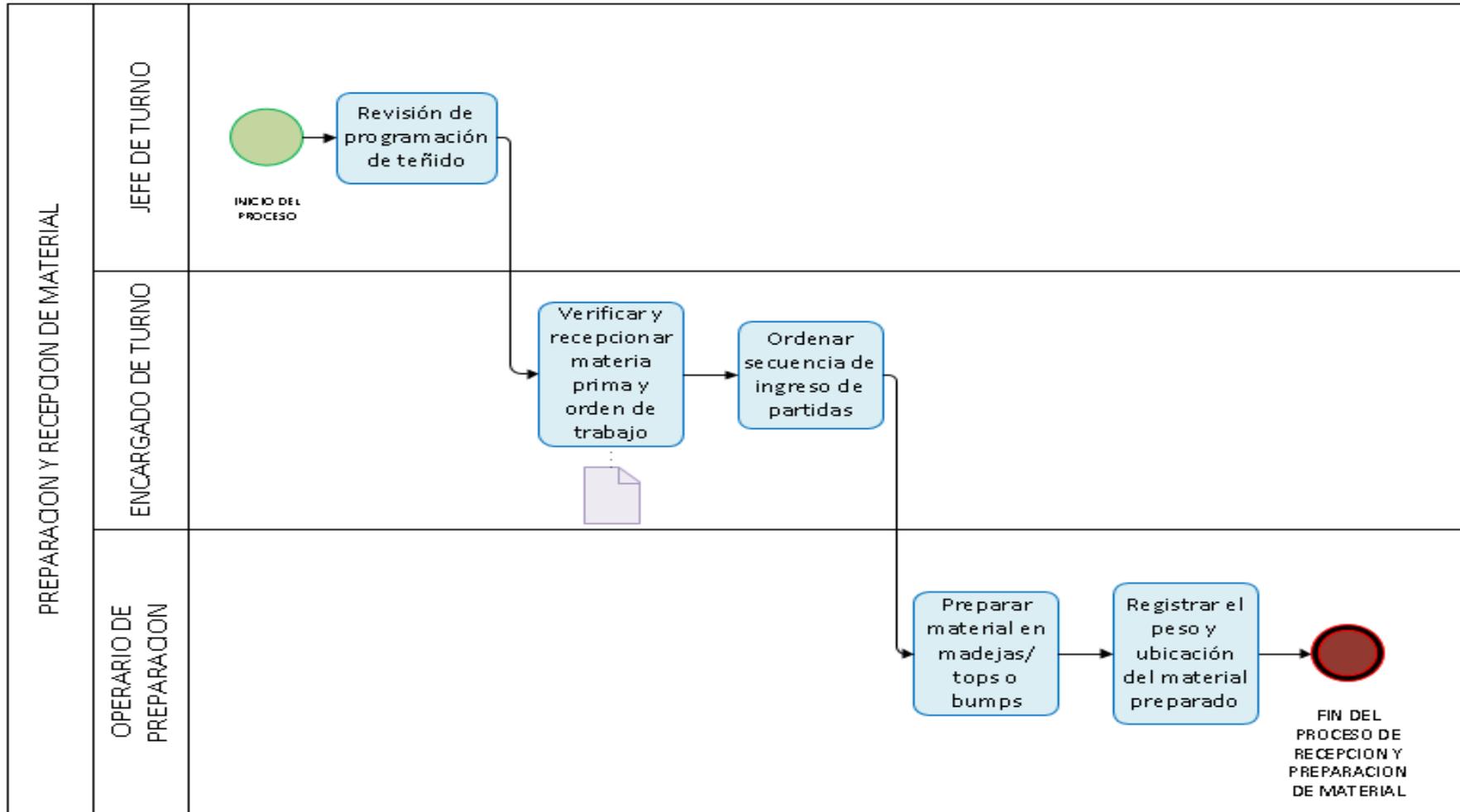
BPMN Proceso de Elaboración de la hoja de teñido



Fuente: La Empresa (2021)
Elaboración propia

Figura 24

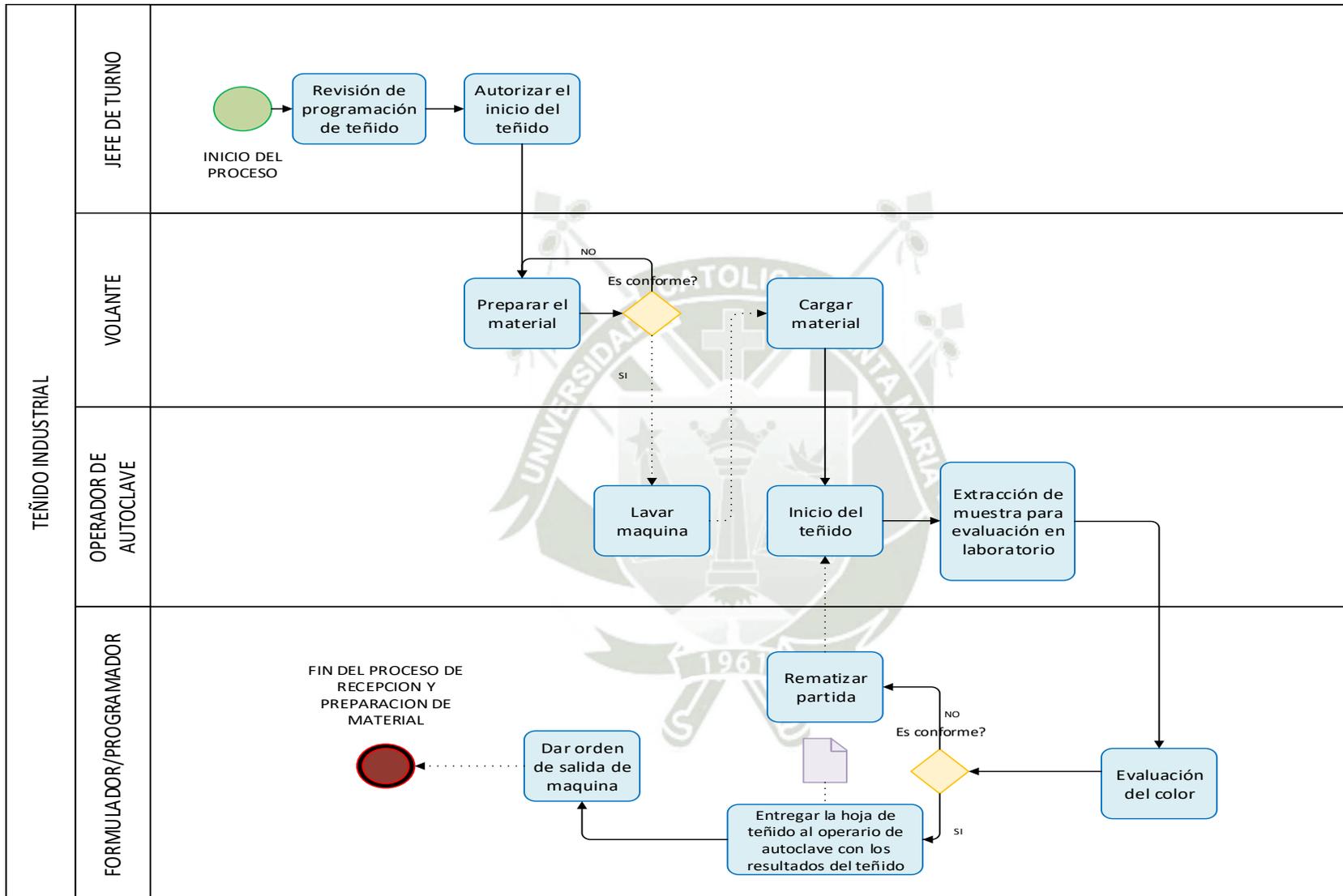
BPMN Proceso de Preparación y Recepción de Material



Fuente: La Empresa (2021)

Elaboración propia

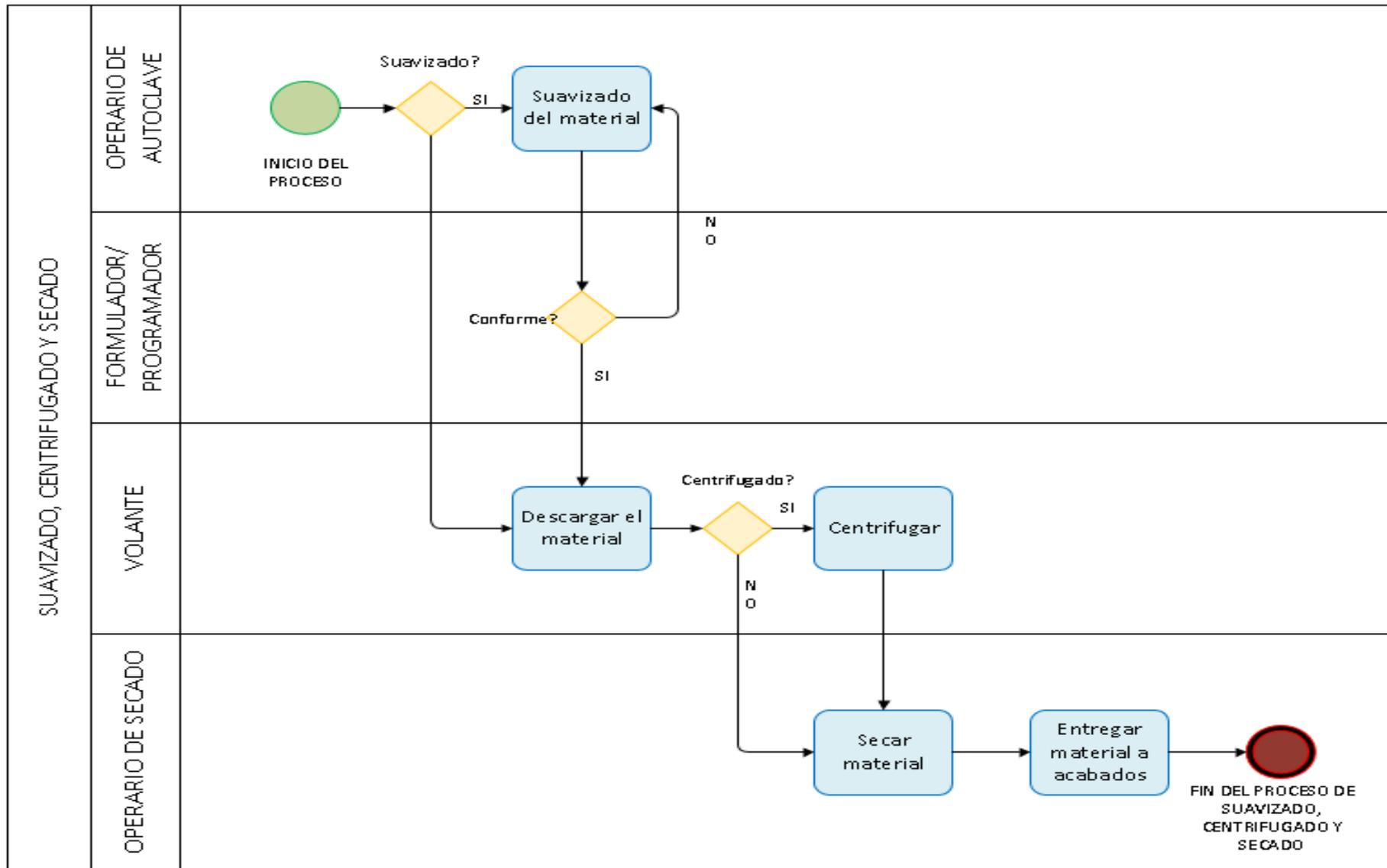
Figura 25
BPMN Proceso de Teñido Industrial



Fuente: La Empresa (2021)
Elaboración propia

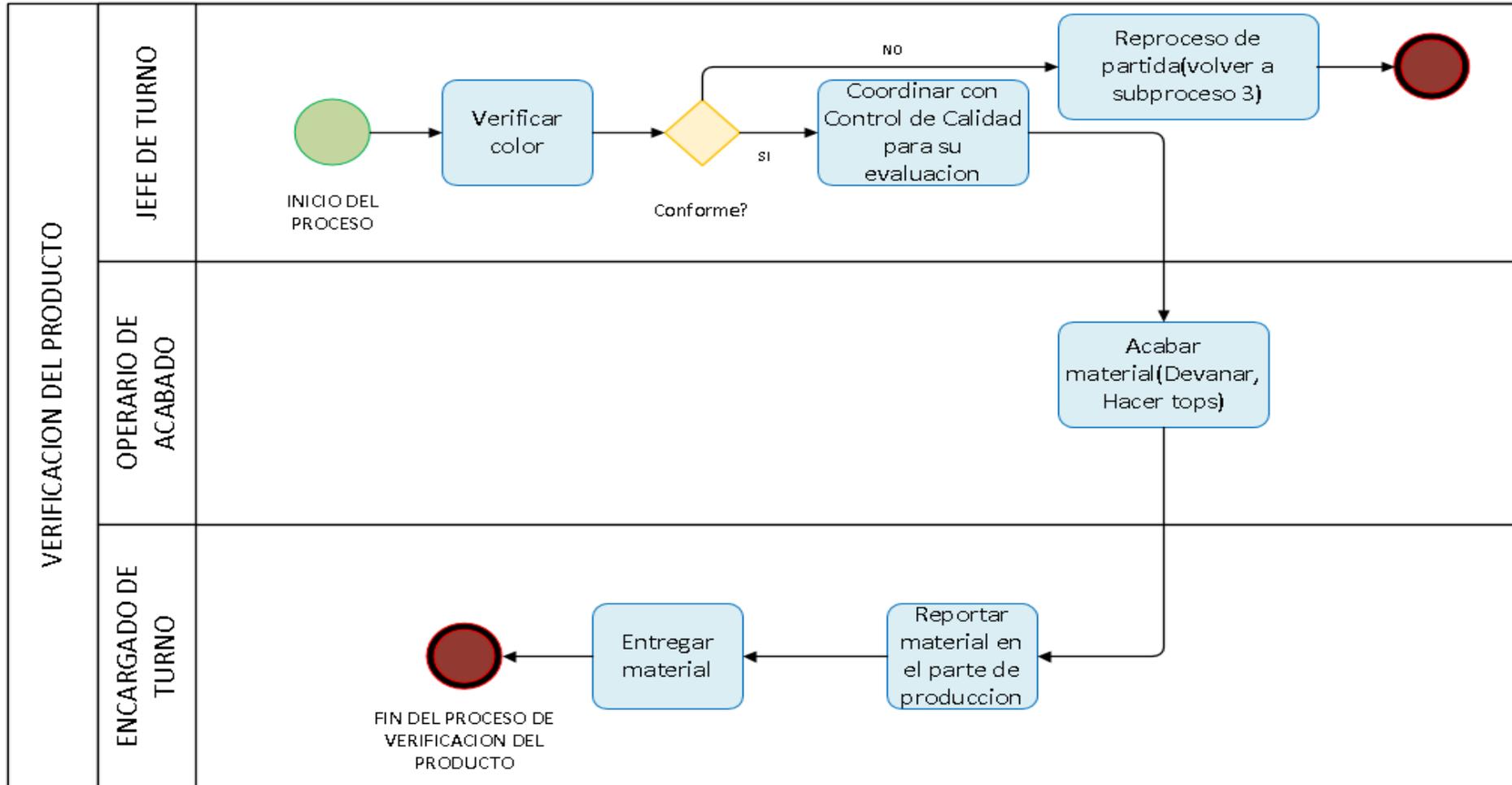
Figura 26

BPMN Proceso de Suavizado, Centrifugado y Secado



Fuente: La Empresa (2021)
Elaboración propia

Figura 27
BPMN Proceso de Verificación del Producto



Fuente: La Empresa (2021)
Elaboración propia

Comentario: Las figuras del 23 al 27 muestran los diagramas de flujo del proceso de teñido. Dichos diagramas muestran la ruta que sigue la materia prima, así como los insumos que son añadidos en el proceso. Muestra información más detallada que el DOP. Se muestra la información por subprocesos.

3.4. Sistema de Gestión de Calidad de la empresa

De acuerdo con la política de calidad de la empresa el control de calidad se realiza durante todo el proceso productivo e implica la evaluación de la fibra recepcionada hasta el producto final.

La evaluación de calidad se realiza a cada partida mediante muestreo, con lo que la empresa comprueba las características de la fibra y asegura el cumplimiento de la necesidad del cliente con altos estándares de calidad.

La empresa en estudio tiene certificaciones internacionales y nacionales como OEKO-TEK, Interwoollabs, Condifence in Textiles, Operador Económico Autorizado, Huella de Carbono, para asegurar a los clientes y al mercado la calidad en los productos y la eco amabilidad de los procesos.

Si bien la empresa aún no cuenta con la certificación ISO 9001, se encuentra en proceso de obtención por lo que sus procedimientos, instrucciones, normas se encuentran documentados para brindar seguridad de que se cumplen los requisitos de todos los procesos desde la clasificación de la fibra hasta el producto final, para satisfacer las necesidades del cliente.

3.4.1. Clasificación de los defectos del proceso

La empresa objeto de la presente investigación ha clasificado defectos del proceso de teñido de acuerdo a su trayectoria y experiencia en el mercado, esta clasificación de defectos permite al área tener una correcta calificación de cada uno de los colores obtenidos, delimitar si será aceptado o no y tener una estadística a través del tiempo de los resultados. Es así que en la imagen siguiente se aprecia dicha clasificación:

Tabla 3
Clasificación de defectos en tintorería

DEFECTOS AREA TINTORERIA	
01	Color
02	Cortado
03	Pesos
04	Longitud
05	Igualación
06	Abatanado
07	Falta muestra de evaluación
08	Manchado
09	No cumple proceso
10	Error registro
11	Humedad
12	Mezcla
13	Apariencia hilo
14	Conos
15	Contaminación
16	Empalmes
17	Encogimiento hilo
18	Enredado
19	Error programación
20	Hilado con problemas
21	Nudos
22	Numero métrico
23	Parafinado
24	Parte de producción
25	Pilosidad

Fuente: Elaboración propia

Comentario: El área de control de calidad del área de Tintorería muestra una lista de 25 defectos que se pueden identificar en el proceso de teñido, siendo el que tiene más frecuencia el defecto por color.

3.5. Indicadores de Productividad

El estado inicial del proceso de tintorería será definido por cuatro indicadores como son: Porcentaje de cumplimiento al programa de entregas al almacén, Porcentaje de reprocesos – reteñidos, Porcentaje de desempeño de formulación y Porcentaje de eficiencia Operativa los cuales se detallan a continuación:

3.5.1. Porcentaje de cumplimiento al programa de entregas al almacén:

Este indicador se refiere a la cantidad de partidas que se entregan antes o en la fecha límite de programación y se obtiene de dividir el número de partidas entregadas a tiempo y el total de partidas programadas. A continuación, se aprecia los datos tomados para el mes de marzo del año 2021:

Tabla 4
Cumplimiento de partidas al almacén Tintorería Marzo-2021

Cantidad de Partidas entregadas a tiempo	985
Total, de Partidas Programadas	1203
Cumplimiento de entrega al almacén	82%

Fuente: Elaboración propia

La fórmula aplicada para determinar el % de cumplimiento de entrega al almacén es la siguiente:

$$\% \text{Cumplimiento de entrega al almacen} = \frac{\text{Numero de partidas entregadas a tiempo}}{\text{Total de partidas programadas}}$$

Obteniendo como resultado 82% y no alcanzando el objetivo de 95 %.

3.5.2. Porcentaje de reprocesos y reteñidos:

Este indicador se refiere a lo que significa mayor costo en el proceso de teñido. El objetivo para este indicador es 3%, a continuación, se presenta el cálculo para el mes de marzo del año 2021:

Tabla 5
Reprocesos y reteñidos Tintorería Marzo-2021

Cantidad de tinadas reprocesadas/reteñidas	67
Total, de tinadas Programadas	1456
Reprocesos y reteñidos	4.6%

Fuente: Elaboración propia

La fórmula aplicada para determinar el % de reprocesos y reteñidos es la siguiente:

$$\% \text{Reprocesos y reteñidos} = \frac{\text{Total de tinadas reprocesadas y reteñidas}}{\text{Total de tinadas trabajadas}}$$

3.5.3. Porcentaje de desempeño de formulación:

Este indicador representa el porcentaje de partidas respecto al total que no tuvieron ajustes de color o matizados. Su cálculo resulta de promediar el efecto de ajuste y el color a la primera. Para la primera variable denominada efecto de ajustes resulta de restarle a la unidad el cociente entre el total de ajustes en un periodo de tiempo y la suma del total de ajustes más el total de tinadas programadas en ese mismo periodo de tiempo y para la segunda variable de color a la primera es el cociente del total de tinadas sin ajustar y el total de tinadas programadas también en el mismo periodo de tiempo. El objetivo para este indicador es 82%.

Tabla 6
Color a la primera Tintorería Marzo-2021

Cantidad de partidas sin ajustes de color	1103
Total, de Partidas Programadas	1240
Color a la primera	75%

Fuente: Elaboración propia

La fórmula aplicada para determinar el porcentaje de color a la primera es la siguiente:

$$\% \text{ Desempeño de formulacion} = \frac{\left(1 - \frac{\text{Total de ajuste}}{\text{Total de ajuste} + \text{total de tinadas prog.}}\right) + \frac{\text{Total de tinadas sin ajustar}}{\text{Total de tinadas prog.}}}{2}$$

3.5.4. Porcentaje de eficiencia operativa:

Este indicador muestra la eficiencia del tiempo del teñido real respecto al tiempo de teñido estándar. El cálculo para la obtención resulta de la diferencia entre las horas estándar y el exceso de horas reales respecto al estándar dividido entre las horas estándar. El objetivo para este indicador es de 90%.

Tabla 7
Porcentaje de eficiencia operativa

Exceso en horas respecto al estándar	1060
Tiempo promedio estándar (Hrs)	9742
Color a la primera	89%

Fuente: Elaboración propia

La fórmula aplicada para determinar el porcentaje de eficiencia operativa es la siguiente:

$$\% \text{ Eficiencia Operativa} = 1 - \frac{\text{Exceso en horas respecto al estandar}}{\text{Tiempo promedio estandar}}$$

Luego de la descripción realizada por cada indicador en la tabla siguiente se aprecia el porcentaje obtenido por cada uno considerando desde el año 2020 y 2021.

Tabla 8
Principales Indicadores del Proceso de Teñido 2020-2021

Año	Mes	Desempeño de formulación	Cumplimiento al programa	Reprocesos y reteñidos	Eficiencia operativa
2021	Enero	76%	95%	2.2%	90%
	Febrero	73%	91%	3.5%	88%
	Marzo	75%	82%	4.6%	89%
	Abril	80%	91%	2.4%	92%
	Mayo	79%	82%	2.4%	88%
	Junio	79%	71%	3.7%	92%
	Julio	74%	89%	3.2%	87%
	Agosto	82%	94%	2.2%	92%
	Septiembre	80%	87%	2.2%	91%
	Octubre	77%	86%	2.6%	88%
	Noviembre	77%	87%	3.5%	84%
	Diciembre	74%	84%	2.7%	84%
2022	Enero	76%	85%	3.8%	84%
	Febrero	74%	86%	3.3%	84%
	Marzo	74%	95%	2.6%	90%

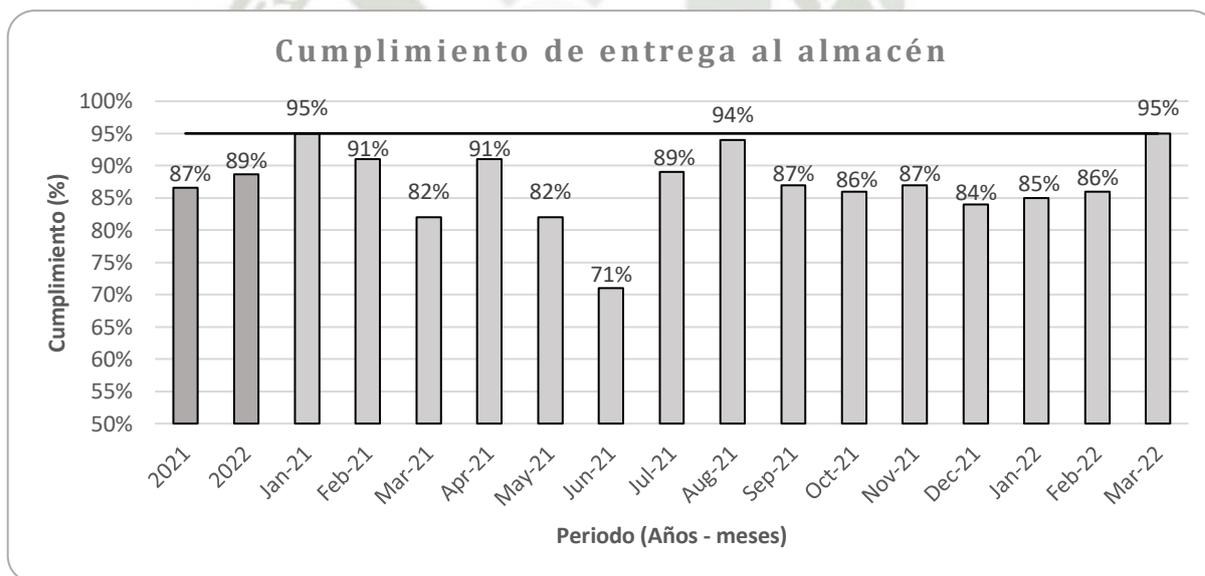
Fuente: Elaboración propia

Comentario: En las tablas de la 4 a la 7 se muestran los resultados de cada indicador, pero en un solo periodo, 1 mes. En la tabla 8 En el cuadro anterior se muestran los puntajes alcanzados por cada indicador desde enero del año 2021 hasta marzo del 2022. El indicador de Cumplimiento de entrega al almacén no supero el objetivo de 95% llegando a tener un puntaje anual de 87% y 89% en 2021 y 2022 respectivamente. El indicador de Desempeño de formulación tampoco alcanzó el objetivo de 82% en ninguno de los periodos evaluados a excepción de 1 mes, Agosto 2021, llegando a tener un puntaje anual 77% y 75% en 2021 y 2022 respectivamente el tercer indicador de Reprocesos

y reteñidos presenta más periodos que alcanzaron el objetivo de 3% (7 meses de 15 en total) aun así se puede observar que en general se logró alcanzar el objetivo establecidos por la gerencia en el 2021 con 2.9% pero en 2022 el puntaje es del 3.2% donde no se alcanzó el objetivo, finalmente para el último indicador de Eficiencia Operativa no se alcanzó el objetivo en el 2021 y 2022 con 89% y 86% respectivamente.

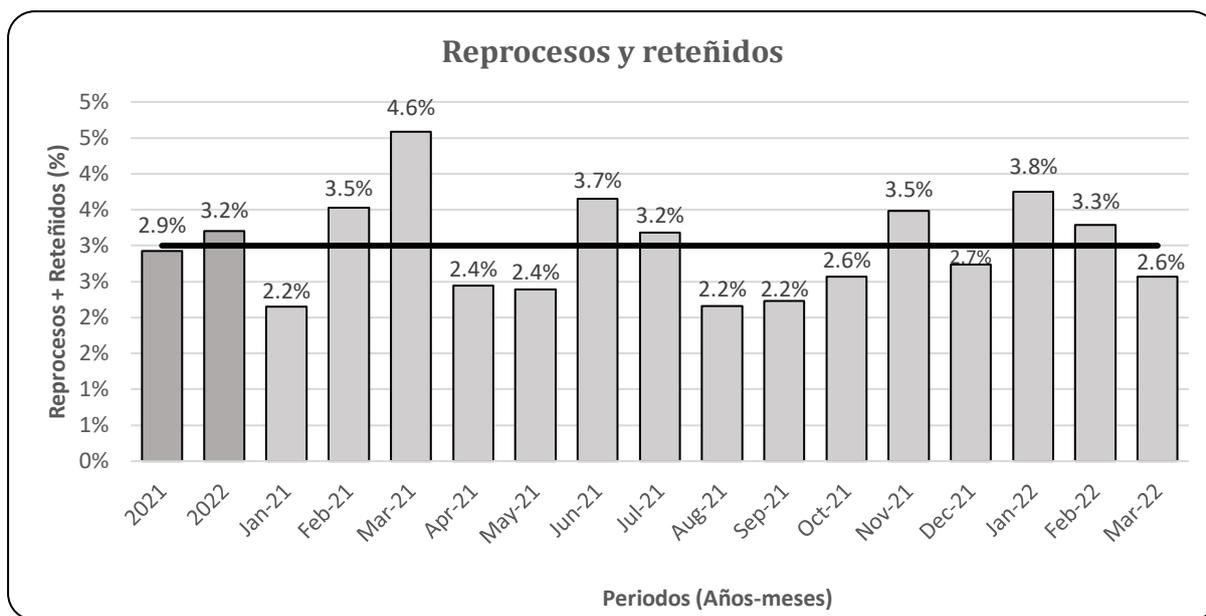
En la figura siguiente se muestra los puntajes por años y meses para una mejor visualización:

Figura 28
Indicador de cumplimiento al programa 2021-2022



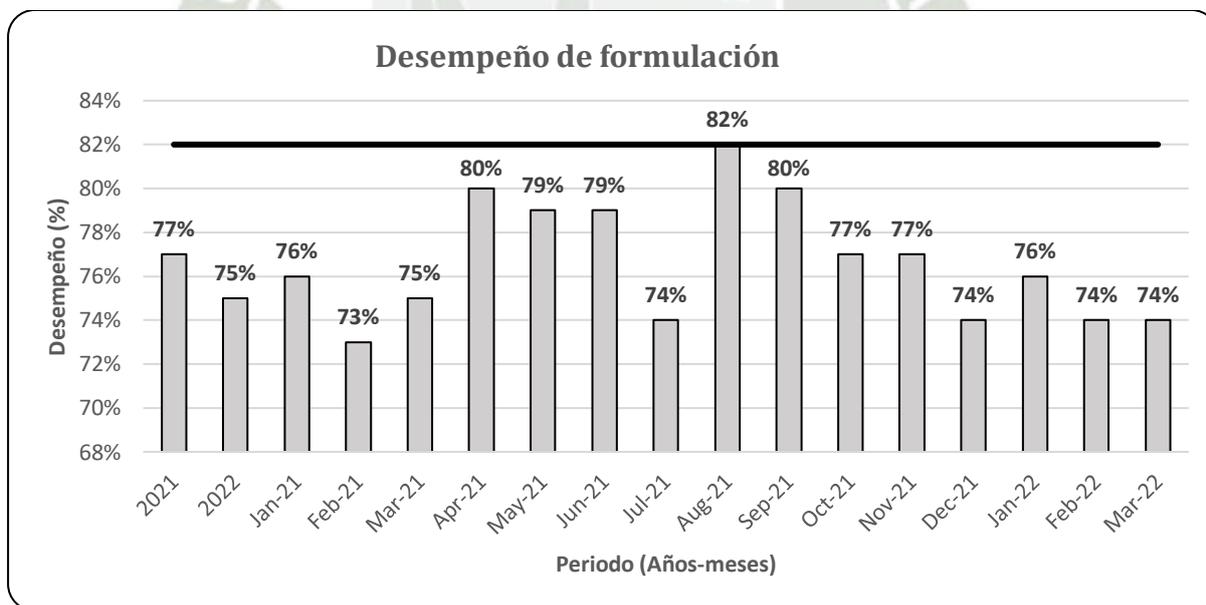
Fuente: La Empresa (2021)
Elaboración propia

Figura 29
Indicador de Reprocesos y reteñidos 2021-2022



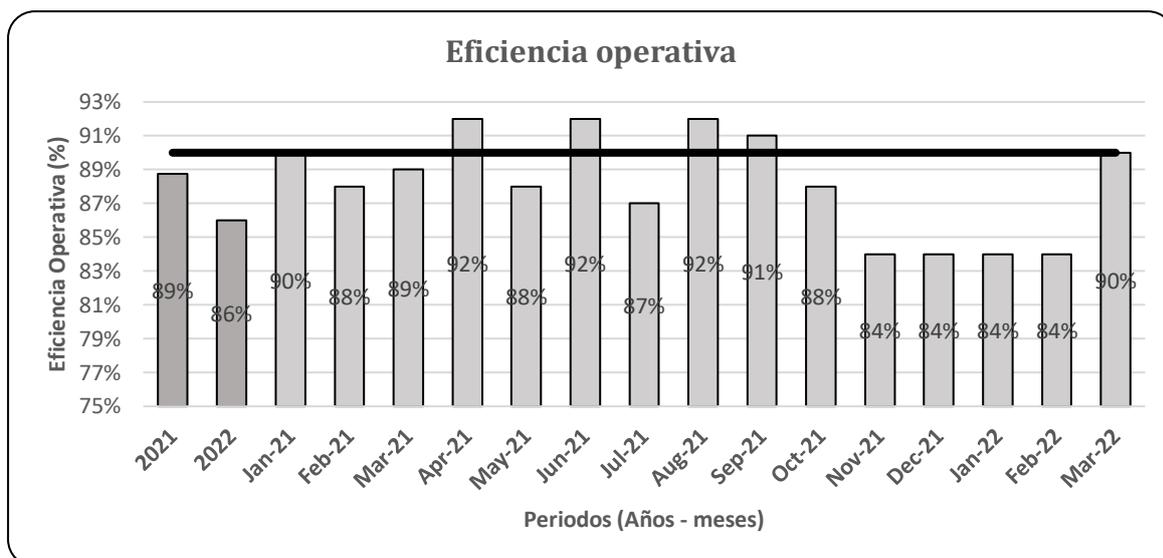
Fuente: La Empresa (2021)
Elaboración propia

Figura 30
Indicador de Desempeño de formulación 2021-2022



Fuente: La Empresa (2021)
Elaboración propia

Figura 31
Indicador de Eficiencia Operativa 2020-2021



Fuente: La Empresa (2021)
Elaboración propia

Comentario: En los gráficos se observan los diferentes indicadores de producción como cumplimiento de entrega al almacén, reprocesos y reteñidos, desempeño de formulación y eficiencia operativa. Estos indicadores no logran alcanzar en general los objetivos definidos, lo que muestra la existencia de factores permanentes que afectan al proceso y también una oportunidad de mejora en el lead time, satisfacción con el cliente, y mejora de la calidad del producto final.



CAPÍTULO IV
DISEÑO DE LA PROPUESTA PARA LA
MEJORA DEL PROCESO

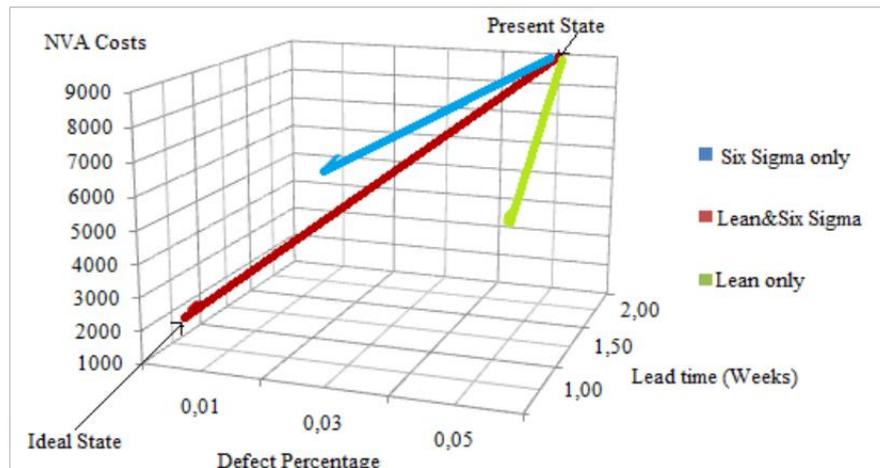
4.1. Selección de la metodología a aplicar

Según Munteanu (2017) la metodología Lean Six Sigma figura como una opción viable para mejorar los indicadores y la eficiencia operativa, a través de la definición, medición, análisis, mejora y control de las principales causas de los errores y variaciones en todos los procesos.

Luego de haber realizado el diagnóstico inicial en la empresa objeto de la presente investigación y habiendo determinado los problemas más representativos en el área de Tintorería en este capítulo se definirán las herramientas para poder solucionarlos, antes de ello según Añaguari (2016) es muy importante resaltar que la metodología Lean Six Sigma, es una combinación de las dos metodologías (Lean Manufacturing y Six Sigma), es por ello que debido a esta fusión resulta la metodología Lean Six Sigma que como finalidad busca la disminución de desperdicios y productos defectuosos.

En la figura siguiente se realiza la comparación entre Lean y Six Sigma de esta forma se comprenderá el uso de ambas metodologías.

Figura 32
Metodología de Lean y Six Sigma



Fuente: Munteanu (2017).

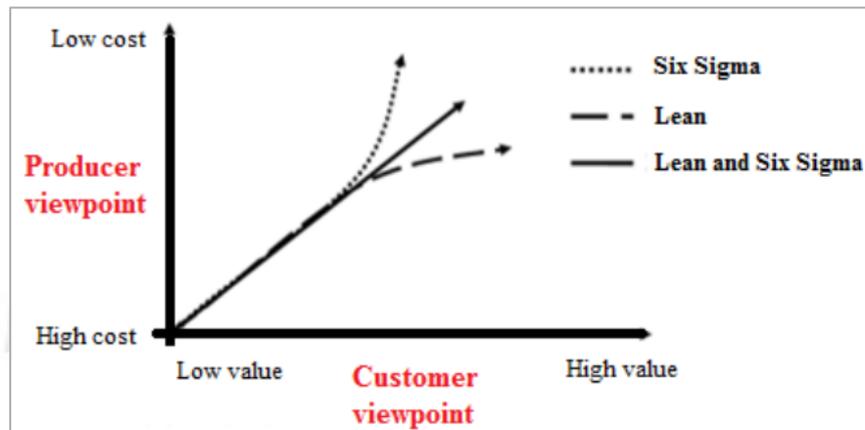
Comentario: En la figura anterior se muestra tres ejes. Según Munteanu (2017) el porcentaje de fallas, costos de valor no agregados y el lead time, el eje horizontal representa el valor y el eje vertical respecto a los costos representa valor para el productor. Al utilizar el Lean Six Sigma se puede lograr mejorar la calidad y velocidad del proceso productivo, siendo este el estado correcto representado también por el menor costo.

La fusión de Lean y Six Sigma se requiere debido a que:

- Lean no puede hacer que un proceso esté bajo control estadístico.
- Six Sigma por sí solo no puede mejorar dramáticamente la velocidad del proceso y reducir la inversión de capital.

Muchos proyectos basados en la combinación de Lean y Six Sigma ha creado un enfoque más flexible y aplicable a la hora de abordar retos empresariales brindando notables resultados para las organizaciones, por tal motivo la combinación de las dos metodologías evidencia ser la mejor opción ya que el proceso de implementación generaría un menor costo aumentando la calidad, reproducibilidad del color y velocidad del proceso de teñido.

Figura 33
Naturaleza de la ventaja competitiva



Fuente: (Munteanu, 2017).

Comentario: En la figura siguiente se aprecia la ventaja competitiva comparativa de las dos metodologías

4.2. Selección de las herramientas a aplicar según la metodología seleccionada

Acorde a los resultados de los indicadores mostrados en el capítulo anterior se identificarán las posibles herramientas para la mejora del proceso y se compararán para definir qué herramientas de Lean **Six Sigma** se utilizarán. Los criterios a utilizar se tomarán como referencia a Sarria et al. (2017) y son los siguientes

- Facilidad de acceso a la información.
- Nivel de adaptación al contexto
- Enfoque de mejora continua.
- Aportes para el proceso de tintorería.
- Flexibilidad de las actividades de implementación.
- Capacitación rápida y significativa de los colaboradores.
- Facilidad de modelación.

- Repetible en los diferentes sectores industriales.

Como herramienta de diagnóstico de Lean Manufacturing inicialmente se elaborará la el Mapa de la cadena de Valor (o VSM por sus siglas en Ingles). Posteriormente para definir la o las herramientas operativas para el desarrollo de la metodología.

Tabla 9
Puntuación de criterios para metodología Lean

Característica	Puntaje
Nula	0
Baja	1
Parcial	2
Total	3

Fuente: Elaboración propia

Comentario: En la tabla 9 se muestra los valores según la importancia para la calificación de cada criterio.

A continuación, se realiza la matriz de evaluación considerando las principales herramientas de Lean y los criterios para su elección:

Tabla 10
Matriz de evaluación de las principales herramientas de Lean

	METODOLOGIAS LEAN HERRAMIENTAS OPERATIVAS			
	SMED	TPM	5S	KANBAN
	CRITERIOS			
Facilidad de acceso a la información	0	1	2	1
Nivel de adaptación al contexto de la empresa	1	2	2	0

Enfoque de mejora continua	0	1	2	0
Aportes para el sistema productivo	0	1	2	0
Flexibilidad de las actividades de implementación	0	1	2	1
Capacidad rápida y significativa del talento humano	1	2	2	1
Repetible en diferentes procesos de la empresa	1	2	2	1
TOTAL	3	10	14	4
PORCENTAJE	10%	32%	45%	13%

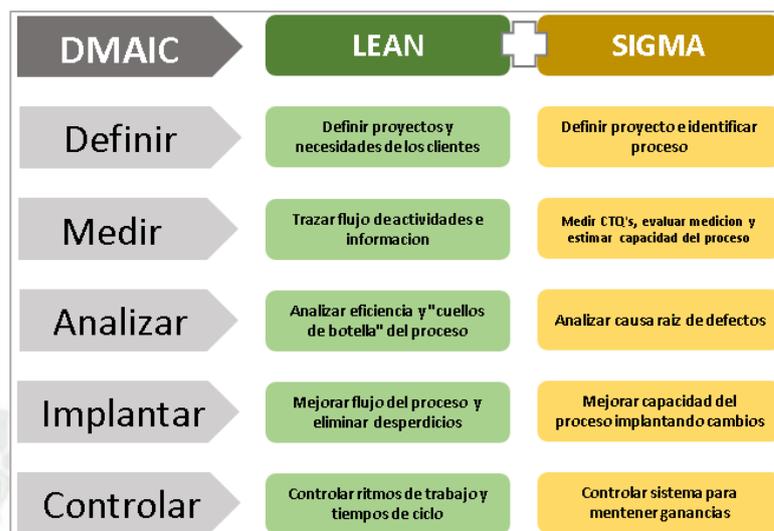
Fuente: Sarria et al. (2017).

Comentario: Según el resultado de la matriz de evaluación la herramienta más viable es 5'S y como segunda opción es el TPM.

Respecto a la primera herramienta esta será utilizada y en cuanto a la segunda se realizó una investigación más profunda identificando que uno de sus pilares denominado Mantenimiento Autónomo sería muy provechoso de implementarse en el proceso productivo.

En cuanto a la metodología Lean Six Sigma según Garza et al. (2016) esta maneja un esquema basado en cinco fases de mejora continua enlazados de manera lógica entre sí para el cumplimiento de sus objetivos: DMAIC, por sus siglas en inglés: Define, Measure, Analyze, Improve y Control. En la figura siguiente se muestra DMAIC, con respecto a Lean Manufacturing y Six Sigma:

Figura 34
DMAIC de Lean Six Sigma



Fuente: Garza et al. (2016).

Comentario: Considerando en la figura 34 estas cinco fases detalladas en DMAIC se procederá al diseño considerando los criterios que se requieren por cada una.

4.3. Diseño de la metodología seleccionada

4.3.1. Definir

En esta primera etapa se describirán los procesos actuales del área que se quiere mejorar. Para esto utilizaremos las siguientes herramientas:

- **Marco del proyecto Lean Six Sigma:** Muestra la definición del problema, el objetivo del proyecto, la oportunidad, alcance, patrocinador, etc. A continuación, se muestra la tabla que ha de completarse con la información indicada:

Tabla 11
Diseño del marco del proyecto Six Sigma

MARCO DEL PROYECTO SIX SIGMA

Problema	En este campo se describirá el problema actual.
Definición	Se mostrarán el o los valores de los indicadores que muestran la situación actual.
Objetivo del Proyecto	Enunciados de aquello que se desea alcanzar.
Oportunidad del Proyecto	Los beneficios para la organización que implica el alcance del objetivo.
Alcance del proyecto	La familia de productos sobre la que se trabajara
Patrocinador	La persona o área que impulsara el proyecto.
Equipo de trabajo	Miembros del equipo de trabajar para el cumplimiento del objetivo.
Recursos	Las fuentes, base de datos, que ayudaran para el análisis y diagnóstico de la situación actual y futura
Métricas	Indicadores que servirán para comparar las situación actual y posterior a la implementación del proyecto.
Duración del proyecto	Periodo de duración
Plan del proyecto	Cronograma para la elaboración del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Comentario: La tabla 11 muestra la carta de estipulación del proyecto donde se identifica el problema, objetivo a resolver y los recursos necesarios.

- **Diagrama SIPOC:** En este diagrama se muestra el mapeo de los procesos desde el proveedor hasta el cliente y las relaciones que existen entre ellas.

Tabla 12
Diseño del Diagrama SIPOC del proceso de teñido

SIPOC				
PROVEEDOR	ENTRADA	PROCESO	SALIDA	CLIENTE
¿Quién suministra lo que se necesita para ejecutar el proceso?	¿Cuáles son los insumos requeridos?	¿Qué hace el proceso?	¿Cuál es el resultado esperado del proceso?	¿Qué clientes necesitan la salida de este proceso?
Ejemplo:				
Departamento de finanzas de sucursales	Ordenes de compras. Facturas.	Paso 1	Reportes financieros	Departamento financiero corporativo
		Paso 2		
		Paso 3		

Fuente: Elaboración propia

Comentario: El Diagrama SIPOC muestra las entradas y salidas del proceso. Esto servirá de base para los siguientes diagramas de proceso.

4.3.2. Medir

En esta etapa se recolectan y miden los datos de la situación actual del proceso en investigación para posteriormente analizar y definir el principal problema. Para esto se deben seleccionar indicadores que midan el avance del proyecto para lo que utilizarán las siguientes herramientas:

- **Índice de capacidad del proceso:**

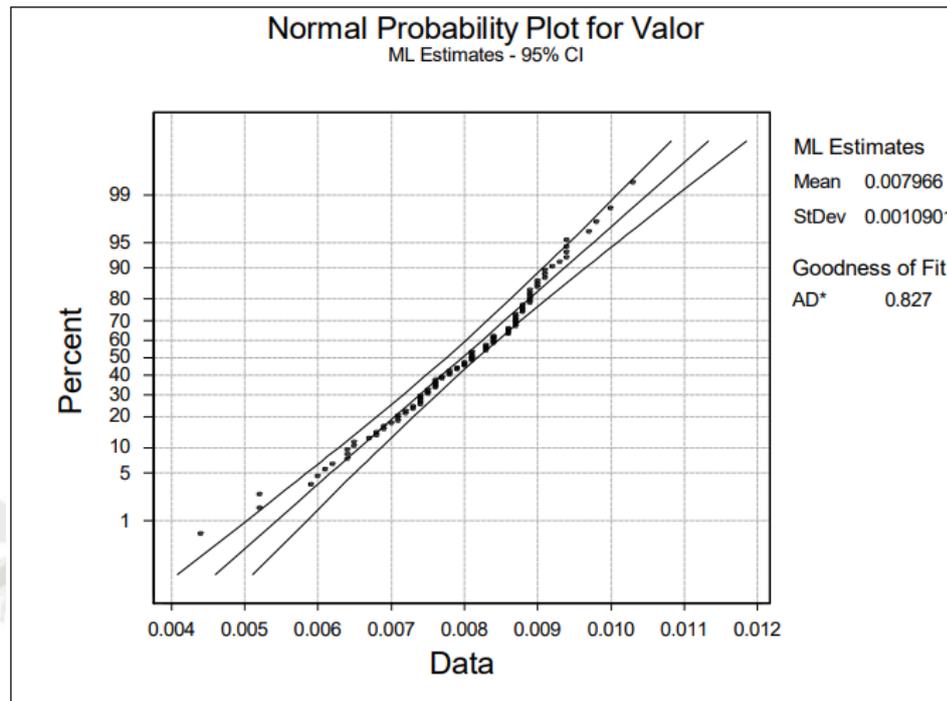
Para Ruiz-Falco (2006), la realización de un estudio de capacidad de proceso se deberá de realizar los siguientes pasos:

- 1. Toma de datos:** Es el primer paso para el análisis estadístico y generalmente se realiza mediante un operario. Es necesario definir una plantilla para la toma de datos lo más explícita posible para un levantamiento de información de calidad.

- 2. Comprobación de la normalidad de los datos:** Una vez levantados los datos debe de comprobarse su normalidad en caso de identificarse que los datos no son normales se deben transformar para normalizarlos.

La opción para comprobar la normalización de datos en el software Minitab es **Estadísticas > Estadísticas básicas > Prueba de normalidad**

Figura 35
Ejemplo de grafica de probabilidad



Fuente: Ruiz-Falco, 2006 (pág. 43)

Comentario: En la figura 35 se muestra la gráfica de probabilidad para determinar la normalidad de los datos. Para la normalidad de los datos será necesario realizar la transformación de BOX-COX, JOHNSON, etc.

Con la prueba de Anderson-Darling (AD) indica que tan bien siguen los datos una distribución específica. Las hipótesis para la prueba de AD son:

- H_0 : Los datos siguen una distribución específica
- H_1 : Los datos no siguen una distribución específica

Para eso hay que utilizar el valor p respectivo. Si el valor p es mayor a un nivel de significancia (0.05 o 0.1) entonces no

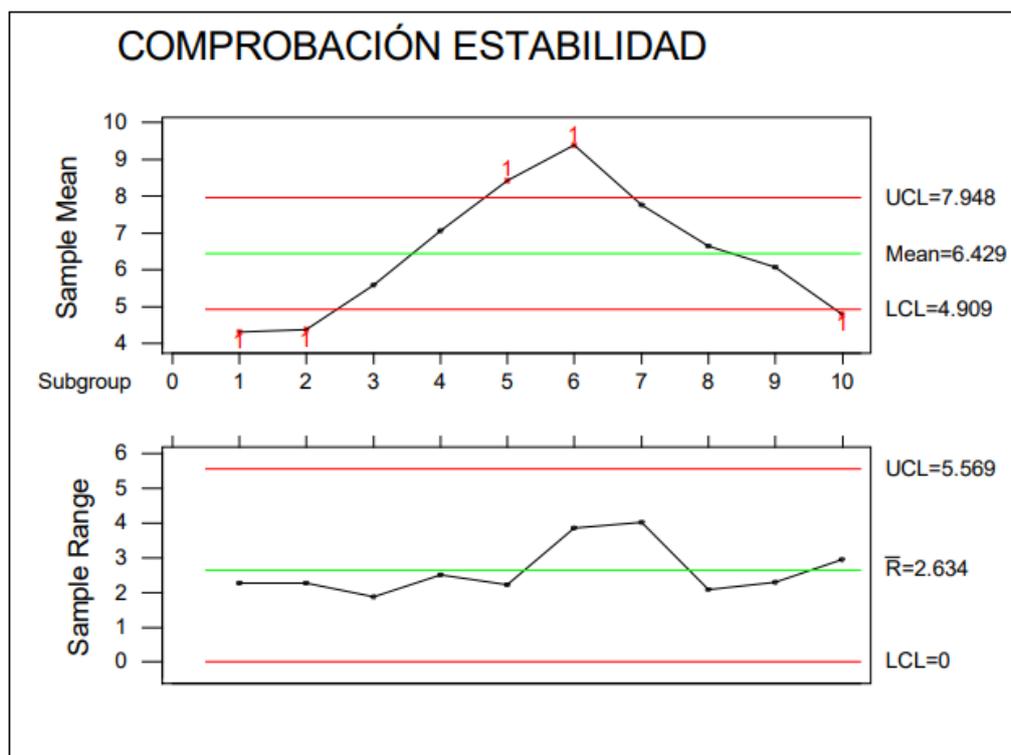
se rechaza la hipótesis nula, los datos provienen de una distribución específica, de lo contrario se necesita realizar una transformación para normalizarlos.

Puede utilizarse la transformación de Box-Cox en el software Minitab en **Estadísticas > Graficas de control > Transformación Box Cox** de no proporcionar una transformación adecuada se puede utilizar la transformación de Johnson en **Estadísticas > Herramientas de calidad > Transformación de Johnson.**

- 3. Análisis e interpretación de los datos:** El siguiente paso es analizar la estabilidad del proceso mediante la elaboración de un gráfico de control estadístico. De existir puntos fuera de control estadístico debe de analizarse su causa para eliminarlos.

Figura 36

Ejemplo de grafica de probabilidad



Fuente: Ruiz-Falco, 2006 (pág. 44)

Comentario: En la figura 36 se muestra la graficas de control de proceso para determinar la estabilidad de los datos. De identificarse puntos fuera de control estadístico se deben de analizar las causas para ver si son asignables de eliminación.

4. **Cálculo de la capacidad de proceso:** Un proceso se encontrará bajo control estadístico si los elementos fabricados están comprendidos entre $\mu - 3\sigma$ y $\mu + 3\sigma$ dependiendo la media (μ) donde se centre el proceso, pero la desviación estándar (σ) depende de las variaciones intrínsecas al proceso por lo que 6σ es la **capacidad del proceso**.

Para obtener el análisis de capacidad en Minitab es mediante la siguiente ruta: **Estadísticas > Herramientas de calidad > Análisis de capacidad > Normal** de esta manera se obtendrá el gráfico del análisis de capacidad del proceso. El índice de capacidad del proceso (C_p) tiene el objetivo de comparar la capacidad del proceso y la amplitud del límite de tolerancia, pero para evaluar cuán centrado este el proceso el índice de C_{pk} es más significativo.

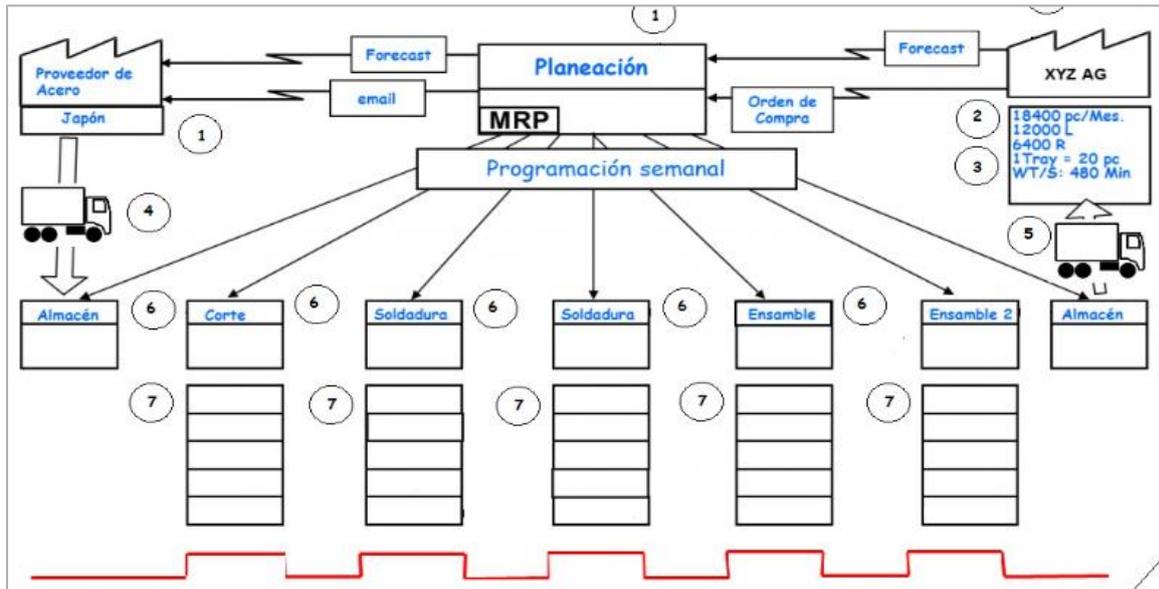
Si se desea que el proceso cumpla con las especificaciones del cliente y se considere capaz es necesario que el valor de C_p sea igual o mayor a 1.

- **VSM (Mapa de flujo de valor):** Según Lean Solutions (s.f.) , es una herramienta que sirve para ver y comprender un proceso productivo e identificar los desperdicios y el proceso que es considerado el cuello de botella para obtener fuentes de ventaja competitiva. Este diagrama muestra la secuencia y el movimiento de lo que el cliente valora. Los pasos para la elaboración del VSM según Lean Solutions (s.f.) son los siguientes:

1. Inicialmente se deberán de identificar la familia de productos de acuerdo a criterios que se puedan utilizar para agruparlos tales como el tipo de producto, mercado, clientes, volumen de venta, tipo de proceso, características del producto, etc.

2. Dibujar los iconos del cliente y el proveedor, así como el control de producción. Calcular los requisitos del cliente por mes y por día.
3. Realizar un cálculo de la producción diaria y dibujar el símbolo del camión de embarque e identificar la frecuencia de entrega.
4. Agregar las casillas de los procesos de izquierda a derecha y agregar los datos de cada proceso y la línea de tiempo de trabajo de cada proceso.
5. Dibujar las flechas de comunicación y anotar los métodos y frecuencias.
6. Obtener los datos de los procesos y agregarlos a los casilleros. Obtenerlos mediante medición de tiempos cronometrados.
7. Agregar los símbolos, la cantidad de operadores y las flechas de empuje, de jalar, de primeras entradas y salidas y otra información que puede ser útil.
8. Agregar los datos de tiempo, turnos al día, tiempo disponible, horas de trabajo de valor y tiempos de entrega en la línea ubicada en la parte inferior de los procesos.

Figura 37
Ejemplo de VSM



Fuente: Lean Solutions (s.f.)

Comentario: En la figura 34 se muestra un ejemplo de VSM inicial. Esto mostrara como se encuentra el proceso en cuenta a datos como Tiempo de Ciclo, Tiempo de cambio de partida, Tiempo de valor Añadido, Lead Time y Takt Time.

- **Auditoria 5S:** Como parte de la metodología Lean se aplicarán las herramientas definidas según en la matriz de evaluación de las principales herramientas Lean.

4.3.3. Analizar

En esta etapa se analizarán las causas que originan los valores de los indicadores que se desarrollaron en la fase previa. Se propone realizar un diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto para identificar las causas raíz que son el origen de problema que se identificó. Luego se detallarán cada causa potencial prestando atención en la posibilidad de ocurrencia e impacto en el proceso productivo. Algunas otras herramientas que ayudan a la identificación son el Análisis de modo y efecto de las fallas y el Brainstorming. A continuación, se detallan el diseño para la implementación de estas herramientas:

- **Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF):** Conjunto de factores que sirven para identificar potenciales problemas y los efectos que puede generar en el proceso productivo. Los problemas son identificados para priorizarlos y definir acciones correctivas para solucionarlos mediante planes de prevención. Los pasos para la implementación según Lean Solutions (s.f.) son los siguientes
 1. Identificar el proceso a analizar el cual es el proceso de teñido de una empresa textil de la ciudad de Arequipa.
 2. Describir los pasos, operaciones o subprocesos. Este paso ya fue realizado en el capítulo 3.
 3. Definir los métodos potenciales de falla de cada proceso.
 4. Asignarle el grado de severidad como consecuencia del método potencial de falla. Para la estimación de este índice

se debe de tener en mente el potencial efecto en el cliente considerando la siguiente escala:

Tabla 13
Escala de severidad

Puntaje	Variable	Descripción
5	Calidad	El producto no cumple con los requerimientos mínimos de calidad
	Tiempo	El tiempo del proceso se incrementa a 9 días.
4	Calidad	El producto puede ser liberado o aprobado por el jefe del Área
	Tiempo	El tiempo del proceso se incrementa a 7 días.
3	Calidad	El producto puede ser liberado o aprobado por el supervisor para continuar a la siguiente etapa
	Tiempo	El tiempo del proceso se incrementa a 5 días.
2	Calidad	El producto presenta defectos menores que pueden ser corregidos
	Tiempo	El tiempo del proceso se incrementa a 3 días.
1	Calidad	El producto no presenta cambios notorios o apreciables
	Tiempo	El tiempo del proceso se incrementa a 1 días.

Fuente: Elaboración Propia

5. Asignarle el grado de ocurrencia considerando la siguiente escala:

Tabla 14
Escala de ocurrencia

Puntaje	Ocurrencia	Índice de fallas por (unidades por piezas)
5	Muy Alto: Falla persistente	>100 por 1000 piezas (> de 10% de las veces)
4	Alto: Falla frecuente	50 por 1000 piezas (> 5% de las veces)
3	Moderado: Fallas eventuales	15 por 1000 piezas (> 1.5% de las veces)
2	Bajo: Pocas fallas	5 por 1000 piezas (> 0.5% de las veces)
1	Remoto: Falla improbable	1 por 1000 piezas (> 0.1% de las veces)

Fuente: Elaboración Propia

6. Asignarle el grado de detección considerando la siguiente escala:

Tabla 15
Escala de detección

Puntaje	Método de Detección
5	No existe método de detección conocido y documentado que muestre una alerta para planificar una respuesta
4	El método de detección muestra una efectividad baja, el riesgo no es detectado en la gran parte de veces
3	El método de detección existe, pero no es identificado inmediatamente, muestra una efectividad media de detección del riesgo en la mitad de los casos
2	El método de detección existe, pero no es identificado inmediatamente, muestra una efectividad moderada de detección del riesgo
1	Existe método de detección es eficiente, conocido y documentado y muestre alta probabilidad de éxito en detección del riesgo

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: En las tablas 13, 14 y 15 se muestran los valores que se asignaran a los índices de Severidad, Ocurrencia y Detección, esto para calcular el RPN. Indicador para el AMEF

7. Calcular el RPN para cada efecto potencial de falla que resulta de la multiplicación de los 3 índices calculados previamente:

$$RPN = \text{Severidad} \times \text{Ocurrencia} \times \text{Detección}$$

8. Ordenar los efectos potenciales de falla según el puntaje obtenido del RPN.
9. Definir acciones para cada efecto potencial de falla con el objetivo de eliminar o reducir el riesgo de cada método potencial. Estas acciones son llamadas acciones recomendadas.

A continuación, se muestra una tabla de AMEF indicando la información que tiene que ir en cada columna:



Tabla 16
Ejemplo AMEF

Proceso/ Subproceso	Método potencial de falla	Efecto de potencial falla	Pasos Críticos del Proceso	Severidad	Causa potencial de falla	Ocurrencia	Verificación y/ o control visual	Detección	RPN	Acción recomendada
Subproceso 1	Operación del subproceso 1 que es más potencial que falle.	Efectos del método potencial de falla 1	Tareas críticas de los efectos definidos	Según la tabla del índice de severidad	Causa principal del efecto potencial de falla 1	Según la tabla del índice de Ocurrencia	Indicar el método de verificación de existir para el efecto potencial de falla	Según la tabla del índice de Detección	Severidad * Ocurrencia * Detección	Acción recomendad para eliminar o mitigar el efecto potencial de falla
Subproceso 2	Operación del subproceso 2 que es más potencial que falle.	Efectos del método potencial de falla 2	Tareas críticas de los efectos definidos	Según la tabla del índice de severidad	Causa principal del efecto potencial de falla 2	Según la tabla del índice de Ocurrencia	Indicar el método de verificación de existir para el efecto potencial de falla	Según la tabla del índice de Detección	Severidad * Ocurrencia * Detección	Acción recomendad para eliminar o mitigar el efecto potencial de falla
Subproceso 3	Operación del subproceso 3 que es más potencial que falle.	Efectos del método potencial de falla 3	Tareas críticas de los efectos definidos	Según la tabla del índice de severidad	Causa principal del efecto potencial de falla 3	Según la tabla del índice de Ocurrencia	Indicar el método de verificación de existir para el efecto potencial de falla	Según la tabla del índice de Detección	Severidad * Ocurrencia * Detección	Acción recomendad para eliminar o mitigar el efecto potencial de falla
Subproceso 4	Operación del subproceso 4 que es más potencial que falle.	Efectos del método potencial de falla 4	Tareas críticas de los efectos definidos	Según la tabla del índice de severidad	Causa principal del efecto potencial de falla 4	Según la tabla del índice de Ocurrencia	Indicar el método de verificación de existir para el efecto potencial de falla	Según la tabla del índice de Detección	Severidad * Ocurrencia * Detección	Acción recomendad para eliminar o mitigar el efecto potencial de falla

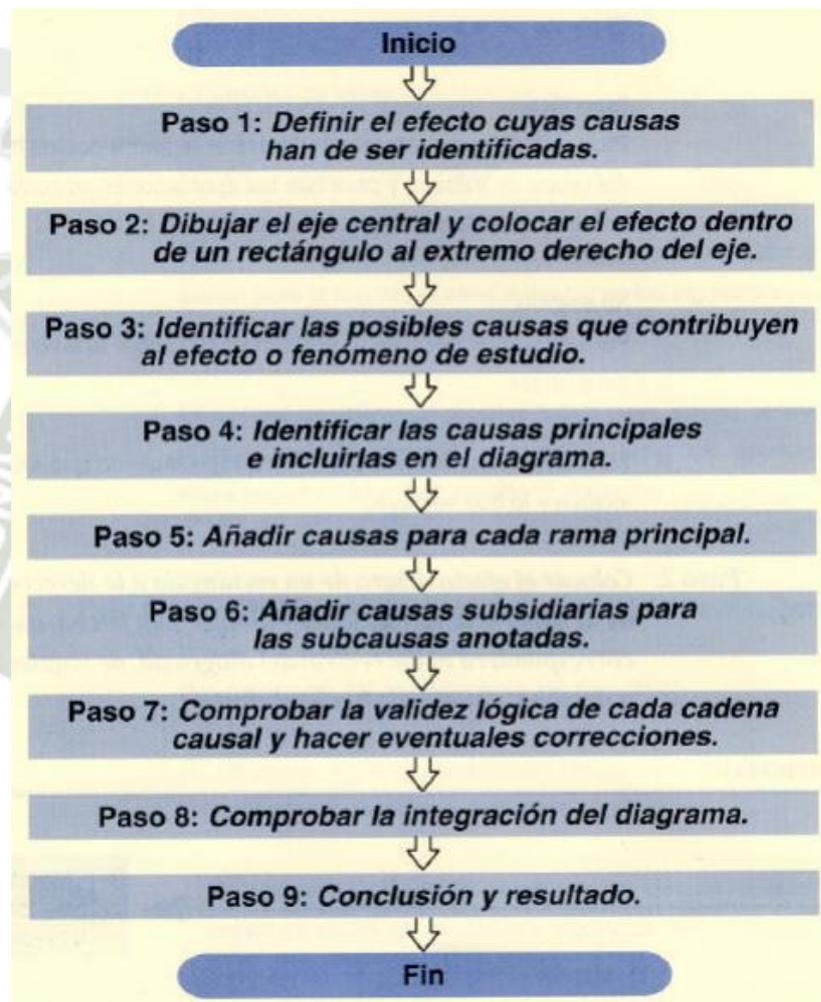
Fuente: Elaboración Propia

Comentario: En la tabla del AMEF se muestra el diseño que posteriormente se completara con la información del proceso.

- **Diagrama de Ishikawa**

Figura 38

Pasos elaboración Diagrama Ishikawa



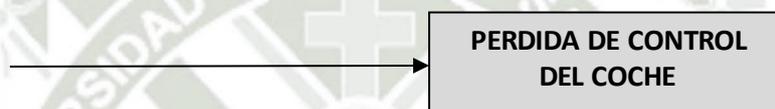
Fuente: FUNDIBEQ (s.f.).

Comentario: En la tabla 17 se muestran todos los pasos que debe se deben de seguir para la elaboración del Diagrama de Ishikawa o Fishbone.

Según FUNDIBEQ (s.f.), a continuación, se explicarán los pasos para la elaboración del Diagrama de Ishikawa.

Paso 1 Definir el efecto cuyas causas ha de identificarse:

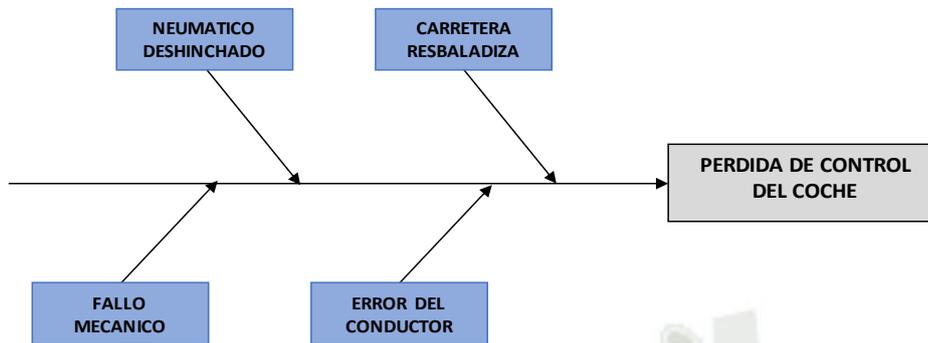
El efecto a identificar debe de contar las características de especificidad, brevedad y sencillez para que no sea interpretado de diferente manera por cada persona.

Paso 2 Dibujar el eje central y colocar el efecto dentro de un rectángulo al extremo derecho del eje:**Figura 39***Elaboración de Diagrama de Ishikawa paso 2**Fuente: FUNDIBEQ (s.f.)*

Paso 3 Identificar las posibles causas que contribuyen al efecto o fenómeno en estudio: Para el desarrollo de este paso se puede utilizar la lluvia de ideas o proceso lógico paso a paso.

Paso 4 Identificar las causas principales e incluirlas en el diagrama: Inicialmente se identificarán las causas generales utilizando las “5M”: mano de obra, materiales, métodos, máquinas y medidas. Luego se escriben en recuadros y son conectadas a la línea central.

Figura 40
Elaboración de Diagrama de Ishikawa paso 4

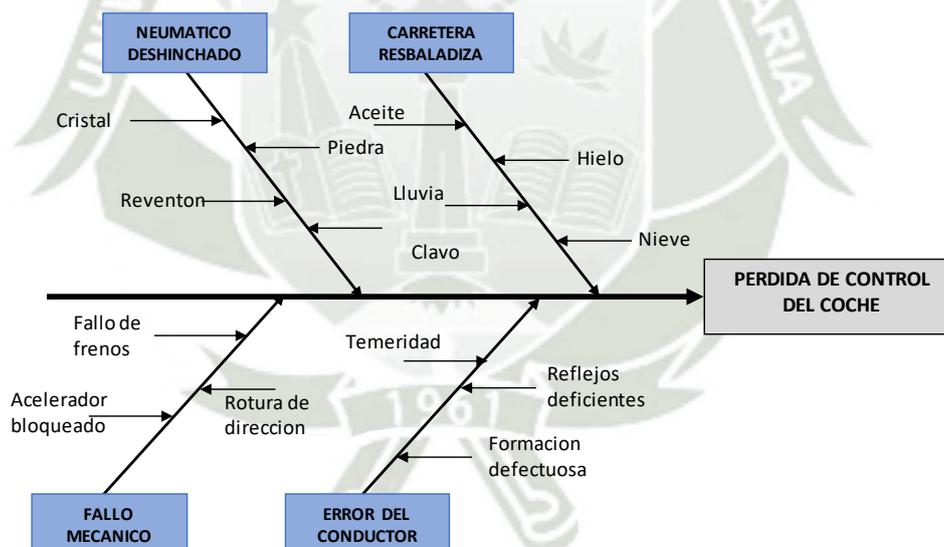


Fuente: FUNDIBEQ (s.f.)

Paso 5 Añadir causas para cada rama principal:

Posteriormente se le asignan las causas a cada rama principal es decir las causas de las causas principales.

Figura 41
Elaboración de Diagrama de Ishikawa paso 5

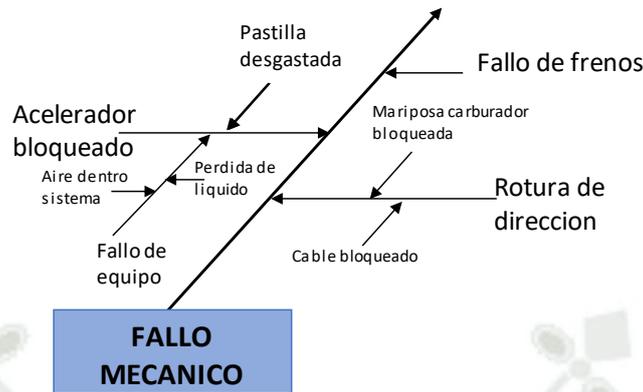


Fuente: FUNDIBEQ (s.f.)

Paso 6 Añadir causas subsidiarias para las sub causas

anotadas: Luego se asignan sub causas a las causas de los problemas identificados inicialmente, se continúan añadiendo causas hasta que se alcanza la causa raíz, que es aquella que es la causa del efecto analizado y es controlable directamente:

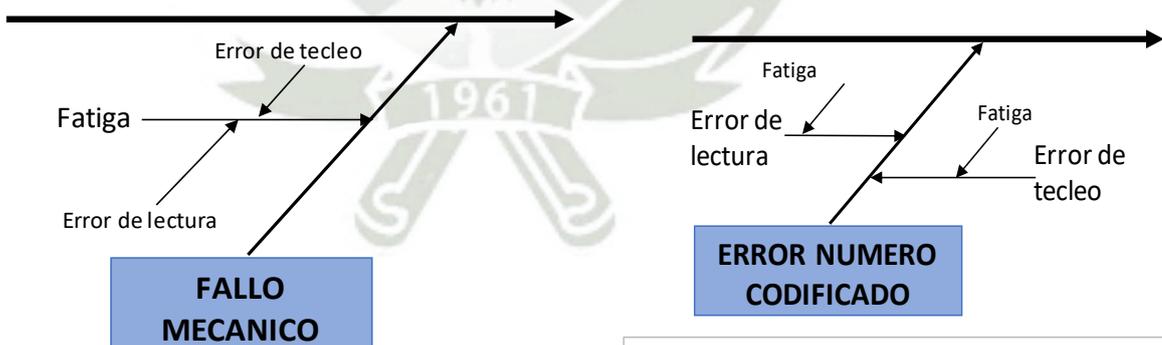
Figura 42
Elaboración de Diagrama de Ishikawa paso 6



Fuente: FUNDIBEQ (s.f.)

Paso 7 Comprobar la validez lógica de cada cadena causal y hacer eventuales correcciones: Para verificar la validez lógica del diagrama se deberá de leer en formar de oración comenzando en la causa raíz hasta llegar a la causa principal:

Figura 43
Elaboración de Diagrama de Ishikawa paso 7



Incorrecto: "Un error de lectura es causa de la fatiga, que es causa de un error en el numero codificado"

Correcto: "La fatiga es causa de un error de lectura, que es causa de un error en el numero de codificado"

Fuente: FUNDIBEQ (s.f.)

Paso 8 Comprobar la integración del diagrama: De encontrar causas que con las siguientes características es necesario una revisión más profunda del proceso:

- Con menos de 3 causas
- Tiene más causas que las demás
- Tiene menos niveles de causas

Paso 9 Conclusión y resultado: El resultado final es un diagrama que muestran causas pequeñas que en conjunto generan un efecto mayor.

Comentario: Las figuras del 35 al 39 detallan la explicación de cómo es la manera correcta de elaborar un Diagrama de Ishikawa o Fishbone. Esto con el objetivo que la herramienta sea útil para el análisis.

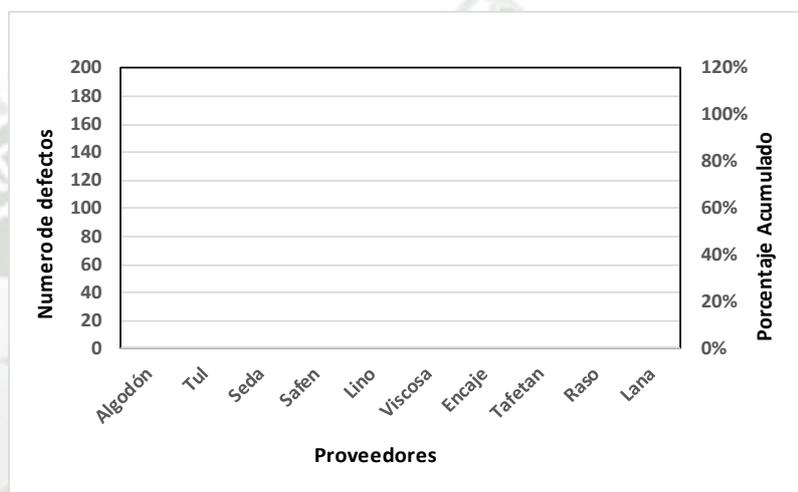
- **Diagrama de Pareto**

Los pasos para su elaboración son los siguientes (Roldán, 2015):

1. Identificar y seleccionar el problema a analizar
2. Investigar las causas de dicho problema
3. Asignar un valor para cada causa. En caso de ser causas muy pequeñas se le puede asignar la etiqueta de “otros”.
4. Orden las causas en formar decreciente.
5. Sumar el total de los valores.

6. Calcular el porcentaje de cada causa respecto al total.
7. Dibujar un gráfico de barras con dos ejes verticales el izquierdo para los valores de cada causa y el derecho para los porcentajes de las causas.

Figura 44
Ejemplo Diagrama de Pareto Inicial

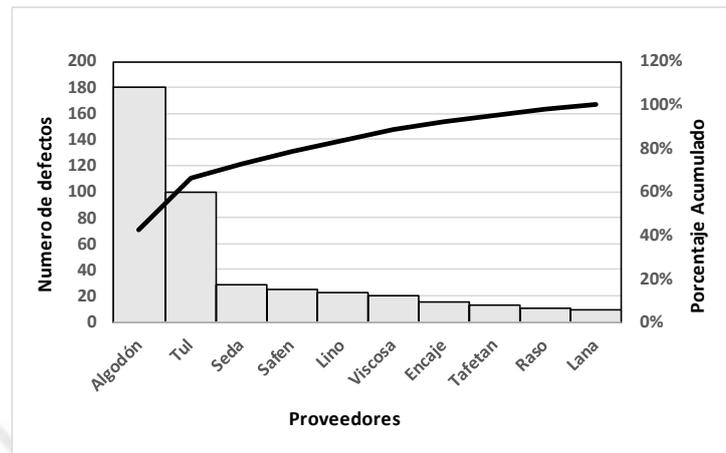


Fuente: Roldán (2015).

Comentario: La figura 44 muestra el Grafico sin datos. Los márgenes laterales tienen encabezados uno para los datos de manera numérica ordinaria y la otra para los datos numéricos acumulados en porcentaje. El margen inferior también tiene encabezado, allí se muestran los datos agrupados.

8. Dibujar en el grafico las barras de cada causa ordenada decrecientemente con el valor de su magnitud y un gráfico lineal que represente el porcentaje acumulado.

Figura 45
Ejemplo Diagrama Pareto elaborado



Fuente: Roldán (2015).

Comentario: La figura 45 muestra el Grafico con datos.

Como se observa los grupos de datos están ordenados de mayor a menor y la línea representa el porcentaje acumulado.

4.3.4. Mejorar

En esta etapa se presentará la propuesta de implementación de mejora que resulto de la identificación de las causas que generan el bajo desempeño del proceso de teñido de una empresa textil en la ciudad de Arequipa. A partir de lo identificado la presente etapa busca proponer acciones de mejora que contrarreste cada causa de manera específica. Algunas medidas que se pueden tomar para esta etapa son:

- Poka Yoke
- Estandarización de procesos
- 5'S
- Uso de controles visuales

- Mantenimiento Autónomo

4.3.5. Controlar

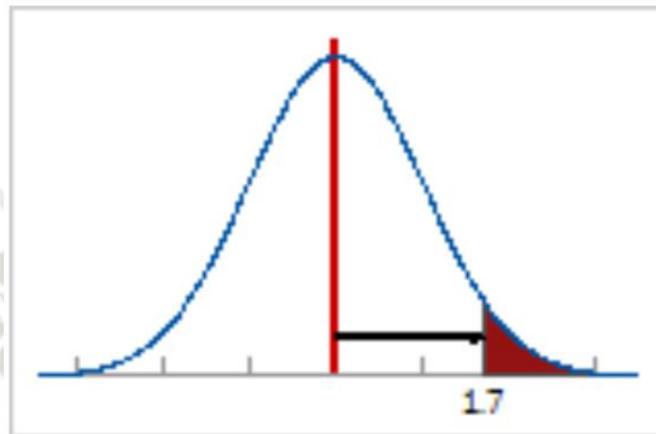
En esta última etapa consiste en controlar los resultados de la fase previa de mejorar con el objetivo de garantizar que las propuestas sean sostenibles e identificar variaciones respecto a los objetivos planteados. De la misma manera se busca asegurar la calidad del producto para cumplir con las expectativas del cliente y las especificaciones técnicas para eliminar o reducir la generación de desperdicios que traen como consecuencia un menor retorno económico bruto y la disminución de los indicadores de desempeño del proceso. Por eso se recomienda el uso de las herramientas utilizadas en la fase de medición tal como el índice de capacidad del proceso además del cálculo del nivel sigma y la comparación de indicadores de producción del proceso comparando la situación previa y posterior a la implementación de las propuestas.

A continuación, se describirán las herramientas que se utilizarán en esta etapa.

- **Índice de capacidad del proceso:** Los pasos a seguir serán los ya expuestos en la fase de Medir.
- **Cálculo del nivel Sigma:** Según el software Minitab (2022), se puede utilizar el nivel Z para calcular la capacidad sigma del proceso productivo. Para comprender el nivel Z, se debe de tomar en cuenta productos defectuosos de un proceso que regularmente se encuentran un uno o ambos lados de los límites de especificación:

La cantidad de desviaciones estándar desde el centro de la distribución hasta el punto donde comienza el total de defectos es el valor Z del proceso.

Figura 46
Grafica de distribución normal



Fuente: Minitab 18 (2022).

Comentario: La figura 46 se observa la campana de Gauss es la forma típica de los datos que siguen una distribución normal, esto se interpreta que los datos tienen una mayor frecuencia en la media, línea roja, y son menos frecuentes a medida que se alejan de la media.

Se pueden definir 2 tipos: Nivel Z a corto plazo (Z_{CP}) y Nivel Z a largo plazo (Z_{LP}). En ambos casos se usa la desviación estándar siendo en el primer índice el de corto plazo interpretándose como es que funcionaria el proceso actualmente si se mantiene la variación constante y en el segundo índice se usa la desviación estándar de largo plazo que muestra un valor más real porque la desviación a corto plazo no se puede mantener constante en el tiempo. Muestra la calidad que recibe el cliente.

La obtención del nivel Z en el software Minitab es para datos continuos y se obtiene mediante los siguientes pasos:

1. Escoja **Estadísticas – Herramientas de calidad – Análisis de capacidad - Normal**
2. Escoger la columna donde se encuentran los datos.
3. Digitar el tamaño de subgrupo, límites de especificación inferior y superior
4. Click en **Opciones – Niveles Z**, y luego aceptar.

Usando el valor obtenido se puede determinar otras medidas de capacidad del proceso. En la siguiente tabla se muestran la cantidad de Partes Por Millón defectuosos y el Nivel Z.

Tabla 17
Relación de valores Z y otras medidas de capacidad

Nivel Z	Capacidad Sigma	PPM defectuoso
1	2.5 σ	158,655
2	3.5 σ	22,750
3	4.5 σ	1,350
4	5.5 σ	32
4.5	6.0 σ	3.4

Fuente: Elaboración propia

Comentario: La tabla 18 muestra la cantidad de partes por millón defectuosas según el Nivel Sigma y la Capacidad de proceso teniendo un máximo de 6 σ .

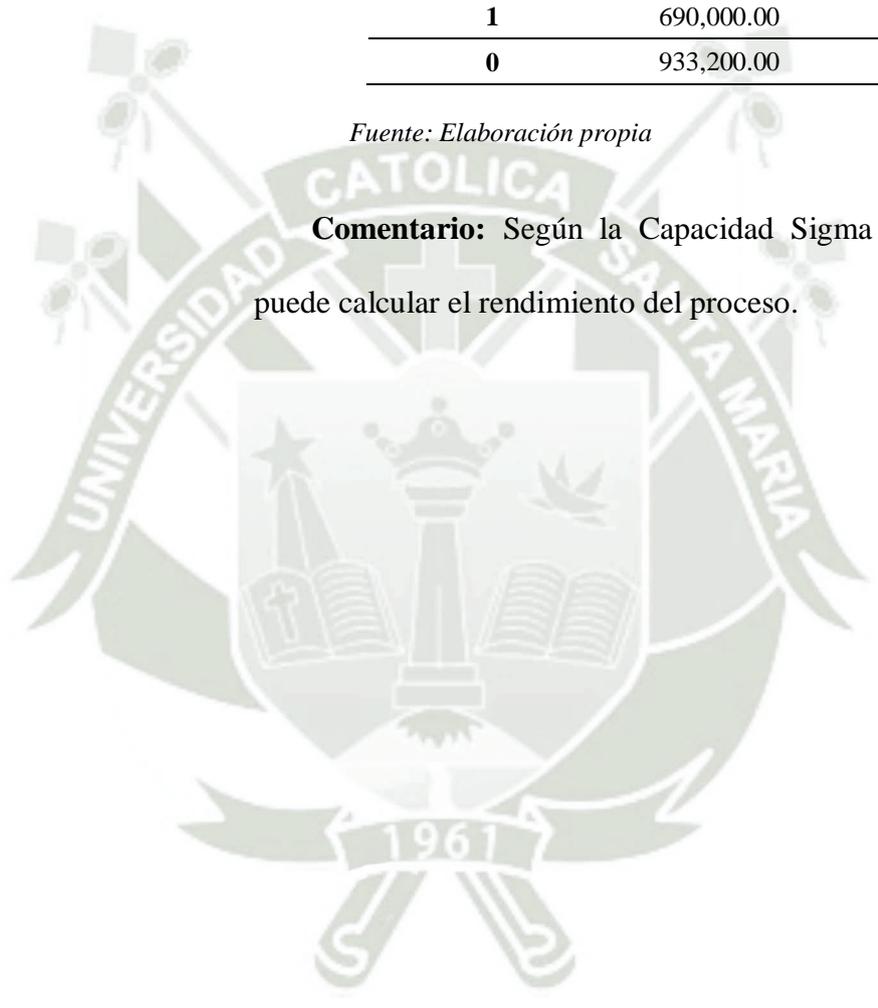
Tabla 18

Relación de nivel sigma y otras medidas de capacidad

Capacidad Sigma	DPMO	Rendimiento
6	3.40	99.9997%
5	233.00	99.98%
4	6,210.00	99.30%
3	66,807.00	93.30%
2	308,537.00	69.15%
1	690,000.00	30.85%
0	933,200.00	6.68%

Fuente: Elaboración propia

Comentario: Según la Capacidad Sigma identificada se puede calcular el rendimiento del proceso.





CAPÍTULO V
IMPLEMENTACIÓN DE LA
METODOLOGÍA PROPUESTA

5.1. Desarrollo de la fase DEFINIR

5.1.1. Marco del proyecto Six Sigma

En la siguiente Tabla 19 se aprecia el Marco del proyecto Six Sigma en el cual se detallan el problema, objetivos, oportunidad, alcance, el equipo de trabajo, recursos, métricas, duración y el plan de ejecución del proyecto

Tabla 19
Marco del Proyecto Six Sigma

MARCO DEL PROYECTO SIX SIGMA	
Problema	Presentación de reprocesos/reteñidos, color a la primera también conocidos como rematizados e incumplimiento en los tiempos de entrega al almacén
Definición	Durante el mes de marzo del 2020 los porcentajes de cumplimiento de entrega, reprocesos/reteñidos y color a la primera mostraron valores fuera de los objetivos establecidos como son 95%, 3% y 82% respectivamente.
Objetivo del Proyecto	Reducir el porcentaje de reprocesos/reteñidos y color a la primera Reducir el lead time en la entrega al área de almacén
Oportunidad del Proyecto	El proyecto involucrara todos los lotes de las fibras producidas en el área de tintorería
Alcance del proyecto	El proyecto involucrara todos los lotes de las fibras producidas en el área de tintorería
Patrocinador	Gerencia de Operaciones
Equipo de trabajo	Jefe de Área de Tintorería (Champion) Jefe de turno - supervisor (Champion) Líder de implementación (Black Belt) Asistente de Organización y Métodos (Green Belt) Asistente de Control de Calidad (Green Belt) Analista de Desarrollo Industrial (Green Belt) Asistente de Mantenimiento (Green Belt)
Recursos	Se utilizará base de datos de: .- Lotes de las fibras producidas en el área de tintorería .- Microsoft Office
Métricas	Se utilizaran las siguientes: .- Porcentajes de cumplimiento de entrega .- Reprocesos/reteñidos .- Color a la primera .- Lead Time de entrega al área de almacén
Duración del proyecto	01/05/2020 al 30/07/2021

Plan del proyecto	Fase Definir: Febrero 2021
	Fase Medir: Marzo 2021
	Fase Analizar: Abril 2021
	Fase Mejorar: Mayo 2021
	Fase Controlar: Junio 2021
	Cierre del proyecto: Julio 2021

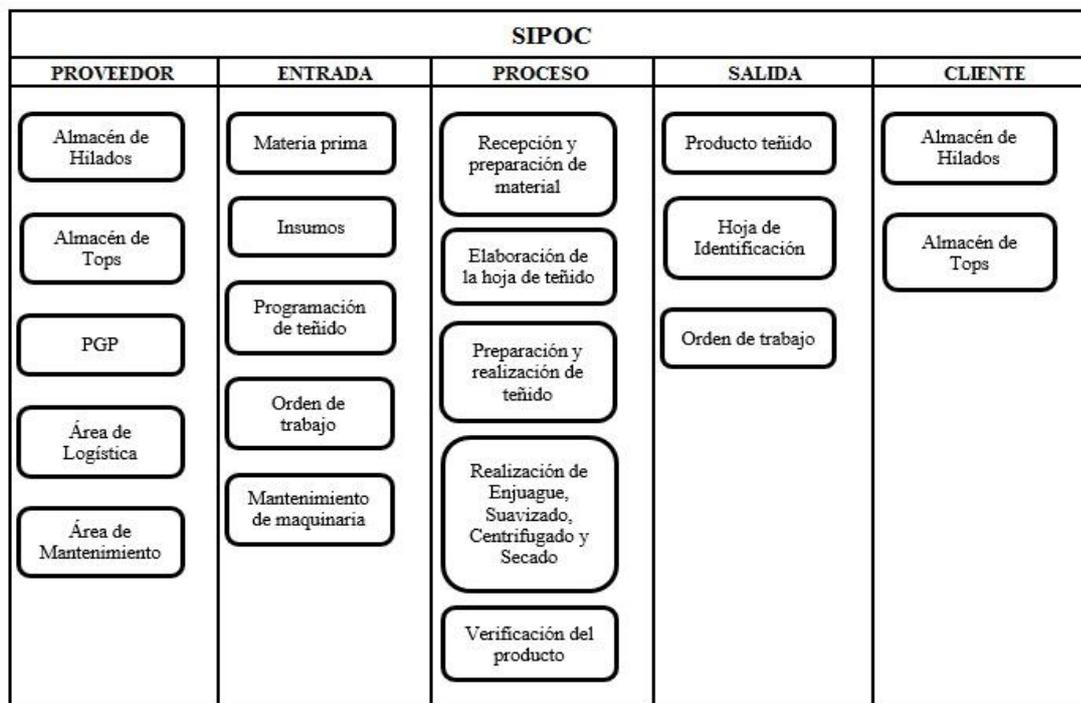
Fuente: Elaboración propia

Comentario: Como se comenta en la fase Diseño, en esta tabla se inició el proyecto formalmente indicado el problema, objetivo a resolver y los recursos necesarios para cumplir el objetivo.

5.1.2. Diagrama SIPOC

Para conocer el análisis de los procesos claves en el área de tintorería se utilizará la herramienta del diagrama SIPOC conocido como Suppliers-Inputs-Process-Output-Customers; con el uso del mismo se apreciará el flujo de cada uno de los procesos y se reconocerán sus entradas, salidas, resultados y los demás elementos que intervienen en cada proceso para poder analizar cada uno y servirá también de base para los siguientes diagramas que se realizaran. Es así que en la tabla siguiente se aprecia dicho diagrama:

Figura 47
Diagrama SIPOC del proceso de teñido de la empresa textil



Fuente: La Empresa (2021)
Elaboración propia

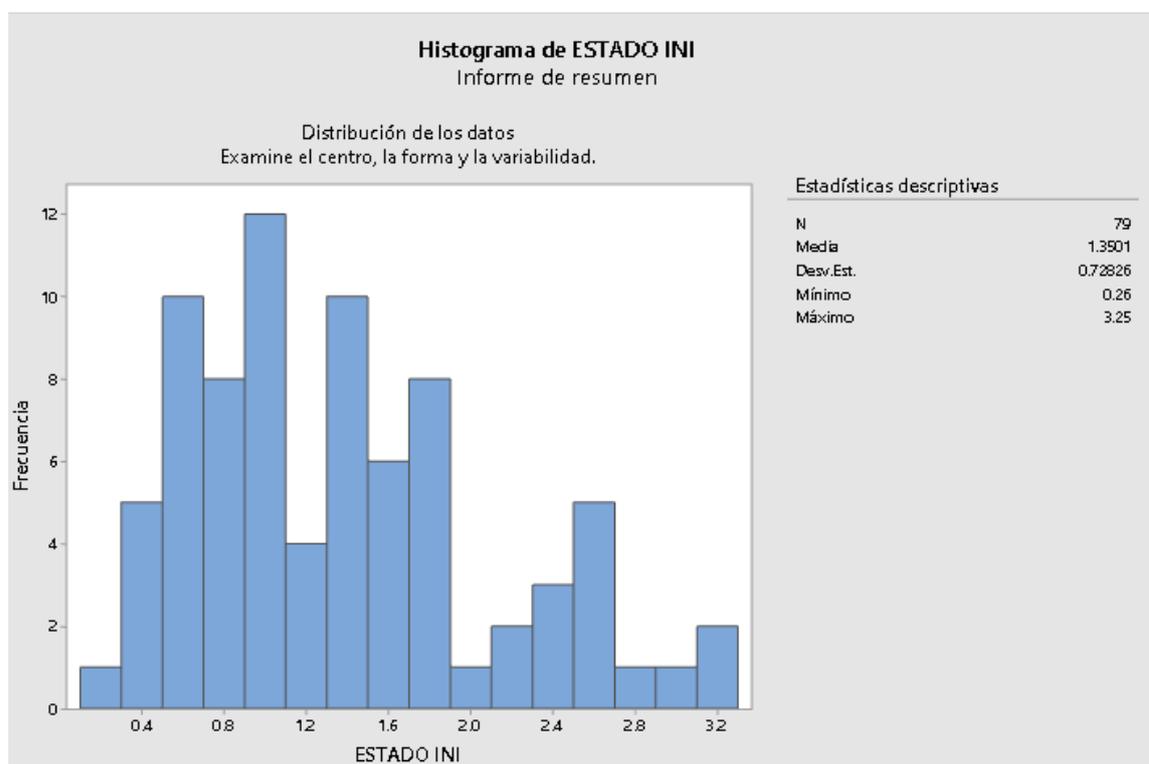
Comentario: En la figura 47 se muestran todas las entradas del proceso así como las salidas y servirán para elaborar otros diagramas.

5.2. Desarrollo de la fase MEDIR

En esta etapa se definirá más detalladamente el proceso para identificar que variables deben ser medidas y contraladas, se definirá el equipo de trabajo que realizará el proyecto. A partir de este estudio se validará el sistema de medición y la capacidad del proceso y de sus variables. Finalmente, se definirán los objetivos de mejora.

Inicialmente identificaremos el tipo de distribución que siguen los datos levantados para esto se presentara el histograma de la muestra donde se visualizaran los picos que presenta y si se asemeja a una distribución en particular. En la siguiente figura se observa que la mayor cantidad de datos se encuentran agrupados al lado izquierdo:

Figura 48
Histograma de datos del Estado Inicial de proceso



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Con la gráfica se presume que los datos presentados no tienen una distribución normal. Para corroborar dicha información se plantea la siguiente prueba de hipótesis:

H₀: Los datos siguen una distribución Normal

H₀: p ≥ α

H₁: Los datos no siguen una distribución Normal

H₁: p < α

Para un α de 0.05.

El Valor “p” es < 0.05 entonces se rechaza la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis alternativa. Como conclusión los datos no presentan una distribución normal.

Para la identificación del tipo de distribución se plantea realizar la prueba de bondad y ajuste para la distribución Weibull, debido a que la forma de los datos se asemeja a este tipo de distribución, entonces se presenta la siguiente hipótesis:

H₀: Los datos siguen una distribución Weibull

$$H_0: p \geq \alpha$$

H₁: Los datos no siguen una distribución Weibull

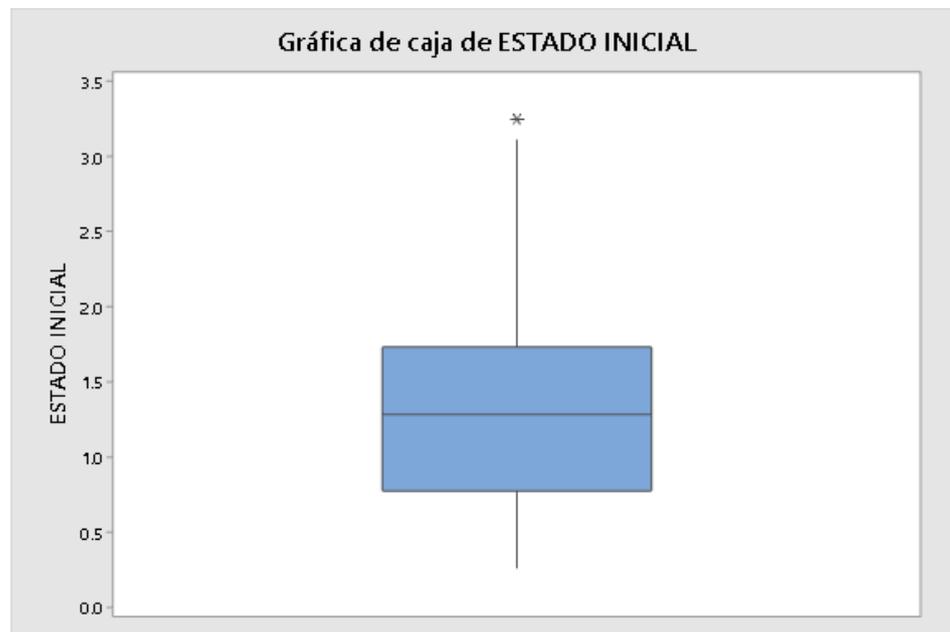
$$H_1: p < \alpha$$

Para un α de 0.05.

El Valor “p” para este tipo de distribución es de 0.25, al ser mayor que 0.05 entonces se aprueba la hipótesis nula y se concluye que los datos se ajustan a la distribución Weibull.

Para reforzar el análisis presentado se realizará el diagrama de cajas que se visualiza en la siguiente gráfica:

Figura 49
Diagrama de Caja del Estado Inicial del proceso



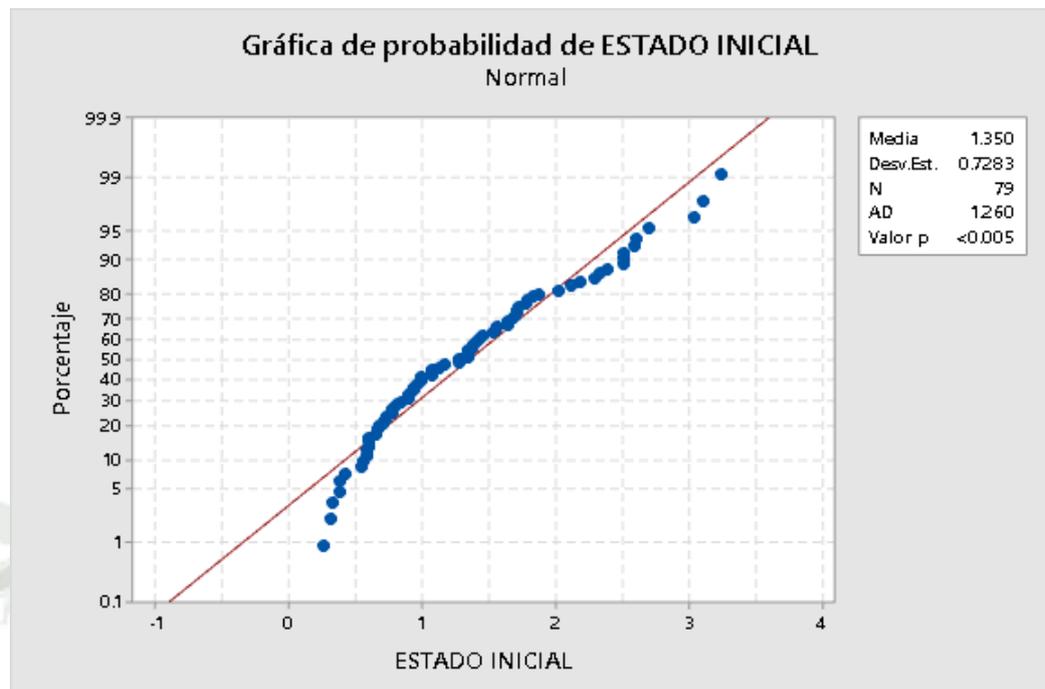
Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Se concluye que en la gráfica existen datos atípicos, es necesario identificarlos y eliminarlos de tener una causa asignable, asimismo el grafico brinda la información que estos datos se encuentran en el extremo superior de gráfico.

5.2.1. Prueba de normalidad de los valores CMC del estado inicial

Para identificar la línea base, se procederá a obtener el grafico de probabilidad de los valores CMC del estado inicial del proceso para determinar la distribución de los datos y de ser necesario realizar la transformación para su normalización correspondiente.

Figura 50
Grafica de probabilidad del ESTADO INICIAL

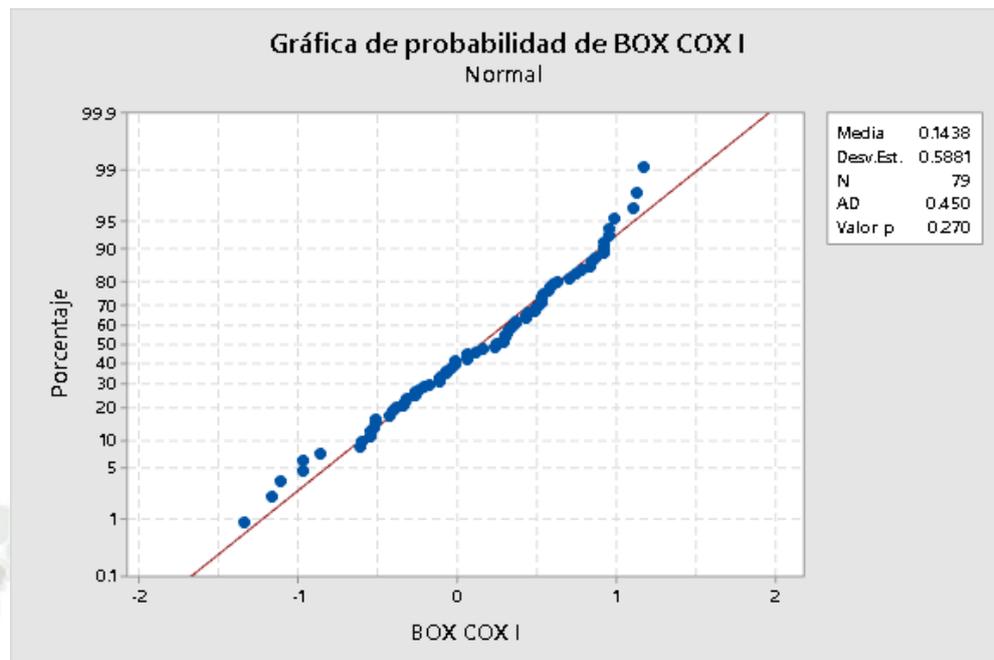


Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Como el valor de p es <0.005 entonces no es significativo y se rechaza la hipótesis nula, los datos no siguen una distribución normal, por lo que se requiere de una transformación para normalizarlos.

Figura 51

Grafica de probabilidad de valores transformados BOX COX estado inicial



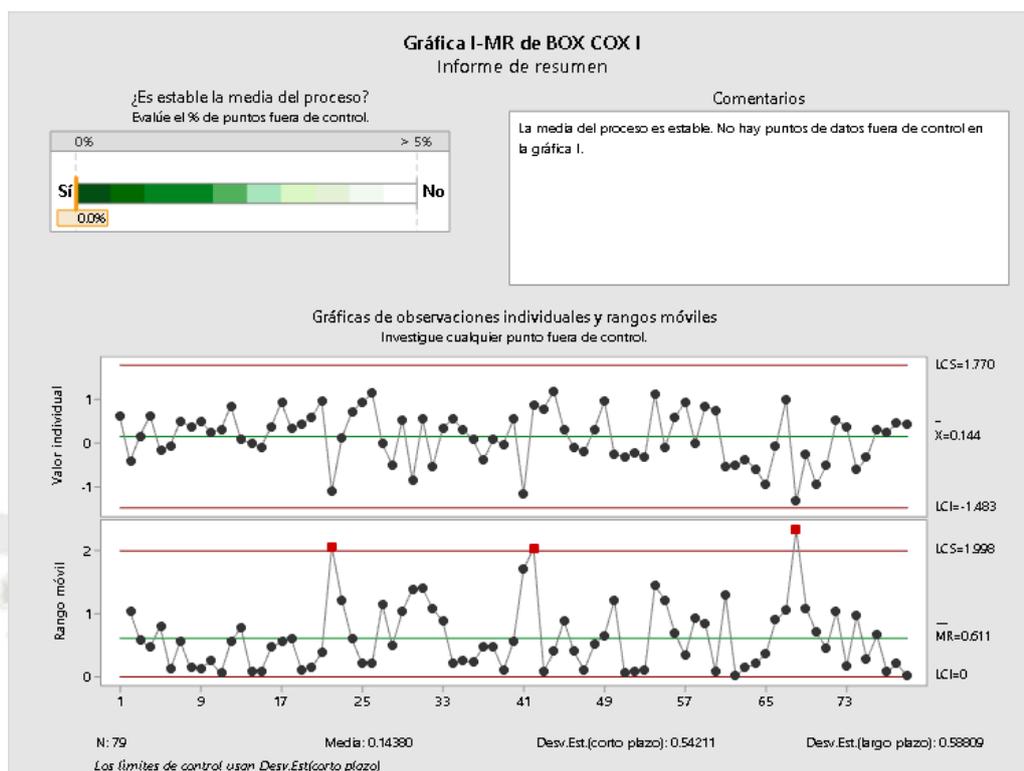
Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Luego de la transformación de Box Cox para la normalización de los datos se tiene un valor de p significativo de 0.270, entonces no se rechaza la hipótesis nula, los datos siguen una distribución normal y se procede a obtener las gráficas de control estadístico.

5.2.2. Grafica de control del estado inicial del proceso

Luego de normalizar los datos se procede a analizar la estabilidad mediante los gráficos de control de los valores individuales y de rango móvil. De encontrar puntos fuera de control estadísticos se procede a analizar su causa y eliminarlos

Figura 52
 Gráfica I-MR de valores CMC transformados BOX COX del estado inicial del proceso



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20
 Puntos fuera de control estadístico Datos Transformados Box-Cox I

Grafica	Prueba	Puntos fuera de control
MR	Prueba 1: Fuera de los límites de control	22, 42, 68

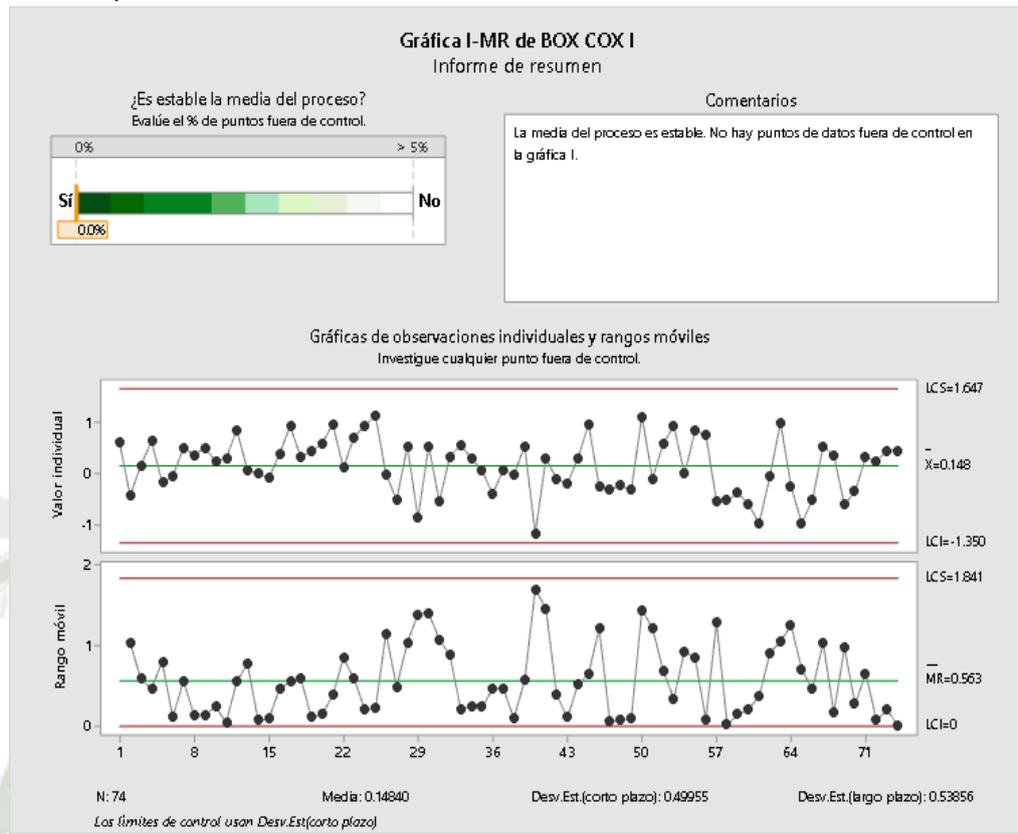
Fuente: Elaboración Propia

Comentario: La causa identificada en los 3 puntos corresponde a que al momento de la generación de la receta no se realizó la prueba de laboratorio.

A continuación, se muestran los gráficos de la variable individual y el rango móvil CMC estables luego de haber eliminado los puntos fuera de control estadístico.

Figura 53

Grafica I-MR bajo control estadístico de valores CMC transformados BOX COX del estado inicial del proceso



Fuente: Elaboración Propia

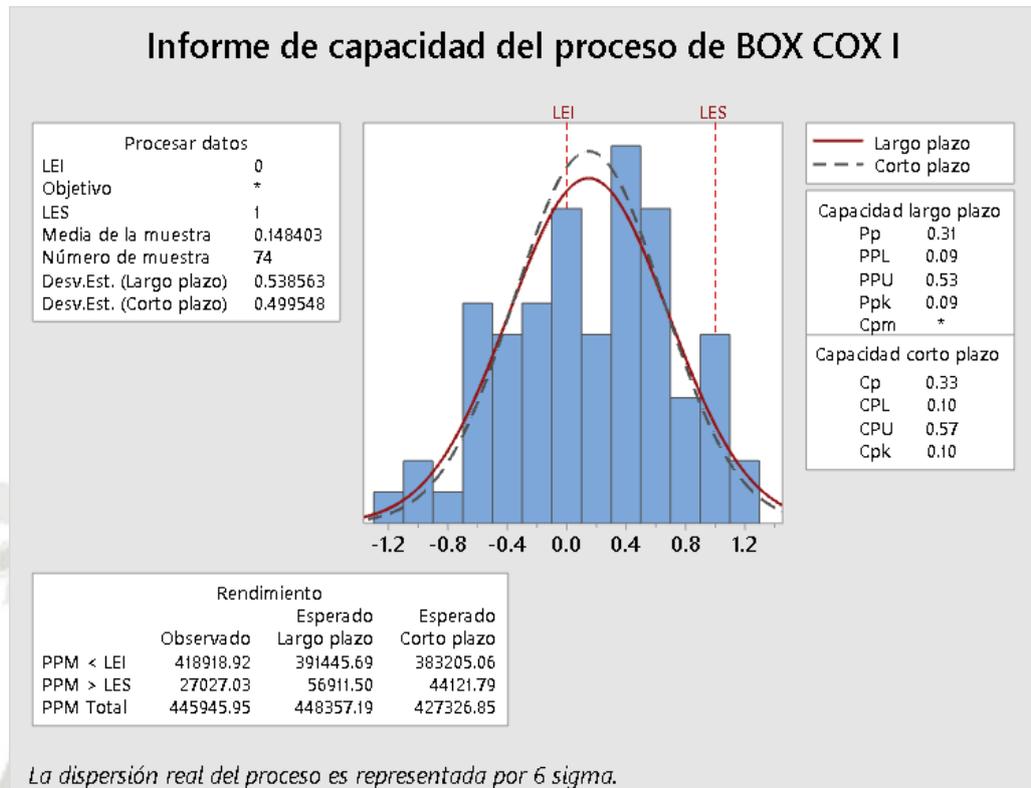
Comentario: Se observa que la media del proceso de los valores individuales es de 0.148 y de Rango Móvil es de 0.563.

5.2.3. Capacidad de proceso del estado inicial del proceso

Se procede a generar el informe de capacidad del proceso luego de normalizar y estabilizar los datos iniciales previos a la implementación de mejora del proceso.

Figura 54

Informe de capacidad del proceso de valores CMC transformados BOX COX del estado inicial del proceso



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Como se observa los valores del Pp y Cp son de 0.31 y 0.33 respectivamente y de la misma manera los valores de Ppk y Cpk son de 0.09 y 0.10 lo que indica que el proceso no es capaz, la desviación estándar del proceso excede los límites de especificación (Cp y Pp) y el proceso no se encuentra centrado (Cpk y Ppk). Asimismo, el PPM es de 445945.95 lo que significa que de millón de mediciones se obtendrán 445,946 mediciones fuera de los límites de especificación.

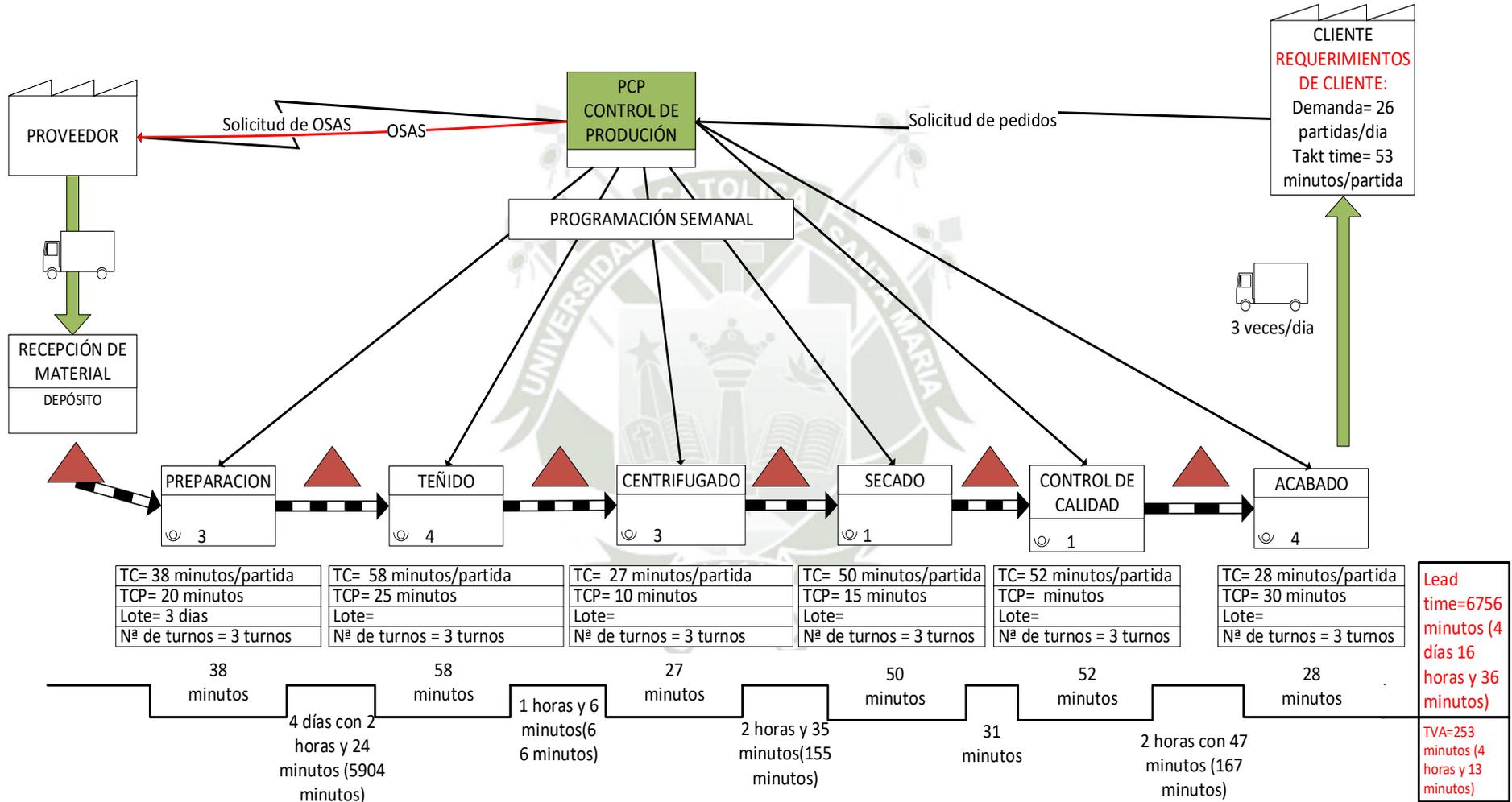
Por lo tanto, el proceso es susceptible a mejoras.

5.2.4. Mapa de flujo de valor

Como siguiente herramienta para medir el proceso actual se procede a elaborar el diagrama del mapa de flujo de valor (VSM por sus siglas en Ingles), presentados a continuación donde se visualiza la secuencia de los procesos de teñido industrial, el flujo de información y de actividades.



Figura 55
Mapa de Flujo de valor



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: La finalidad del VSM es identificar actividades que no generan valor al proceso (desperdicios de producción). A continuación, se muestran los resultados:

Tabla 21
Resultados de Mapa de Flujo de valor

Tiempo de valor añadido	253 min
Tiempo de No valor	6503 min
Lead Time	6756 min

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: El VSM nos brinda la información de que el 4% del tiempo es de actividades que generan valor y el 96% restantes son actividades que, por medio de implementación de propuestas de mejora, se buscaran eliminar o reducir.

5.2.5. Auditoría 5S

Se procedió a implementar una auditoría de 5S para verificar si actualmente la empresa cumple con estos estándares, es así que se evaluó el área de una zona de teñido. Para esto se utilizó un formato para evaluar el uso de cada herramienta: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke.

Inicialmente se definirá la zona que se evaluará: autoclaves de teñido OTIA35, OTIA32, Apisonadora, TICE05 donde se identificó la falta de orden y limpieza en el área de trabajo. A continuación, se muestran los resultados de la auditoría luego de llenar el formato:

En la primera S (Seiri-Clasificar) se obtuvo un puntaje de 2 de 10 puntos lo cual nos indica que el área no aprueba la herramienta evaluada y muestra los siguientes resultados:

- Hay cosas inútiles y materia prima semielaborada en el entorno de trabajo.
- Los elementos que se utilizan frecuentemente no se encuentran ordenados ni identificados.
- Hay maquinaria que ya no es utilizada en el área de trabajo como la 0TIA32 y 0TIA34.
- No todos los elementos inutilizados se encuentran en la zona de desperdicio.

Tabla 22
Resultados Seiri

Id	5S	Título	Puntos
S1	Clasificar (Seiri)	"Separar lo necesario de lo innecesario"	2

Fuente: Elaboración Propia

En la segunda S (Seiton - Ordenar) se obtuvo un puntaje de 6 de 10 puntos lo cual nos indica que hay una necesidad de mejorar el sistema y muestra los siguientes resultados:

- Los pasillos no están claramente definidos ya que hay líneas de tránsito que se están despintando en la zona 0TIA21.
- Hay algunas herramientas que ya no son utilizadas como los porta materiales de la 0TIA21 para Tops y Bobinas y las flautas y platos de la 0TIA34.

- El suelo presenta grietas y sobresaltos en la zona de la OTIA21, OTIA35 y su mezclador.
- Los estantes no cuentan con las cantidades máximas y mínimas admisibles.

Tabla 23
Resultados Seiton

Id	5S	Título	Puntos
S2	Ordenar (Seiton)	" Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio"	6

Fuente: Elaboración Propia

En la tercera S (Seiso - Limpiar) se obtuvo un puntaje de 0 de 10 puntos lo cual nos indica que el área no aprueba la herramienta evaluada y muestra los siguientes resultados:

- Hay manchas de aceite y polvo en los equipos OTIA21 y TICE05 y sus alrededores.
- Las tuberías de aire, eléctricas y luminarias se encuentran sucias y deterioradas sobre la OTIA21.
- Las canaletas de drenaje se encuentran parcialmente obstruidas por material que se cayó de la zona de la OTIA35.
- Las paredes, techo y suelo se encuentran con residuos y/o empolvados.
- Las tareas de limpieza no son realizadas frecuentemente y cuando se realizan es porque tiene que ser dicho.

Tabla 24
Resultados Seiso

Id	5S	Título	Puntos
S3	Limpiar (Seiso)	"Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden"	0

Fuente: Elaboración Propia

En la cuarta S (Seiketsu - Estandarizar) se obtuvo un puntaje de 6 de 10 puntos lo cual nos indica que hay una necesidad de mejorar el sistema y muestra los siguientes resultados:

- Hay un problema respecto al ruido en la línea de vapor de la 0TIA35 que genera un fuerte ruido cuando este se encuentra en funcionamiento.
- No se generan regularmente ideas de mejora.
- Las 3 primeras S no se mantienen.

Tabla 25
Resultados Seiketsu

Id	5S	Título	Puntos
S4	Estandarizar (Seiketsu)	"Formular las normas para la consolidación de las 3 primeras S "	6

Fuente: Elaboración Propia

En la quinta S (Shitsuke – Disciplinar) se obtuvo un puntaje de 4 de 10 puntos lo cual nos indica que el área no aprueba la herramienta evaluada y muestra los siguientes resultados:

- No se realiza el control diario de limpieza.
- El personal no se encuentra motivado para llevar a cabo los procedimientos estándares definidos.
- Las piezas y herramientas no son almacenadas correctamente.

- Las actividades definidas en las 5S no se llevan a cabo ni se realizan los seguimientos definitivos.

Tabla 26
Resultados Shitsuke

Id	5S	Título	Puntos
S5	Disciplinar (Shitsuke)	"Respetar las normas establecidas"	4

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra el puntaje obtenido en cada herramienta y el puntaje global:

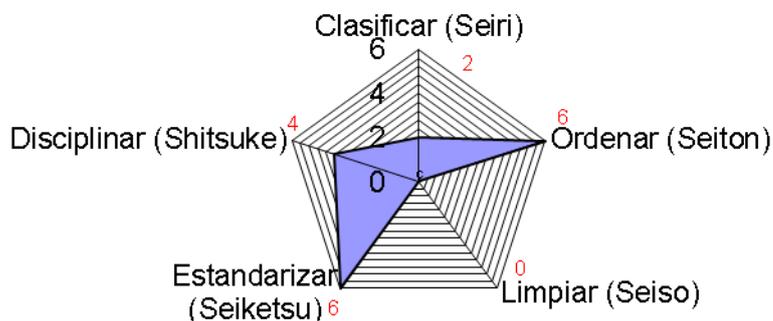
Tabla 27
Resultados Auditoria 5'S

Id	5S	Título	Puntos	Puntaje Máximo
S1	Clasificar (Seiri)	"Separar lo necesario de lo innecesario"	2	10
S2	Ordenar (Seiton)	" Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio"	6	10
S3	Limpiar (Seiso)	"Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden"	0	10
S4	Estandarizar (Seiketsu)	"Formular las normas para la consolidación de las 3 primeras S"	6	10
S5	Disciplinar (Shitsuke)	"Respetar las normas establecidas"	4	10
PUNTUACIÓN 5S			18	50

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente grafico nos muestra el estado del área evaluada respecto a la implementación de la auditoria 5S.

Figura 56
Resultados Auditoría 5'S



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Se concluye que la primera, tercera y quinta S (Seiri, Sesiso, Shitsuke) representan una oportunidad de mejora, esto quiere decir que el área de trabajo evaluada esta desordenada, sucia y el personal no tiene la disciplina de tomar acciones de orden y limpieza por iniciativa.

5.3. Desarrollo de la fase ANALIZAR

5.3.1. Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF)

El AMEF es una herramienta importante que ayuda a identificar fallas en productos y procesos, contribuye con la evaluación objetiva de sus efectos, causas y elementos de detección para impedir que estos puedan llegar a ocurrir y tener un método documentado de prevención, ayuda también a almacenar gran cantidad de información sobre un determinado proceso o producto.

Para realizar el AMEF se realizaron reuniones de coordinación con el equipo Six Sigma detallado en la fase MEDIR, en donde se intercambiaron opiniones acerca de las diferentes causas por las que se vinieron presentando porcentajes no equivalentes a los objetivos trazados por cada uno de los criterios

establecidos. Posteriormente se definieron los pasos críticos del proceso y se determinó sus fallas, para luego indicar las posibles causas de las mismas, proponer los controles y las acciones preventivas

Previo a realizar la matriz AMEF, es necesario determinar la valoración de la severidad, la ocurrencia y la detección para finalmente calcular el RPM (Risk Priority Number) por medio del producto de estos tres factores.

En la Tabla 13, 14 y 15 se muestran los criterios para la valoración de los factores Severidad, Ocurrencia y Detección respectivamente

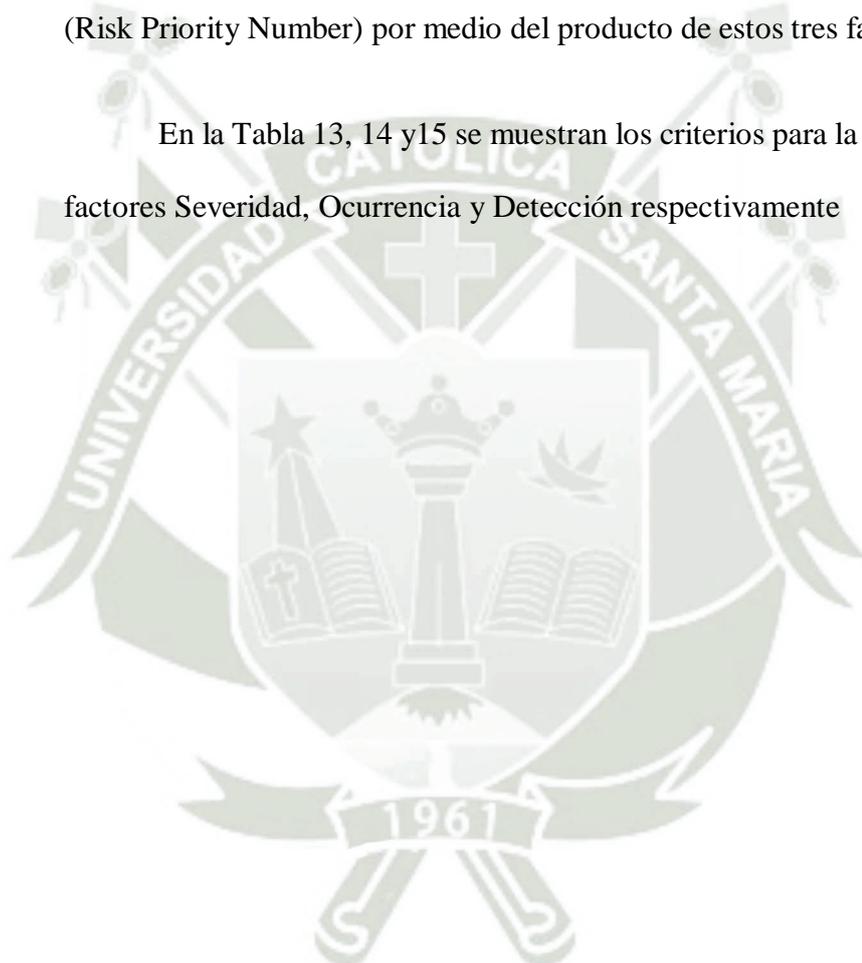


Tabla 28

AMEF para el proceso de teñido

Proceso/ Subproceso	Método potencial de falla	Efecto de potencial falla	Pasos Críticos del Proceso	Severidad	Causa potencial de falla	Ocurrencia	Verificación y/ o control visual	Detección	RPN	Acción recomendada
Preparación de la fibra	Preparación de material deficiente	Material enredado y/o cortado	Realizar Amarre y Madejeado	1	Amarres defectuosos.	1	Verificación del operario al preparar las madejas.	5	5	Capacitar al personal para una mejor efectividad de los amarres. Controlar el número de no conformidad por amarres defectuosos.
		Cruce de material	Almacenamiento de material	5	Desorden en los andamios para almacenar material	1	Tarjetas de colores para identificar material	4	20	Evaluar las causas del desorden y elaborar una metodología adecuada. Evaluar la variación.
Elaboración de la hoja de teñido	Variabilidad de color en el proceso de teñido	Color fuera de estándar	Generar la hoja de teñido	4	Insuficiente cantidad de pruebas de receta	5	Evaluación de color mediante el uso de Data color.	5	100	Incrementar el número de pruebas de recetas y evaluar la variación mediante graficas de control.
Teñido Industrial	Variabilidad de color en el proceso de teñido	Color fuera de estándar	Ejecutar verificación	4	Método de evaluación del color es subjetivo.	5	Evaluación de color mediante el uso de Data color.	3	60	Verificar el cumplimiento de la evaluación de color mediante el Data color, evaluar la variación del resultados obtenidos.
			Verificación de autoclaves	3	Autoclaves no reproducen el color.	3	Cronograma de mantenimiento preventivo.	4	36	Verificación del cumplimiento del cronograma de mantenimiento preventivo y evaluar la variación del resultado obtenido.
	Variabilidad de igualación en el proceso de teñido	Material desigual	Muestreo de Tops para evaluación de color	3	Calidades en Tops con tendencia a des igualación.	2	Muestreo para evaluación de color de diferentes tops.	4	24	Evaluar la metodología actual de muestreo de tops y elaborar una metodología adecuada. Evaluar la variación mediante graficas de control
			3	Autoclaves con tendencia a des igualación.	2	4		24		

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Como se observa en la Tabla N° 28: AMEF la causa que presenta el más alto RPN (por sus siglas en inglés o índice de prioridad de riesgo) es “insuficiente cantidad de pruebas de recetas” pertenecientes al subproceso de elaboración de hoja de teñido.

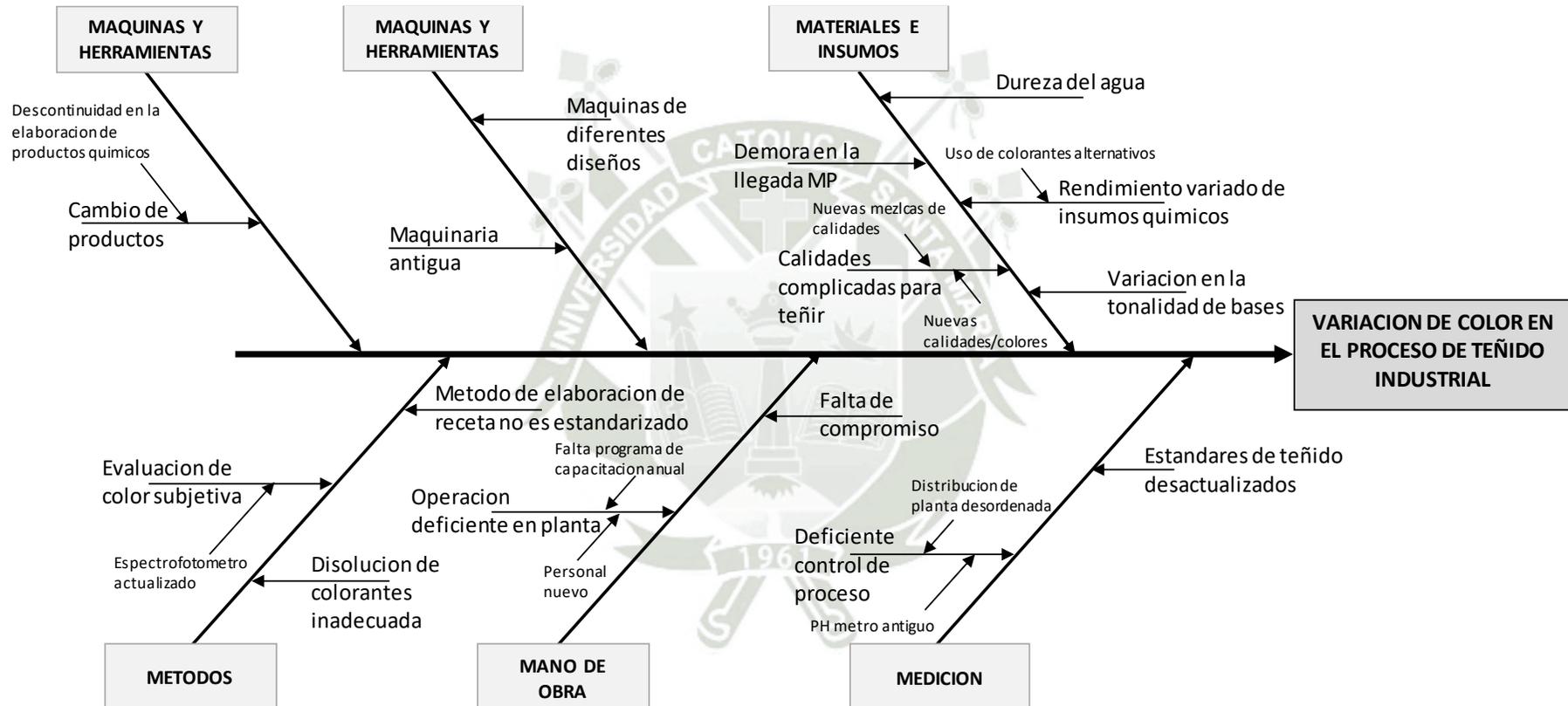
5.3.2. Definición de los factores causales

Considerando los resultados obtenidos en la anterior fase de medición el principal problema es la variación de color en el proceso de teñido industrial la cual afecta a la conformidad del producto final y condiciona su recepción por el área de almacén y por consiguiente su entrega a tiempo al cliente. El defecto de variación del color se debe a diferentes causas que tienen su origen en Laboratorio, Planta de Tintorería, Logística, Almacén o por factores de COVID-19 que influenciaron en la falta de personal, desabastecimiento de materia prima e insumos, así como incremento en costos; entre otros que se mostraran en el Diagrama Ishikawa

5.3.3. Diagrama Causa-Efecto

Figura 57

Causas de la variación de color en el proceso de teñido industrial



Fuente: Elaboración propia

Comentario: En la figura 51 se muestran las causas de la Variación de color en el proceso de Teñido Industrial teniendo entre sus principales causas la variación de tonalidad de bases para teñir así como el ingreso de nuevas calidades y colores, el cambio de productos químicos por las restricciones medioambientales, la evaluación de color subjetiva, método de elaboración de receta no es estandarizado y la alta rotación de personal que tiene como efecto un operación inadecuada de la maquinaria.

5.3.4. Diagrama de Pareto

Para la realización del diagrama Pareto se consideró como primer paso las principales causas que determinan el incumplimiento de entrega al área de almacén, las mismas que prevalecen en el año 2020 y 2021; las cuales se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 29
Causas de incumpliendo de entrega al almacén 2021

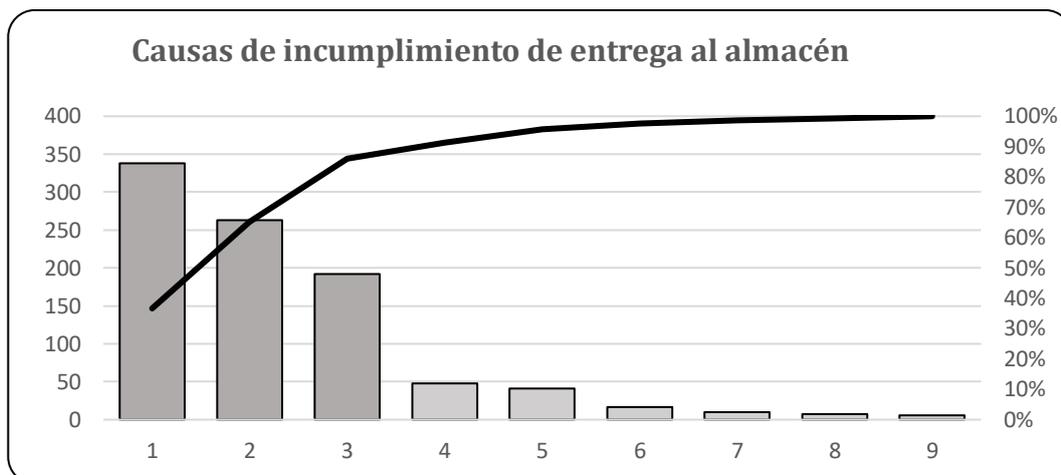
Causa	Descripción
1	Demora de proceso
2	Secuencia de programación
3	Reproceso/reteñido
4	Partida no ingresa a teñir
5	Demora en desarrollo de color
6	Falta de materia prima
7	Baja eficiencia de maquina
8	Otros

Fuente: Elaboración Propia

Con las causas determinadas se procedió a realizar el diagrama Pareto:

Figura 58

Diagrama de Pareto causas de incumplimiento al programa 2021



Fuente: La Empresa (2021)

Elaboración Propia

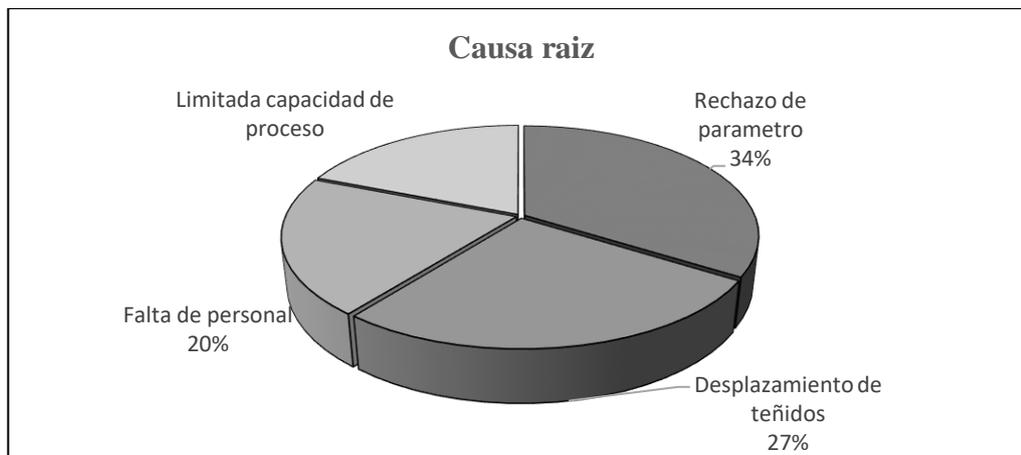
Comentario: El diagrama muestra que las tres primeras causas del incumplimiento de entrega al almacén son “Demora de proceso”, “Secuencia de programación” y “Reproceso/reteñido”, 33.33 % del total de causas, presentan como causa raíz la variación de color en el proceso de teñido y esto que generan el 80% de incumplimientos de entrega al almacén.

5.3.5. Identificación Causa-Raíz

Es necesario definir la causa raíz con el objetivo de establecer propuestas correctivas para mejorar el proceso de teñido en sus cuatro principales indicadores evaluados en las fases anteriores, es así que el diagrama de causa-efecto (Espina de pescado), y el diagrama de Pareto se enfocaran en el problema principal para poder contribuir a su solución o mejora que repercutirá en la empresa del sector textil analizada.

Figura 59

Causa raíz por bajo incumplimiento al programa



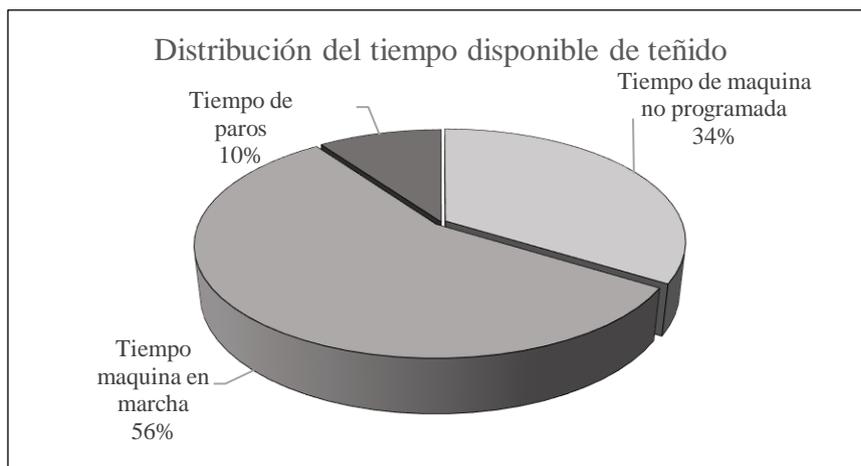
Fuente: La Empresa (2021)
Elaboración Propia

Comentario: En la Figura 57 se observa que la principal causa raíz del origen de incumplimiento de entrega al almacén es el rechazo de parámetro, en el proceso de teñido corresponde a la variación de color. A continuación, se presenta el diagrama de causa-efecto para la variación de color en el proceso de teñido.

5.3.6. Paros de máquina del proceso de teñido

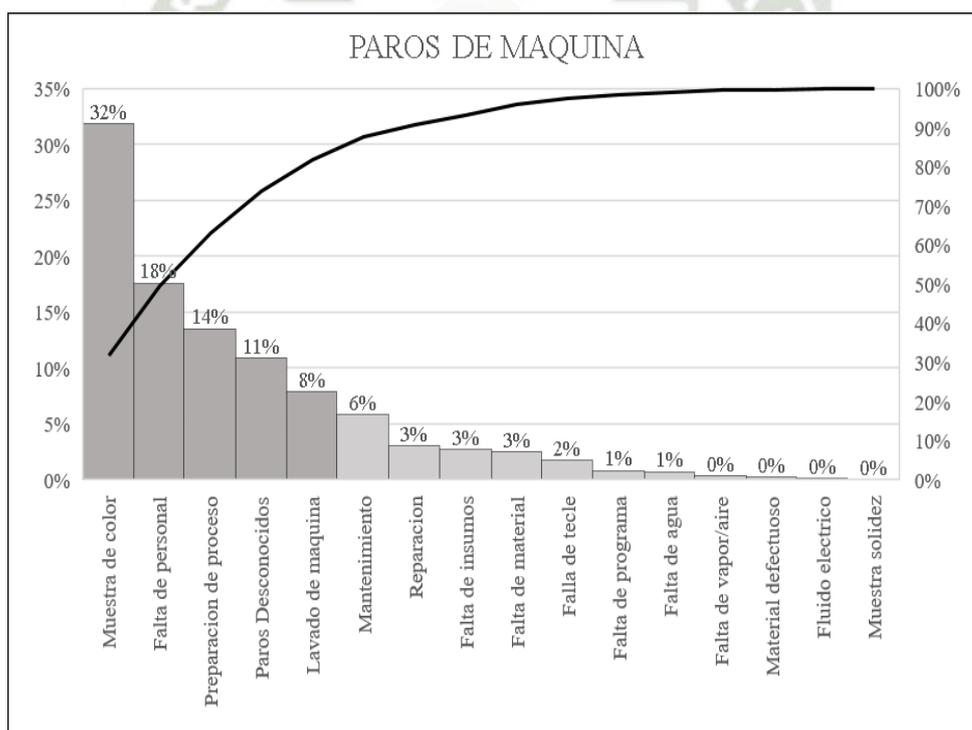
Como se identificó en la fase anterior, los paros de máquina de teñido representan el 10 % del total del tiempo disponible, a continuación, se muestran los porcentajes:

Figura 60
Distribución del tiempo disponible de Teñido



Fuente: La Empresa (2021)
Elaboración Propia

Figura 61
Paros de maquina



Fuente: La Empresa (2021)
Elaboración Propia

Comentario: Se observa que el principal paro es “Muestra por color” que es el tiempo de evaluación de color en laboratorio, seguido de la “Falta de personal” por refrigerios o por relevos de turno y como tercera falta esta “Preparación de proceso” que hace referencia al tiempo de Set Up.

Respecto al segundo paro de falta de personal, como se comentó, corresponde a la ausencia de personal por refrigerios y relevos de turno. Este segundo punto incremento debido a la pandemia ya que como medida de prevención sanitaria se definió que no haya relevos de turno para evitar el mayor número de contacto con otras personas para reducir el riesgo de contagio, es así que todas las maquinas quedan desatendidas por un periodo de 15 minutos aproximadamente.

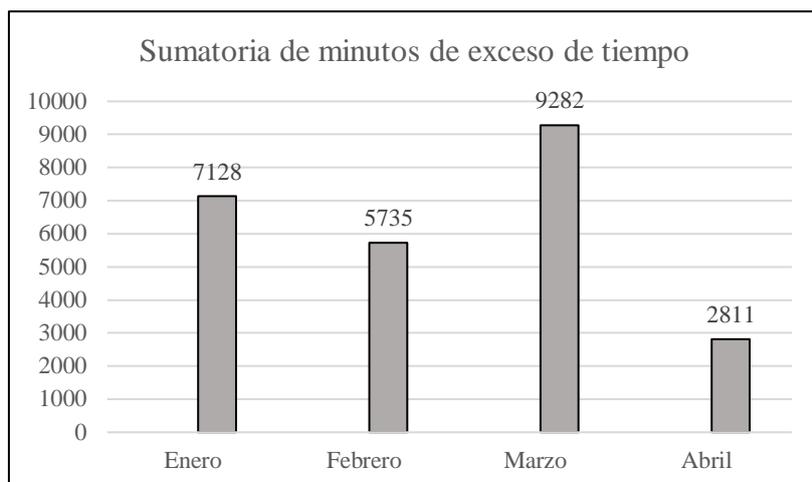
A continuación, se muestra el detalle de los paros de “Muestra de color” y “Preparación de proceso”.

A. Tiempo de muestra de color

También llamado tiempo de evaluación de color que corresponde al periodo de tiempo, de 45 minutos como límite máximo, para evaluar en laboratorio el color del proceso de teñido antes de que salga de máquina para decidir si termina su proceso o necesita un ajuste de color adicional.

El tiempo de exceso de muestra de evaluación de color corresponde a los minutos de exceso sobre los 45 permitidos, es así que en la siguiente figura se muestran la sumatoria de los minutos de exceso de tiempo de 4 meses.

Figura 62
Sumatoria de minutos de exceso de tiempo de muestra



Fuente: La Empresa (2021)
Elaboración Propia

Comentario: Como se observa en la figura 60 el máximo de minutos de exceso alcanzados corresponde al tercer mes con 9282 min, y el mínimo de minutos de exceso es para el cuarto con 2811 min. donde el promedio de los excesos de tiempo para los 4 periodos mostrados es de 6239 minutos o 104 horas mensuales.

A diferencia de esta figura en la figura 59 se muestra el total de tiempo de evaluación de color incluyendo los 45 minutos máximo permitidos, es por eso que este evento se encuentra en la primera posición en el Pareto de los tiempos de paro.

B. Tiempo de preparación de proceso

También denominado Set Up que corresponde al tiempo de preparación de las autoclaves de teñido. Este proceso es trabajado por los volantes del área de teñido que son 4 por turno que se distribuyen en 6 áreas de la planta de teñido. En la

siguiente grafica se muestra la fórmula de la eficiencia de la preparación de maquina:

$$\begin{aligned} & \% \text{Eficiencia de Preparacion de maquina} \\ & = \frac{\sum \text{minutos OFF}}{\sum \text{minutos OFF} + \sum \text{minutos ON}} \end{aligned}$$

Donde:

Minutos OFF = minutos de preparación reales que se encuentran dentro del tiempo estándar

Minutos ON = minutos de preparación reales que se encuentran fuera del tiempo estándar

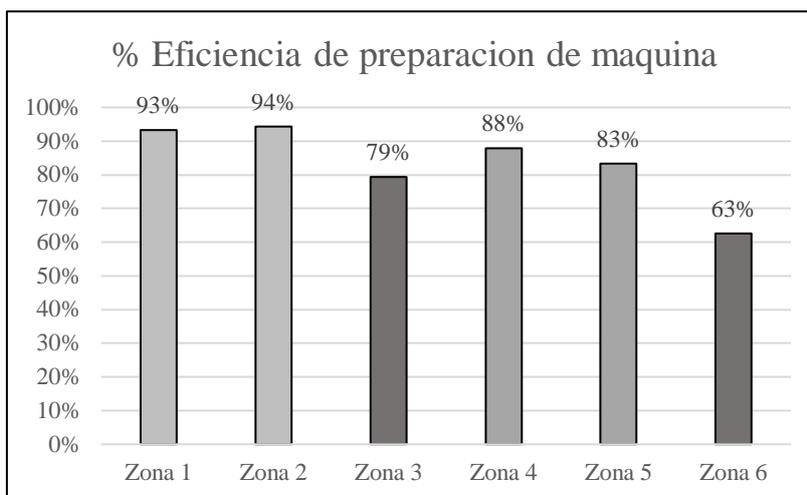
Es así que obtenemos el %Eficiencia de preparación de cada zona de trabajo:

Tabla 30
Tiempo de Preparación por zona

ZONAS	Suma de OFF	Suma de ON	Suma de TOTAL	% ON
Zona 1	213	2962	3175	93%
Zona 2	247	4117	4364	94%
Zona 3	473	1820	2293	79%
Zona 4	463	3371	3834	88%
Zona 5	595	2962	3557	83%
Zona 6	147	246	393	63%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 63
Porcentaje de eficiencia de preparación de maquina



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Como se observa en la tabla y la gráfica las zonas con menor % de Eficiencia de preparación de maquina corresponde a la Zona 3 y Zona 6. En ambas zonas hay autoclaves que tienen bajo % de utilización de máquina y hay un mayor descuido al momento de realizar el cargado por parte de los volantes lo que causa un exceso en el indicador visto previamente respecto al estándar.

A continuación, los dos siguientes puntos mostrados corresponden a indicadores que nos indican como se encuentra el proceso de teñido respecto a los paros mostrados.

C. Medida del tiempo de paro por línea (NPH)

Considerando de que un operario maneja 5 autoclaves de teñido se tienen el tiempo de paro por línea total de todas las autoclaves que se trabajaron.

Tabla 31
Medida de tiempo de paro por línea

Tiempo Disponible	43,800	Min
Tiempo de maquina no programada	14,808	Min
Tiempo maquina en marcha	24,672	Min
Tiempo de paros	4,320	Min

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: El tiempo disponible se encuentra considerado por los minutos disponibles que hay en un mes promedio, 365 días/12 meses. El tiempo de maquina no programada es el tiempo que la maquina no trabajo porque no tenía programación de trabajo. El tiempo maquina en marcha es el tiempo que la maquina estuvo en proceso y la diferencia son los paros de máquina.

D. Eficiencia global de los equipos (OEE)

Este indicador se halla individualmente por cada equipo y compara las unidades que se podrían haber producido y las que se produjeron en realidad. Lo componen tres índices: Índice de disponibilidad, Índice de Eficiencia e Índice de calidad.

Tabla 32
Índice de Disponibilidad

Índice de disponibilidad			
A	Tiempo de funcionamiento informado	445	Hrs
B	Tiempo de paradas	180	Hrs
C	Tiempo utilizado	265	Hrs
D	Índice de Disponibilidad [(c/a)*100]	60%	

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Este primer índice muestra la cantidad de horas que la maquina trabaja sin considerar las paradas.

Se analizó una autoclave de teñido OTIA23 a continuación se muestran los resultados:

En la siguiente tabla se muestra el cálculo de Tiempo de funcionamiento informado.

Tabla 33
Índice de Funcionamiento Informado

Tiempo de funcionamiento informado			
A	Tiempo disponible de maquina	730	Hrs
B	Maquina no programada	285	Hrs
C	Tiempo de funcionamiento informado (A-B)	445	Hrs

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: El tiempo de funcionamiento informado resulta de la cantidad de horas disponibles en un periodo, 1 mes, menos la cantidad de horas que la maquina no está programada para trabajar. Sirve para el cálculo del índice Disponibilidad.

El Índice de eficiencia, el segundo índice, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 34
Índice de Eficiencia

Índice de eficiencia			
A	N° Total de horas trabajadas	445	Hrs
B	N° Total de horas estándar	412	Hrs
C	N° Total de horas de exceso (a-b)	33	Hrs
D	Índice de Eficiencia $[1-(c/b)]$	92%	

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: El índice de eficiencia resulta del cociente de la división entre índice de funcionamiento informado y el tiempo estándar que tuvieron que demorar los teñidos.

El tercer índice, Índice de calidad, se muestra a continuación:

Tabla 35
Índice de Calidad

Índice de calidad			
A	N° Total de horas trabajadas	445	Hrs
B	N° Total de horas retrabajados	42	Hrs
C	N° Total de horas de exceso (a-b)	403	Hrs
D	Índice de Calidad $[(c/a)]$	91%	

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Finalmente el índice de calidad resulta del cociente de la división entre la cantidad de horas que se retrabajo el material, ya se ajuste de color o reprocesos, y el índice de funcionamiento informado.

Después de haber hallado los 3 índices necesarios se procede a calcular el índice final de Eficiencia Global de los equipos:

Tabla 36
Índice de OEE

Eficiencia global de los equipos		
A	Índice de disponibilidad	60%
B	Índice de eficiencia	92%
C	Índice de calidad	91%
D	Eficiencia global de los equipos (A*B*C)	50%

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: En la tabla se observa que el valor del OEE está siendo limitado por el índice de disponibilidad que es principalmente bajo por los paros del proceso productivo.

5.4. Desarrollo de la fase MEJORAR

Se identificó que el principal defecto en el proceso de teñido que afecta el indicador de “Cumplimiento de entrega al almacén” es la variación de color en el proceso de teñido que tiene como causas los “Reprocesos de teñidos”, “Ajustes de color” o “Consultas por color” ya que es la causa raíz de las tres causas es “Rechazo de parámetro” tal como se vio en el gráfico de la identificación de la causa raíz.

Asimismo, en el Diagrama de la cadena de valor se vio que el proceso donde el tiempo de ciclo es mayor que el Tack Time es en el Teñido Industrial, esto puede ser visto también con el indicador de “Eficiencia Operativa” cuya principal causa son los “Ajustes de color” y los “Paros de maquina” ambos desperdicios de producción.

En base a estos resultados en el presente capítulo se detallan las propuestas de mejora que se plantearon para la mejora del proceso de teñido, es así que se propone incrementar el número de pruebas realizadas por los formuladores para mejorar el subproceso de elaboración de la hoja de teñido y tener menos ajustes de color, implementar la metodología 5S y mantenimiento autónomo.

5.4.1. Establecimiento de los planes de acción

A. *Incremento de pruebas para la elaboración de la hoja de teñido*

El plan de acción planteado explica las siguientes etapas:

- Se recogió data del periodo 2021, antes de la implementación del sistema de mejora continua.
- Se determinó el método de mejora orientado a incrementar el número de pruebas para la elaboración de la hoja de teñido.
- El incremento de pruebas para la obtención de la hoja de teñido se logró identificando las funciones más importantes del formulador para modificar la estructura de trabajo en laboratorio.
- Se levantó data posterior a la implementación del sistema de mejora en laboratorio.
 - Se analizó la información para examinar el impacto en los indicadores previamente definidos como son: Cumplimiento al programa, Reprocesos reteñidos, Desempeño de formulación, Eficiencia Operativa.

Respecto a la decisión de definir como hipótesis para el incremento de la productividad en el laboratorio de tintorería el aumentar las pruebas realizadas en laboratorio, inicialmente se identificaron las causas del bajo porcentaje en los principales indicadores del área, concluyendo que la causa principal es la variación de color en el proceso de teñido. Este era el efecto de causas tales como la variación de tonalidades de las bases, el desabastecimiento de insumos

químicos (principalmente colorantes) que ocasionaban el uso de colorantes alternativos, incremento de nuevas calidades y las funciones múltiples realizadas por el formulador no le permitían realizar la cantidad de pruebas de color necesarias para enviar una prueba de color lo más ajustada posible al patrón de color.

B. Implementación de la metodología 5 S

Inicialmente previo a la implementación del sistema de 5S se definió el área a evaluar y mejorar, en este caso la zona de las autoclaves de teñido OTIA35, OTIA32, Apisonadora, TICE05 para el análisis correspondiente.

Como objetivo de la implementación se tiene concientizar al personal acerca de la importancia del orden y la limpieza en el área de trabajo mediante charlas para evitar riesgos por desconocimiento. Esto para implementar esta ideología como parte de la cultura organizacional. Asimismo, esto será controlado frecuentemente.

Primera S: SEIRI-ELIMINAR

Inicialmente se debe de organizar lo que se necesita de lo que no, con el objetivo de eliminar, reposicionar o retirar los objetos que no se utilicen o no sean necesarios y mantenerlos más cerca aquellos elementos de mayor uso. A continuación, se propone una tabla para la clasificación de los elementos:

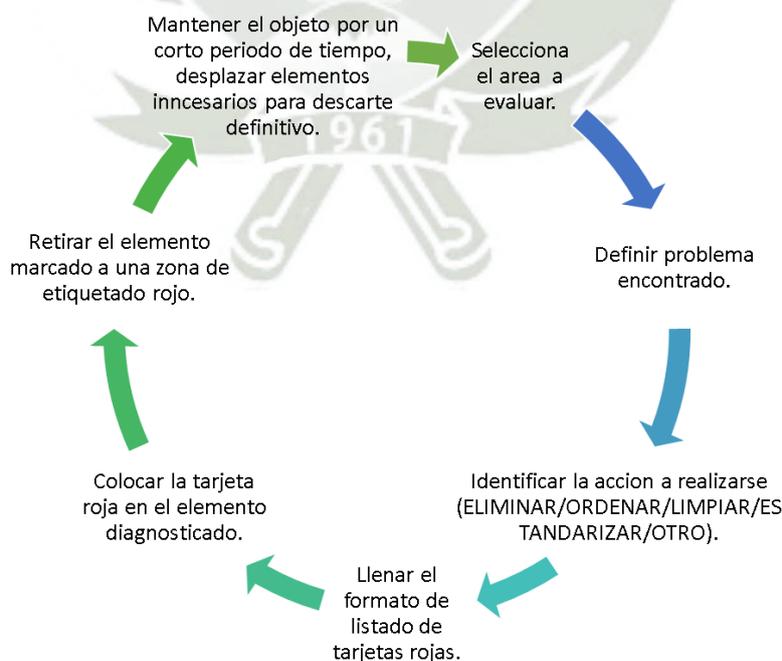
Tabla 37
Implementación primera S

IMPLEMENTACION DE LA PRIMERA S	
Identificación de los elementos innecesarios	Identificar los objetos que no sean necesarios y separarlos en un lugar definido para la implementación de la metodología 5S.
Listar elementos incensarios	Se detalla todos los objetos innecesarios del área donde se indicará, cantidad, motivo de la separación y será llenada por el operario del área en conformidad con el supervisor del área.
Definir ubicación para transporte de productos innecesarios	Definir una caja para colocar objetos innecesarios para su transporte o reubicación
Plan de acción para re-ubicación, eliminación o almacenamiento de objetos innecesarios	Después de listas los objetos innecesarios, se implementarán las tarjetas rojas, que serán llenadas y pegados en el objeto seleccionado. Estas tarjetas deben de estar enumeradas para verificar la cantidad, finalmente se indica si se eliminar, archiva o reubica.

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: En la tabla 37 se muestran los pasos a realizar para ejecutar la primera S (SEIRI).

Figura 64
Secuencia implementación primera S



Fuente: Manzano y Gisbert (2016)

Comentario: Así como la tabla 37 en la figura 62 se muestran los pasos de la primera herramienta de la 5S's, SEIRI.

Figura 65
Formato de tarjeta roja para la implementación de las 5'S

TARJETA ROJA 5'S	
N° Tarjeta	
Nombre del objeto	
CATEGORIA	
Maquina	Elementos quimicos
Herramienta	Materia prima
Elementos electricos	Producto acabado
Elementos mecanicos	Otros
Otros, esepificacion	
INCIDENCIA	
Innecesario	Roto
Defectuoso	Otros
Otros, esepificacion	
ACCION CORRECTIVA	
Eliminar	Retornar
Reubicar	Reciclar
Reparar	Otros
Otros, esepificacion	
Fecha de inicio:	Fecha de colocacion etiqueta:
/ /20__	/ /20__

Fuente: Manzano y Gisbert (2016)

Comentario: La figura 63 muestra el formato de las tarjetas rojas utilizado para la primera S.

Segunda S: SEITON-ORDENAR

El objetivo es que cada elemento dentro del área este ordenado para eso se inicia con la redistribución del área de trabajo de una forma práctica y sencilla con la finalidad de que cualquier persona ya sea o no del área la entienda y mantenga la disposición establecida.

En la siguiente imagen se muestra el criterio para ordenar el área de trabajo

Figura 66
Secuencia implementación Seiton



Fuente: Manzano y Gisbert (2016).

Comentario: Para el orden del área de trabajo se debe tener en consideración la frecuencia de uso de las herramientas y accesorios. La figura 64 ayude a segmentar las herramientas según su uso.

Determinación de sub áreas

- Se debe de identificar las subáreas de trabajo del entorno evaluado así también las estaciones de trabajo (mesas y sillas) de la misma manera que se deben de trasladar equipos innecesarios a fin de liberar espacio.

Determinación de recursos

- Ya que los pasillos no se encuentran claramente definidos en su totalidad se debe de considerar la pintura para el pintado de las líneas para indicar el tránsito del personal, así como las áreas que ocupan las maquinas, así como las estaciones de trabajo (mesas de preparación) estanterías o armarios y todos los objetos que ocupen un espacio determinado.
- Se debe de conseguir algún contenedor para almacenar porta material de las autoclaves que se encuentran en el suelo.
- El proceso de teñido implica que el suelo este constantemente en contacto con agua e insumos químicos por lo cual se deberá de realizar el mantenimiento respectivo a las zonas que presentan grietas y desniveles.
- Con la finalidad de indicar las cantidades máximas y mínimas admisibles en los estantes es necesario conseguir letreros de acrílico para que puedan perdurar en el tiempo.

Tercera S: SEISO-LIMPIEZA

Esta parte sirve para verificar y mantener la limpieza primeramente definiendo las fuentes de suciedad para estipular acciones correctivas/ preventivas para que el área permanezca limpia y en buen estado.

Mantener los suelos y sub-áreas de trabajo limpias es el objetivo de esta tercera herramienta para evitar contratiempos futuros con una inspección de conexiones eléctricas, de agua, vapor, maquinas, etc.

Se necesita reforzar la conciencia del personal al agregar un periodo de limpieza en el área de trabajo que será llevado por todos antes de iniciar la jornada laboral. Para empezar, se debe definir al responsable de la limpieza en el área de trabajo y luego se creará un check list para validar las acciones de limpieza que deberá ser registrado por el responsable luego de realizarlas, al inicio y fin de turno.

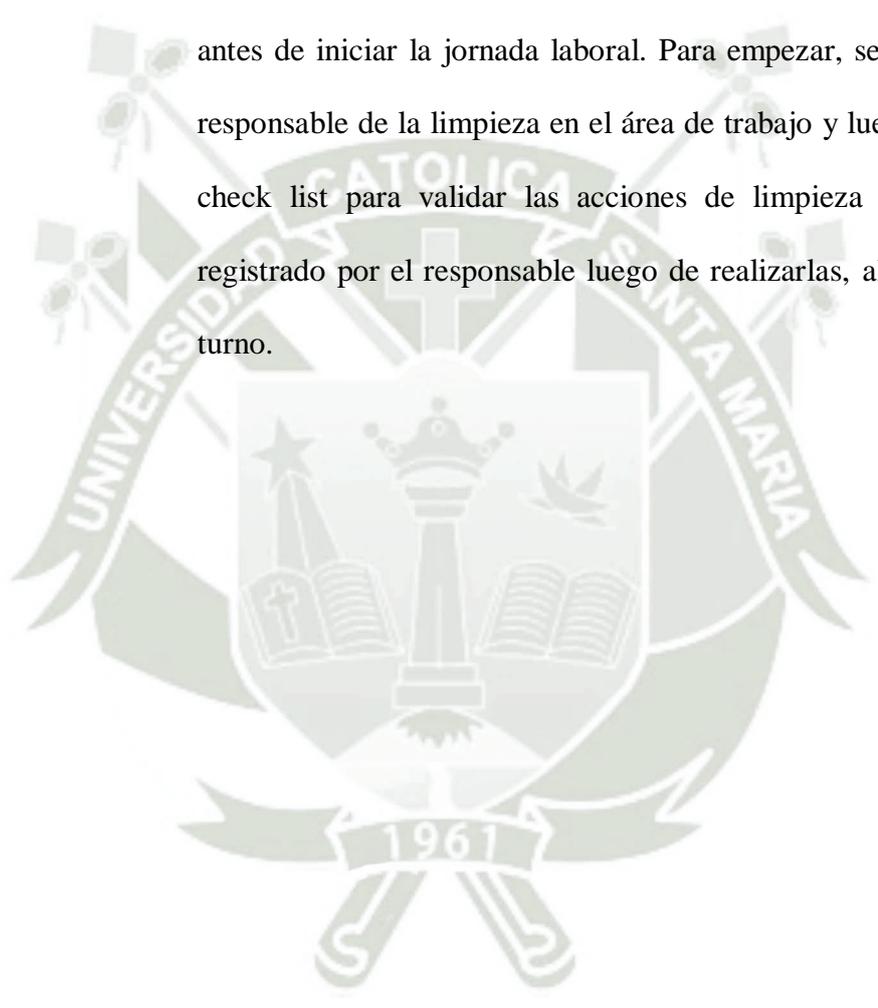


Figura 67
Formato de inspección de limpieza por área

FORMATO DE INSPECCION DE LIMPIEZA POR AREA													
FECHA:						LOGO DE LA EMPRESA <i>Fuente</i>							
AREA:													
CALIFICACION PREVIA:													
CALIFICACION FINAL:													
CALIFICADO POR:													
TURNO:													
	0	1	2	3	4	5	CALIFICACION						
	Existe cero esfuerzo	Pequeño esfuerzo	Existe oportunidad de mejora	Nivel minimo aceptable	Mejor resultado	Mejora practica de clase mundial							
N°	CRITERIOS DE EVALUACION						Puntaje					TOTAL	
	0	1	2	3	4	5							
1	Se cuenta un sistema y procedimiento definido donde se conozca "Quien, cada cuanto y como se debe realizar la limpieza".												
2	Los pisos se encuentra limpios, sin suciedad de residuos o líquidos.												
3	No existe presencia de aceite, agua residuos o basura en la maquina.												
4	El equipo de limpieza como: botes de basura, escobas, trapeadores, etc. Se encuentra ubicadas en un liugar limpio y ubicadas con acceso facilmente.												
5	Las herramientas y equipo de limpiezas encuentran en buenas condiciones.												
6	El material de limpieza con insumos quimicos se encuentra bien rotulados y almacenados.												
7	Todos los equipos disponibles en el area de trabajo como: mesas de trabajo, ventiladores, extractores de aire, etc estan por lo regularmente limpios.												
8	Cuando existe errores de operación en el proceso los operarios tienen el habito de limpiar su area de trabajo y equipo.												
9	Se cuenta con listas de verificacion de actividades de limpieza.												
10	Se tiene un programa de segregacion correcta de residuos en el area.												
11	Los recipientes donde se recolecta la basura son correctos en tamaño y numero.												
12	Las paredes y ventanas de la estacion estan razonablemente limpias.												
13	Se tiene un programa de reciclaje y proteccion del medio ambiente												
14	Los operarios pertenecientes a la estacion de trabajo estan comprometidos con la limpieza.												
15	El operario de produccion y el supervisor y/o jefe conocen el procedimiento de limpieza que se realiza.												

Elaboración Propia

Comentario: El formato de inspección de limpieza mostrado en la Figura 65 será asignada a un responsable. Este formato tiene los criterios de evaluación adecuados al proceso de teñido.

Cuarta S: SEIKETSU-ESTANDARIZACION

Se analizaron los resultados de la auditoria que se realizó en la fase de MEDIR. Para la presente investigación no está permitido tomar fotografías ni grabar videos del proceso productivo, maquinarias, áreas de trabajo, etc. por lo que se explicaran los resultados obtenidos de manera breve.

- La fase de limpieza no se cumple en su totalidad por falta de herramientas en el área y sobre todo falta de cultura.
- Se colocarán letreros que indiquen “LIMPIE SU AREA DE TRABAJO AL INICIO Y FIN DE SU JORNADA” “DEJAR LAS MAQUINAS Y PISOS LIBRES DE POLVO Y SUCIEDAD”

Tabla 38
Implementación Seiketsu

Implementar	Plan de limpieza
	Check list de limpieza
Ejecutar	Asignar trabajos y responsabilidades
	Establecer normas (que se deberán cumplir)
	Capacitación y seguimiento permanente
Integrar	Seiri- eliminar
	Seiton- ordenar
	Seiso - limpieza e inspección

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: En la tabla 38 se muestran los pasos para la implementación de la cuarta S, Estandarización.

En la siguiente imagen se presenta un formato de evaluación de la fase de Estandarizar:

Figura 68
Formato de inspección para revisión de la cuarta S

FORMATO DE INSPECCION PARA REVISION DE LA CUARTA S													
FECHA:						LOGO DE LA EMPRESA							
AREA:													
CALIFICACION PREVIA:													
CALIFICACION FINAL:													
CALIFICADO POR:													
TURNO:						CALIFICACION							
	0	1	2	3	4			5					
	Existe cero esfuerzo	Pequeño esfuerzo	Existe oportunidades de mejora	Nivel minimo aceptable	Mejora resultado	Mejor practica de clase mundial							
N°	CRITERIOS DE EVALUACION						Puntaje					TOTAL	
	0	1	2	3	4	5							
1	Los pasillos, procesos, equipos, maquinarias y lugares de almacenamiento de las instalaciones se encuentran delimitados según la guía de colores.												
2	Los pasillos y areas de trabajo son los suficientemente limpias y con señalizacion.												
3	El personal que labora en las instalaciones de la empresa utilizan sus equipos de proteccion personal, se encuentran limpios y en buenas condiciones.												
4	Las tres primeras fases de las 5S han llegado a convertirse en un habito en el area que se esta auditando.												
5	Los letreros que se utilizan para la identificacion de la materia prima e insumos que se utilizan en el proceso productivo son fácilmente visibles.												
6	El area cuenta con un sistema diseñado para dar seguimiento al proceso de organización, limpieza y eliminación y se aplica de forma correcta.												
7	¿Se llegaron a eliminar todos los articulos innecesarios de las instalaciones?												
8	Los articulos restantes que son necesarios ¿Se encuentran adecuadamente ubicados en condiciones limpias y seguras?												
9	¿Resulta ser facil el reconocimiento de la ubicación de cada cosa u objeto?												
10	¿Se encuentra todo en su lugar específico y bajo las normas de buenas practicas de manufactura?												
11	¿Se encuentra toda la informacion que se necesita en forma visible en el area?												
12	¿Se llega a respetar de forma consciente todos los estandares en el area?												
13	¿Se encuentran asignadas y visibles las responsabilidades de limpieza en el area?												
14	¿Se encuentra los basureros y compartimientos de los desperdicios limpios y vacios?												
15	¿Los contenedores de productos y/o insumos quimicos reaccionan con el contacto directo con el piso?												

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: La inspección realizada para la cuarta S, será mediante un formato el cual será ejecutado por un supervisor.

Quinta S: SHITSUKE - DISCIPLINA

La última herramienta de esta metodología se implementará de la siguiente manera:

- Comprometer al personal mediante capacitaciones y charlas para que puedan expresar sus puntos de vista sobre las mejoras que se pueden realizar el área de trabajo.
- Enseñar a todo el personal sobre los principios de la metodología planteada (5S) ofreciéndoles a su alcance herramientas para que puedan desarrollar, implementar y promover una mejora continua en cada uno.
- Hacer efectivas auditorias para evaluar que los principios se mantengan en el tiempo o de lo contrario tomar las medidas correctivas necesarias.

A continuación, se adjunta el cronograma de las actividades que serán necesarias realizar para la implementación de las 5S' durante 12 semanas (3 meses aprox.)

Tabla 39

Cronograma de implementación 5'S

ACTIVIDAD		MES 01				MES 02				MES 03			
		SEM 01	SEM 02	SEM 03	SEM 04	SEM 05	SEM 06	SEM 07	SEM 08	SEM 09	SEM 10	SEM 11	SEM 12
1	Crear un equipo encargado de la implementación de 5S'	X											
2	Capacitar al equipo encargado de la implementación 5S'	X											
3	Identificar las áreas que serán evaluadas		X										
4	Primera S: Inspección y Verificación de cumplimiento		X	X	X								
5	Eliminación y reubicación				X								
6	Segunda S: Inspección y verificación de cumplimiento					X	X						
7	Limpieza y aseo						X						
8	Tercera S: Inspección y verificación de cumplimiento							X	X				
9	Crear estándares									X			
10	Cuarta S: Inspección y verificación de cumplimiento										X		
11	Quinta S: Inspección y verificación de cumplimiento											X	
12	Auditoria y planteamiento de nuevas estrategias												X

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: En la tabla 40 se muestra el cronograma para la implementación de la herramienta 5'S en el área de trabajo descrita. Esta herramienta es la base para las demás herramientas de Lean Manufacturing.

C. Mantenimiento Autónomo

Se aplicará el mantenimiento autónomo en el proceso de Teñido de una empresa textil esto con el objetivo de cuidar y mantener de los equipos en buen estado mediante la realización de actividades designadas a comprometer a los operadores en el mantenimiento de sus propias maquinas.

El mantenimiento autónomo se complementa con la metodología de las 5S la cual ya fue vista previamente en la presente investigación.

Consta de una serie de pasos que se verán a continuación:

PASO 1: INCREMENTAR EL CONOCIMIENTO DE LOS EMPLEADOS

Inicialmente se tendrá que conformar el equipo de personas, este equipo estará conformado tanto de personal del área de producción como del área de Mantenimiento, posteriormente serán capacitados en conceptos básicos de TPM, se muestra el cronograma en la tabla adjunta. Luego de haber recibido la capacitación les serán asignados roles y/o responsabilidades a cada integrante y finalmente se solicitará al proveedor o al área de mantenimiento el mapa de la maquina identificando sus partes para asignar el responsable de cada parte.

Tabla 40

Cronograma de implementación Mantenimiento Autónomo

		SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4					SEMANA 5					Tiempo total de capacitación
		L	M	M	Ju	Vi	L	M	M	Ju	Vi	L	M	M	Ju	Vi	L	M	M	Ju	Vi	L	M	M	Ju	Vi	
AREA	Tintorería	2 hrs					10 hrs																				
	Mantenimiento				1 hr		5 hrs																				
ETAPAS DE CAPACITACION	Introducción al TPM	2 hrs			1 hr																						3 hrs
	Introducción al mant. Autónomo						2 hrs			1 hr																	3 hrs
	Beneficios del mant. autónomo											2 hrs			1 hr												3 hrs
	Etapas del mant. autónomo																2 hrs			1 hr		2 hrs			1 hr		6 hrs

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Para el incremento del conocimiento de los empleados se necesita definir un grupo con el área productiva y de mantenimiento. Posteriormente se brindará la capacitación a todo el personal.

PASO 2: LIMPIEZA INICIAL

En esta etapa del mantenimiento autónomo se utilizan las 2 primeras herramientas de la metodología 5S: SEIRI (Eliminar), eliminando todos los elementos innecesarios y no guardarlos por si algún día se necesitan definiendo una acción para que no aparezcan nuevamente y SEITON (ORDENAR) para situar los elementos necesarios en el área correcta, organizando y clasificándolas por uso, movimiento, tipo o característica.

Figura 69
Tarjeta azul de anomalías

Tarjeta de anomalías										
TARJETA DE OPERADOR DE EQUIPO N°										
PRIORIDAD	MANTENIMIENTO AUTONOMO			PASO						
	A	B	C	1	2	3	4	5	6	7
TIPOS										
	ANOMALIA MECANICA			ANOMALIA ELECTRICA			FUENTE DE CONTRAMINACION			
	ELEMENTO INNECESARIO			DIFICULTAD EN LA OPERACIÓN			OTRO			
Maquina:										
Detectado por:				Fecha:						
				Año		Mes		Día		
DESCRIPCION DEL PROBLEMA										

Fuente: Elaboración Propia

Figura 70
Tarjeta roja de anomalías

Tarjeta de anomalías												
TARJETA DE OPERADOR DE EQUIPO N°												
PRIORIDAD	A	B	C	MANTENIMIENTO AUTONOMO								
	PASO			1	2	3	4	5	6	7		
TIPOS												
	ANOMALIA MECANICA			ANOMALIA ELECTRICA			FUENTE DE CONTRAMINACION					
	ELEMENTO INNECESARIO			DIFICULTAD EN LA OPERACIÓN			OTRO					
Maquina:												
Detectado por:												
Fecha:												
Año Mes Día												
DESCRIPCION DEL PROBLEMA												

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: En esta etapa hay que asegurarse que la maquina se encuentre bloqueada y aislada de toda fuente de alimentación: eléctrica, hidráulica, química, neumática y/o térmica. Luego hay que tocar e inspeccionar cada parte de la máquina para descubrir fuentes de contaminación.

Los problemas identificados pueden ser descritos en tarjetas para la identificación de anomalías (EFU) azul o roja según sea la clasificación.

Se debe de colocar una copia de la tarjeta en la máquina y la original debe quedarse en el tablero. En el caso que la tarjeta sea roja, se si tiene otra copia, debe entregarse a mantenimiento.

PASO 3: ELIMINAR FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y AREAS DE DIFÍCIL ACCESO

Una vez el equipo, maquina se encuentre limpio se procede a estudiar y revisar visualmente el origen de la contaminación y de los materiales extraños que influyen en el buen funcionamiento del equipo y la calidad del producto. Los orígenes pueden ser los producidos durante el proceso (limaduras, astillas, residuos, materia prima, ruido, baja iluminación, calor, etc) y aquellos debido a materiales extraños y procedentes del propio equipo (aceite, agua, residuos de rozamiento, etc.) o suciedad y polvo existente en el área de trabajo.

Se procede a enlistar las actividades que son eliminables y controlables:

- Eliminalbe: Se puede eliminar
- Controlable: No se puede eliminar

Figura 71
Matriz ECRS

MATRIZ ECRS PARA FUENTES DE CONTAMINACION Y AREAS DE DIFICIL ACCESO				
EQUIPO:		Elaboro:		
Grupo:				
Fecha:				
FUENTES DE CONTAMINACION				
CATEGORIA	RUBROS	TARJETA #	TARJETA #	TARJETA #
Acciones contras la fuentes de contaminacion	¿Dónde se ve? Punto contaminado			
	¿Qué lo hace sucio? Agente contaminante			
	¿Cuándo ocurre? continuo...)			
	Como es? (dispersion, fugas, regueros, salpicadura, etc)			
	¿Por qué sucede? (Explique el mecanismo de la fuente de contaminacion y la causa raíz)			
Claves para mejorar (E-C-R-S)	Eliminar la misma fuente de contaminacion			
	Concretar (Concretar 'donde', recoger, recibir			
	Reubicar (Cambiar 'donde')			
	Simplificar (Limpiar, lavar, mejorar las herramientas)			
AREAS DE DIFICIL ACCESO				
Acciones contras las areas de dificil acces	¿Qué es lo dificil? elemento)			
	¿Por qué es dificil? (Alto-bajo, Atrás, Dificil de remover)			
Claves para mejorar (E-R-S)	Eliminar dificil acceso			
	Reubicar (Cantidad 'donde')			
	Simplificar (Limpiar, lavar, mejorar las herramientas)			

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Algo indispensable es identificar las fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso de lo contrario todo el trabajo realizado no será efectivo.

Una vez realizadas las acciones contra las fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso (Propuestas en la Matriz ECRS) es necesario resumir los beneficios de este paso para verificar el buen impacto de las actividades en tiempos de limpieza, de

lubricación, de ajuste y reducción de contaminación del medio ambiente.

Figura 72
Resumen de actividades de F.C y A.D.A

RESUMEN DE ACTIVIDADES DE F.C. Y A.D.A. DE MANTENIMIENTO AUTONOMO							
Maquina	Elaboro					Fecha:	
						Grupo:	
	Fuentes de contaminación: <input type="checkbox"/>			Area de Dificik Acceso:			
	Controlables			No controlables			Total
Total encontradas							
Solucion en matriz ECRS	Prioridad A	Prioridad B	Prioridad C	Prioridad A	Prioridad B	Prioridad C	
E liminar							
C oncretar							
R eubicar							
S implificar							
Total encontradas prioridad							
Total solucionadas prioridad							
Total solucionadas							
Procentaje							
Porcentaje teorico	100%	Mayor 80%	Mayor 50%	100%	Mayor 80%	Mayor 50%	

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: La figura 70 muestra 1 formato el cual tiene el objetivo de resumir las actividades realizadas para eliminar las fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso.

Finalmente se puede evaluar el beneficio obtenido de aplicar dicho paso en el proceso productivo con el siguiente formato:

Figura 73
Formato de Beneficios obtenidos

Beneficios obtenidos						
Máquina:				Elaboró:		
Grupo:						
Fecha:						
Materia prima						
Material	Unidad	\$ / Unidad	Pérdida		Ahorro	
			Unidad	\$	Unidad	\$
Total						
Disponibilidad						
Causa del paro no programado	Número de paros		Tiempo promedio de paros		Total paros reducidos	
	Inicial	Actual	Inicial	Actual		
Total						
Rendimiento						
Tipo de actividad	Tiempo de ejecución		Tiempo mejorado			
	Inicial	Actual				
Total						

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: El resultado de la identificación de las fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso se tiene que ver traducido en beneficios económicos.

PASO 4: INSPECCIÓN AUTÓNOMA

Este paso consiste en identificar las actividades que los operarios deben de realizar, como se detalla en la siguiente tabla, donde se propone la implementación de un Check List de limpieza diaria en el área de Teñido Industrial para el fortalecimiento del mantenimiento rutinario con el mínimo costo posible, a través de una inspección autónoma.

La implementación de un formato Check list ayuda a que el operario pueda organizarse y tener definidas las funciones, tareas, actividades que debe de realizar en el área de trabajo para asegurar el mantenimiento de la maquina con cero defectos sin perder el enfoque en sus funciones operativas.



Tabla 41

Check List de inspección de maquina

CHECK LIST DE INSPECCION DE MAQUINA														
Maquina	Supervisor											Fecha.		
Operario														
ACTIVIDAD	LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADOS		OK	Observaciones
	Hora	Resp.	Hora	Resp.	Hora	Resp.	Hora	Resp.	Hora	Resp.	Hora	Resp.		
Limpiar después de cada teñido los brazos de las autoclaves para asegurarse que no quede resto de fibra teñida .														
Realizar la limpieza previa al inicio del teñido de la rejilla de pelusas de material que podría haber quedado del teñido anterior.														
Asegurarse cuando comience el teñido de abrir los brazos que se encuentran con material cargado.														
Revisar las tuberías de agua, vapor, electricidad, aire , etc..														
Realizar la limpieza con un paño de los andamios donde serán colocados los material previo al teñido.														
Revisar y limpiar los carros porta material para evitar contaminación en el material.														
Revisar los caudales, flujos y potencias de bombas durante el teñido y anotar las variables de teñido en la hoja de teñido.														
Revisar el estado de las botoneras.														
Revisar el stock de fundas para madejas y solicitar de ser necesario para colores claros.														
Identificar cualquier causa de contaminación o área de difícil acceso y reportarlo mediante las tarjetas F.														

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Al igual que la herramienta 5S se debe de realizar diariamente la inspección de la máquina.

PASO 5: MEJORA CONTINUA

Para asegurar el cumplimiento del mantenimiento autónomo se realizar una auditoría general de la maquinaria y equipos por parte de los responsables o encargados del área, así como de otras áreas. Dichas auditorias se realizarán con maquina en marcha y maquina parada para evaluar el desempeño en ambos escenarios donde se revisarán los formatos propuestos (Tarjetas F, Matriz ECRS, Check list de inspección). Es necesario la presentación de un informe detallado al final de la auditoria. El correcto cumplimiento de lo propuesto asegurara la reducción de paros por fallas de máquina y por lo tanto pérdida de productividad.

5.5. Desarrollo de la fase CONTROLAR

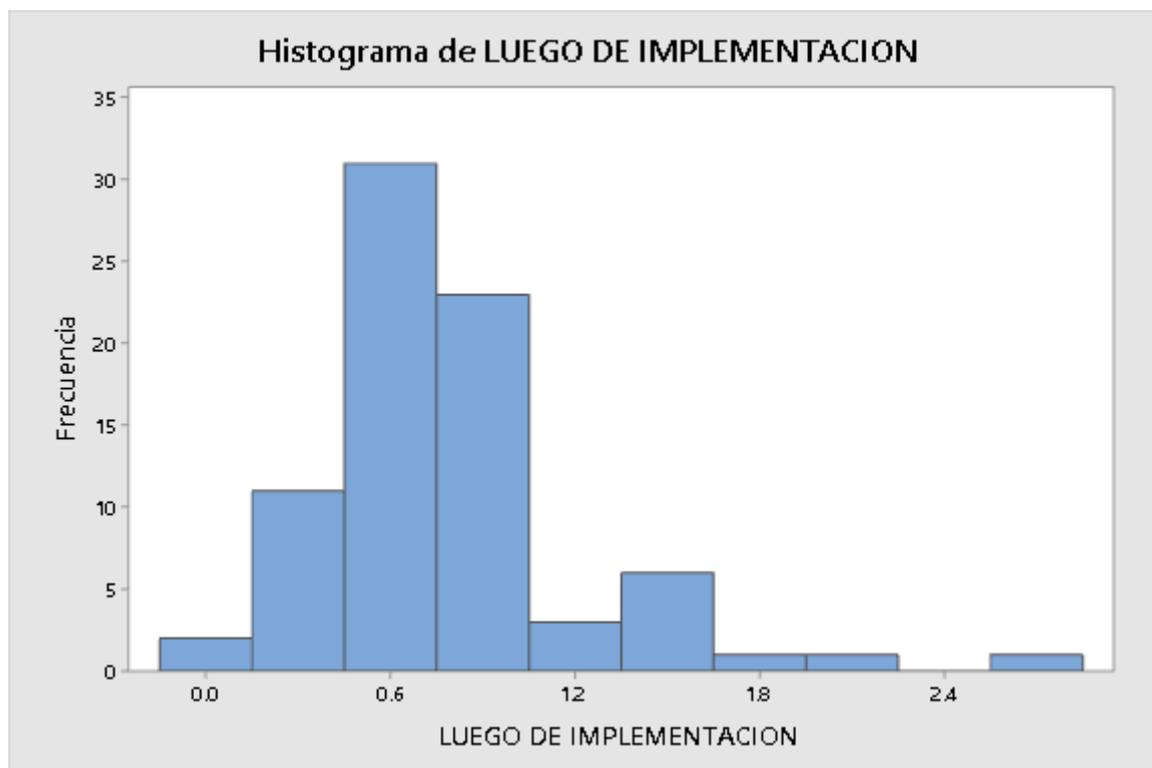
En esta etapa de la metodología DMAIC se evalúa las propuestas de mejora mediante herramientas de análisis y control para comprobar la realización de las metas y que dichos resultados permanezcan en el tiempo.

A continuación, se analizan los resultados mediante herramientas estadísticas como las gráficas de control, análisis de indicadores de producción.

Como en la fase de Medir inicialmente evaluaremos la normalidad de nuestros datos.

Figura 74

Histograma de datos del Estado luego de la implementación de mejora



Fuente: Elaboración propia

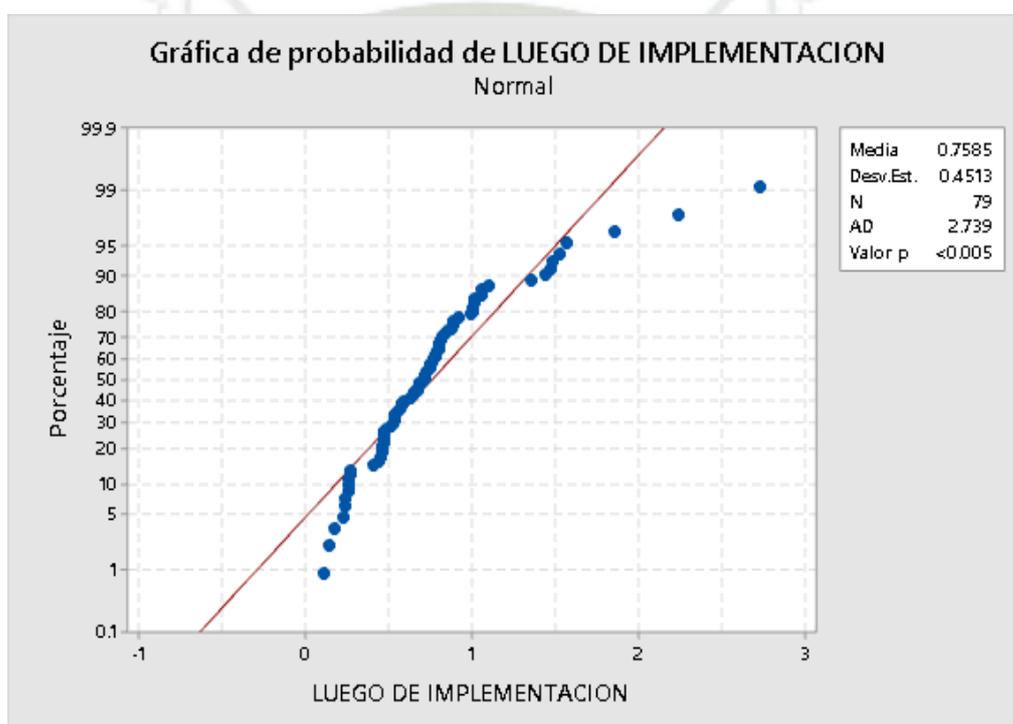
Comentario: Se presume que los datos nuevamente no siguen una distribución normal lo que se corroborara con el Valor “p” siendo $p < 0.05$ para lo cual se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos no siguen una distribución normal.

Asimismo, nuevamente se plantea realizar la prueba de bondad y ajuste para la distribución de valor extremo por máximos obteniendo un Valor “p” de 0.09 para lo cual se aprueba la hipótesis nula y se concluye que los datos se ajustan a la distribución de valor extremo por máximos.

5.5.1. Prueba de normalidad de los valores CMC luego de la implementación de mejora

Como en la fase Medir se analizará la normalidad de los datos del proceso luego de la implementación de las mejoras planteadas en la fase de Mejorar

Figura 75
Gráfica de probabilidad luego de implementación

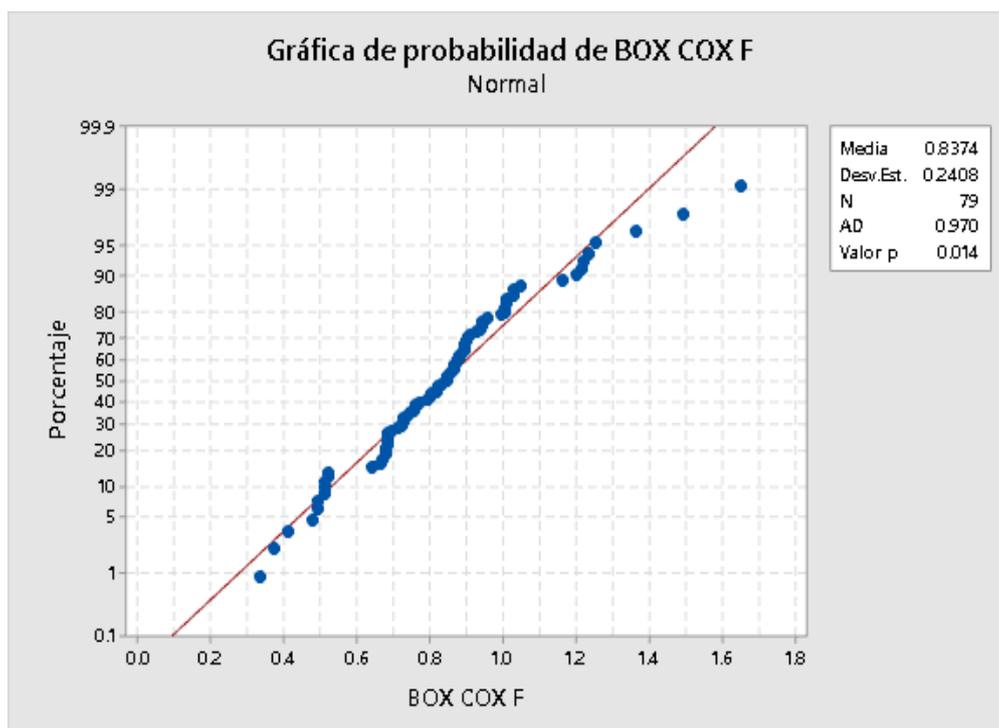


Fuente: Elaboración propia

Comentario: Como en la fase de Medir los datos no siguen una distribución normal por tener un valor de p es <0.005 que no es significativo por lo que se requiere de una transformación para normalizarlos.

Figura 76

Gráfica de probabilidad valores transformados BOX COX luego de implementación



Fuente: Elaboración propia

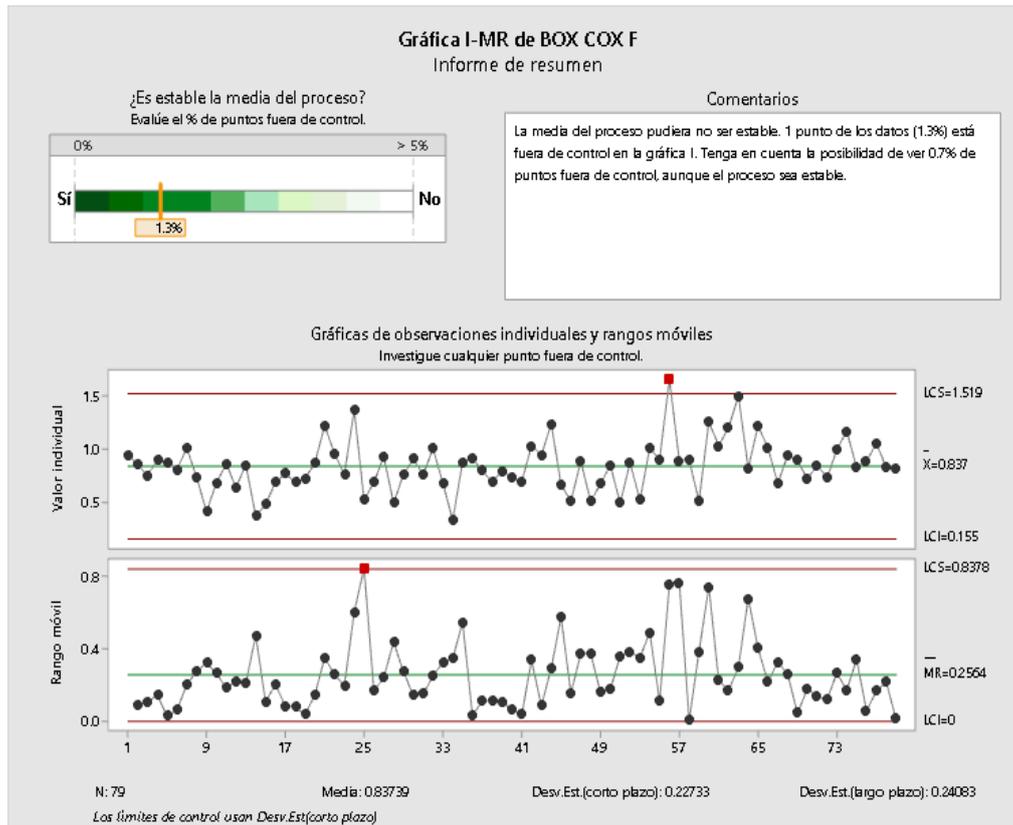
Comentario: Luego de la transformación de Box Cox para la normalización de los datos se tiene un valor de p significativo de 0.014 para un α de 1% porque el precio de venta del material textil, es elevado, entonces se concluye que los datos se ajustan a una distribución normal y se procede a obtener las gráficas de control estadístico.

5.5.2. Gráfica de control después de la implementación de las mejoras planteadas

Luego de haber determinado la normalidad de los datos se analizar su estabilidad y de encontrar puntos fuera de control estadístico se analizará sus causas para eliminarlos.

Figura 77

Gráfica I-MR de valores CMC transformados BOX COX luego de implementación de mejora

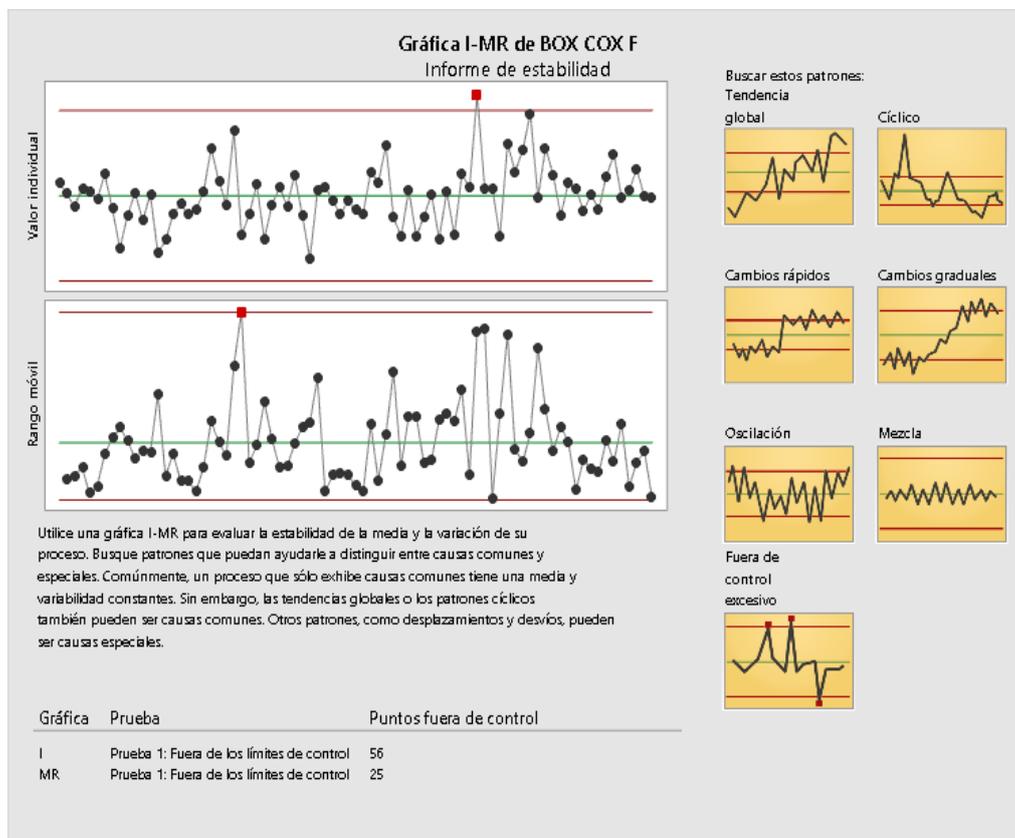


Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Se identificaron 2 puntos fuera de control estadístico, por lo que se debe de analizar si son causas asignables para ser eliminadas.

Figura 78

Grafica de informe de estabilidad de valores CMC transformados BOX COX luego de implementación de mejora



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42
Puntos fuera de control grafica CMC

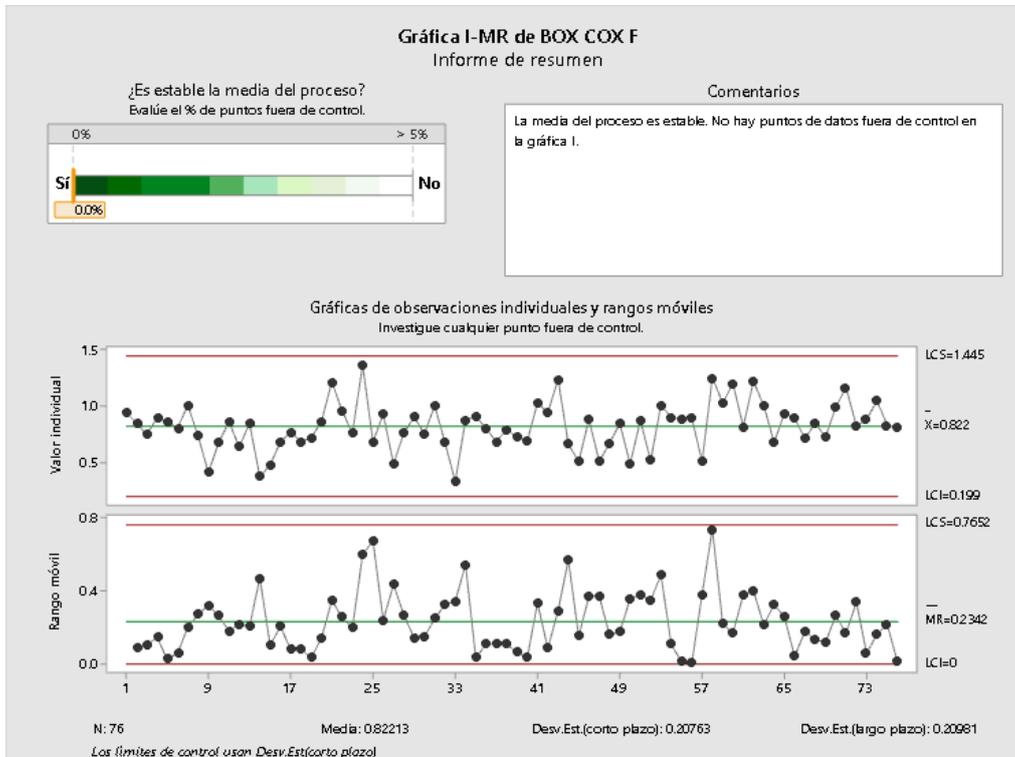
Grafica	Prueba	Puntos fuera de control
I	Prueba 1: Fuera de los límites de control	56
MR	Prueba 1: Fuera de los límites de control	25

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: La causa identificada en el primer punto corresponde a que al momento de la generación de la receta no se realizó la prueba de laboratorio y el segundo punto corresponde a una operación de maquina deficiente lo que genero la variación de color del proceso de teñido.

Figura 79

Gráfica I-MR bajo control estadístico de valores CMC transformados BOX COX luego de la implementación de mejora



Fuente: Elaboración Propia

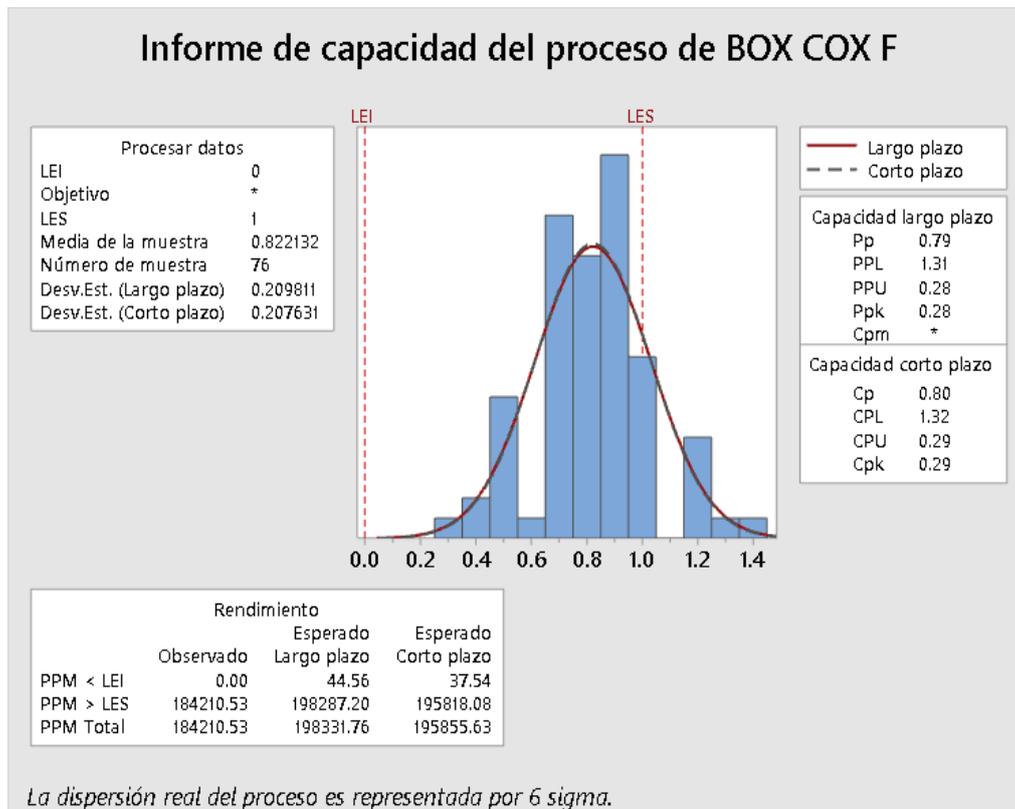
Comentario: Se observa que la media del proceso de los valores individuales de 0.822 y de Rango Móvil es de 0.2342.

5.5.3. Capacidad de proceso luego de la implementación de las mejoras planteadas

Con los datos normalizados y estables se generará el informe de capacidad del proceso luego de la implementación de las mejoras planteadas se realizaron los mismos pasos que en el estado inicial del proceso. A continuación, se muestra el informe de capacidad final.

Figura 80

Informe de capacidad del proceso de valores CMC transformados BOX COX luego de implementación de mejora



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Como se observa los valores del Pp y Cp son de 0.79 y 0.80 respectivamente y de la misma manera los valores de Ppk y Cpk son de 0.28 y 0.29 lo que indica que el proceso no es capaz, la desviación estándar del proceso excede los límites de especificación (Cp y Pp) y el proceso no se encuentra centrado (Cpk y Ppk) al igual que el informe previo a la implementación de mejoras. Asimismo, el PPM es de 184210.53 lo que significa que de millón de mediciones se obtendrán 128,211 mediciones fuera de los límites de especificación.

Pero hay que rescatar la mejora en los índices de capacidad y desempeño del proceso. A continuación, se muestran los valores mencionados antes y después de la implementación de las mejoras planteadas.

Tabla 43
Capacidad del proceso antes y después de mejora

	Previo al proyecto	Luego del proyecto	Mejora %
Cp	0.33	0.80	142%
Pp	0.31	0.79	155%
PPM Total	445945.95	184210.53	59%

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: El proceso aun no es capaz de ajustarse a las especificaciones del cliente, pero se obtuvo una mejora considerable en todos los indicadores de la capacidad del proceso.

5.5.4. Nivel Sigma luego de la implementación de las mejoras propuestas

A continuación, se describe cada dato obtenido que se tomó en cuenta para el cálculo del nivel sigma:

- \bar{x} =Media de la muestra
- s = Desviación estándar
- LES= Limite de especificación superior
- LEI= Limite de especificación inferior

El tipo de desviación estándar seleccionado fue el de largo plazo porque el nivel Z obtenido representa la calidad que el cliente recibe realmente.

En tal sentido en la siguiente tabla se muestra los datos obtenidos y los resultados actuales, estableciendo un comparativo con el proceso luego de la implementación de mejora:

Tabla 44
Cálculo de nivel sigma actual y objetivo

Ítem		Actual	Mejorado
Media del proceso	$x =$	0.148403	0.822132
Desviación estándar a largo plazo	$s =$	0.538563	0.209811
Límite de especificación superior	LES=		1
Límite de especificación inferior	LEI=		0
Nivel Z	$Z =$	0.13	0.85
Productividad	$\% =$	55.20%	80.20%
Nivel Sigma del proceso	Sigma =	1.63	2.35

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: El cálculo para la obtención del nivel Z se realizó mediante el software Minitab.

Para el cálculo del nivel sigma se utilizó la siguiente tabla en donde se detalla la cantidad del DPMO y el porcentaje de rendimiento por cada nivel de sigma:

Tabla 45
Valores Sigma según rendimiento

Nivel en sigma	DPMO	Rendimiento
6	3.40	99.9997%
5	233.00	99.98%
4	6,210.00	99.30%
3	66,807.00	93.30%
2	308,537.00	69.15%
1	690,000.00	30.85%
0	933,200.00	6.68%

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: El cálculo del nivel Sigma del proceso previo a la implementación de mejora fue de 1.63 lo que significa una productividad del proceso de 55.20% que indica el porcentaje de productos fabricados que se encuentran dentro de las especificaciones del cliente.

Luego de la implementación de la metodología Lean-Six Sigma se obtuvo un nivel Sigma de 2.35 lo que significa una productividad del proceso de 80.20%, por lo tanto, el porcentaje de productos fabricados que se encuentran dentro de las especificaciones luego de la implementación incremento en 25 puntos porcentuales.

5.5.5. Comparación de indicadores

Se elaboró el cálculo de los indicadores de producción del tejido industrial de la empresa en evaluación después de implementar las propuestas de mejora.

A continuación, se muestran los resultados:

A. *Cumplimiento al programa*

Según la carga de partidas de cada formulador se analizó el % que se entregó fuera de fecha al almacén obteniendo:

Tabla 46
Cumplimiento al programa luego de mejora

	Partidas programadas	Partidas entregadas a tiempo	% Indicador
Formulador 1	163	145	89%
Formulador 2	136	129	95%
Formulador 3	154	129	84%
PROMEDIO			89%
PUNTAJE PREVIO A LA MEJORA			87%

Fuente: Elaboración Propia

B. *Desempeño de formulación*

La obtención de este indicador se da a partir de la carga que tuvo cada formulador y se comparó respecto a la cantidad de ajustes de color (matizados). Se muestran los resultados por Formulador:

Tabla 47
Color a la primera luego de mejora

	Indicador de color a la primera
Formulador 1	79%
Formulador 2	81%
Formulador 3	82%
PROMEDIO	81%
PUNTAJE PREVIO A LA MEJORA	77%

Fuente: Elaboración Propia

C. Reprocesos y reteñidos

Este indicador muestra el porcentaje de partidas que se reprocesaron del total de carga de cada formulador. A continuación, se muestran los resultados:

Tabla 48
Reprocesos y reteñidos luego de mejora

	Partidas Programadas	Partidas Reprocesadas	% Indicador
Formulador 1	163	6	3.7%
Formulador 2	136	5	3.7%
Formulador 3	154	6	3.9%
PROMEDIO			3.8%
PUNTAJE PREVIO A LA MEJORA			3.0%

Fuente: Elaboración Propia

D. Eficiencia Operativa

Este indicador nos muestra los resultados de comparar las horas estándar de la carga de cada formulador respecto a las horas de tiempo de exceso del total de carga. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 49
Eficiencia Operativa luego de mejora

	Horas Estándar	Horas de tiempo de exceso	% Indicador
Formulador 1	1259.5	12.31	99%
Formulador 2	1179.8	41.96	96%
Formulador 3	1199.26	90.07	92%
PROMEDIO			96%
PUNTAJE PREVIO A LA MEJORA			88%

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Respecto a los puntajes obtenidos en los indicadores de producción se observa que 3 indicadores representaron una mejora los cuales son: Cumplimiento al programa de 87% a 89%, Desempeño de formulación de 77% a 81% y Eficiencia Operativa e 88% a 96%. En el caso del indicador de Reprocesos y Reteñidos se tuvo un descenso de 3.0 % a 3.8%. En este mientras más pequeño sea el puntaje es mejor. La causa identificada por que el proyecto no tuvo un impacto positivo en este indicador de Reprocesos y reteñidos es porque los formuladores que evaluaban el color no eran los que estaban en el proyecto.

5.5.6. Auditoria 5'S

Luego de la implementación de la metodología 5'S en el área descrita se procedió a implementar una auditoria para verificar si hubo alguna mejora respecto a la auditoría realizada previa a la implementación de mejora.

A continuación, se muestran los resultados en la siguiente tabla:

Tabla 50
Resultados auditoria 5'S luego de mejora

Id	5S	Título	Puntos	Puntaje Máximo
S1	Clasificar (Seiri)	"Separar lo necesario de lo innecesario"	5	10
S2	Ordenar (Seiton)	" Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio"	6	10
S3	Limpiar (Seiso)	"Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden"	5	10
S4	Estandarizar (Seiketsu)	"Formular las normas para la consolidación de las 3 primeras S"	6	10
S5	Disciplinar (Shitsuke)	"Respetar las normas establecidas"	4	10
PUNTUACIÓN 5S			24	50

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Respecto a los resultados iniciales se vio una mejora en la primera y al tercera S.

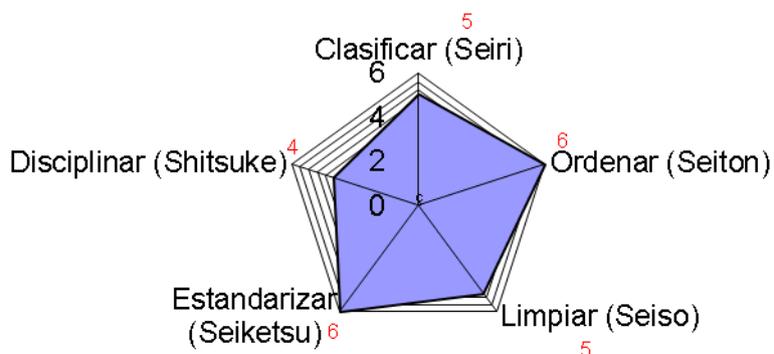
Respecto a los resultados iniciales se concluye que:

- La segunda, la cuarta y la quinta S (Seiton, Seiketsu y Shitsuke) se mantienen en el mismo puntaje. Las 2 primeras en 6 puntos y la tercera en 4 puntos.
- En la primera S (Seiri) los objetos de uso frecuente se encuentran debidamente y ubicados, se colocó elementos de limpieza en el área de trabajo y se solicitó un mantenimiento al mueble que se encontraba sucio y desordenado.
- En la tercera S (Seiso) se solicitó el mantenimiento y limpieza de la zona al área de mantenimiento para dejar las máquinas y zona de trabajo en su estado inicial.

A continuación, se muestra un gráfico de superficie de los resultados obtenidos:

Figura 81

Resultados Auditoria 5'S luego de mejora



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Se observa una mejora en la primera herramienta (SEIRI), la tercera (SEISO) y la quinta (SHITSUKE), por lo que se puede concluir que el proyecto tuvo un impacto positivo en el orden y la limpieza así como la estandarización y la disciplina del persona.



CAPITULO VI

ANÁLISIS ECONÓMICO

En este capítulo se determinarán los costos de llevar a cabo el proyecto, segmentándolos por costos externos (capacitador), materiales y costos de personal; el objetivo será de obtener un costo total de ejecución del proyecto lean-six sigma. Para conseguir los costos descritos se consultó en librerías y especialistas por precio la hora en base a información de las consultas realizadas.

6.1. Costos

En las siguientes tablas se muestran los costos totales de las herramientas Lean, los materiales necesarios para llevar a cabo la implementación y el costo de hora hombre del personal por recibir las capacitaciones según el cronograma definido, así como el ingreso de personal nuevo lo que también implica el tiempo de adiestramiento necesario.

6.1.1. Costos Externos– Capacitador

Se consideraron el costo/hora de los capacitadores que brindarían las charlas según el cronograma establecido para difundir las herramientas Lean; 5'S: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke y Mantenimiento Autónomo que se desarrollara en 9 sesiones en 2 fases teniendo un costo de S/.300.00 la sesión resultando un total de S/. 5,400.00 y el Lean Six Sigma que se brindara la capacitación en 9 sesiones igualmente en 2 fases siendo el costo de S/. 350.00 por sesión resultando un total de S/. 6,300.00. La inversión inicial total es igual a S/.11,700.00. En la siguiente tabla se muestra el costo de las capacitaciones por periodo.

Tabla 51
Costos Externos – Capacitador

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Consultor Externo 5'S/Mant Autónomo	S/.5,400	S/.5,400	S/.5,400	S/.5,400	S/.5,400	S/.5,400
Six Sigma	S/.6,300	S/.6,300	S/.6,300	S/.6,300	S/.6,300	S/.6,300
TOTAL	S/.11,700	S/.11,700	S/.11,700	S/.11,700	S/.11,700	S/.11,700

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: En la tabla 52 se muestran los costos de los capacitadores para la implementación del Mantenimiento Autónomo, 5'S y Six Sigma.

6.1.2. Costos de materiales

En la siguiente tabla se muestran los costos de los materiales que serán necesarios para el desarrollo de las capacitaciones, así como para la implementación de las herramientas Lean en el proceso productivo, los cuales tendrían un costo inicial de S/. 2,578.

Tabla 52
Costo de Materiales

MATERIALES	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Organizadores del área de Tintorería	S/.1,000					
Contenedor material reciclado	S/.250					
Mantenimiento de muebles						S/.30
Instalación muebles y contenedores	S/.120					
Pintura	S/.25					
Pintado de líneas de tránsito	S/.30					
Carteles de control visual	S/.150					
Pizarra acrílica	S/.100					
Sujetador pared para colgar	S/.25					
Folletos	S/.65	S/.65	S/.65	S/.65	S/.65	S/.65
Folder A-4	S/.39					
Hojas Bond	S/.100	S/.100	S/.100	S/.100	S/.100	S/.100
Lapicero	S/.50	S/.50	S/.50	S/.50	S/.50	S/.50
Escoba	S/.80		S/.80		S/.80	
Recogedor	S/.50		S/.50		S/.50	
Paño multiuso	S/.120	S/.120	S/.120	S/.120	S/.120	S/.120
Bolsas de basura	S/.240	S/.240	S/.240	S/.240	S/.240	S/.240
Balde con trapeador	S/.84	S/.84	S/.84	S/.84	S/.84	S/.84
Tarjetas y formatos para MA y 5S	S/.50	S/.50	S/.50	S/.50	S/.50	S/.50
TOTAL	S/.2,578	S/.709	S/.709	S/.709	S/.709	S/.1,019

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: En la tabla 53 se detallan todos los materiales necesarios para las capacitaciones y para la implementación de las metodologías en el proceso de teñido en todos los periodos.

6.1.3. Costo de personal

El costo de capacitación del personal corresponde al costo de mano de obra promedio del personal que asistirá a las capacitaciones obteniendo que es S/. 11.06 la hora por un total de 2 horas y 131 personas resultando un total de S/. 2,898. Asimismo, para que el proyecto se lleve a cabo se necesita el ingreso de 2 personas a laboratorio, este costo consiste en el periodo de adiestramiento, 6 meses, y el costo que tendría sus salarios mensuales.

Tabla 53
Costo de Personal

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Capitaciones	S/.2,898	S/.2,898	S/.2,898	S/.2,898	S/.2,898	S/.2,898
Ingreso de personal	S/.34,756	S/.5,793	S/.5,793	S/.5,793	S/.5,793	S/.5,793
Total	S/.37,654	S/.8,691	S/.8,691	S/.8,691	S/.8,691	S/.8,691
Total, costos	S/.51,932	S/.21,100	S/.21,100	S/.21,100	S/.21,100	S/.21,410

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: En la tabla 53 se detalla el costo de oportunidad del personal que no trabajaría por asistir a las capacitaciones de Mantenimiento Autónomo, 5S y Lean Six Sigma. Así como el costo que implicaría contratar a 2 personas.

6.2. Ingresos

Los ingresos resultan del incremento del indicador de Cumplimiento al programa resultando un incremento en 38 partidas de más entregadas al almacén y una merma de 3 partidas incumplidas por periodo por la asistencia del personal a las capacitaciones, el promedio de cada partida es de 50,00 Kg y el costo de fabricación por Kilogramo es de S/. 15.00. El ingreso inicial es un total de S/. 28,500.00.

Tabla 54
Tabla de Ingresos

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Producción actual (Partidas)	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
Producción propuesta (Partidas)	1,141	1,160	1,179	1,198	1,217
Merma de producción (Partidas)	3	3	3	3	3
Beneficio Neto	38	57	76	95	114
Peso promedio por partida (Kg)	50	50	50	50	50
Beneficio neto (Kg)	1,900	2,850	3,800	4,750	5,700
Costo de fabricación por unidad	S/.15	S/.15	S/.15	S/.15	S/.15
BENEFICIO NETO	S/.28,500	S/.42,750	S/.57,000	S/.71,250	S/.85,500

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Los ingresos resultan de la cantidad de partidas que se entregaron a tiempo menos la merma en cada periodo.

6.3. Flujo económico

A continuación, se presenta el flujo económico de caja del proyecto presentado con una proyección de 5 meses seguidos en la búsqueda de la mejora continua en la implementación de las herramientas descritas hasta alcanzar el objetivo en ahorro en costos.

Tabla 55
Flujo económico

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Ingresos		S/.28,500	S/.42,750	S/.57,000	S/.71,250	S/.85,500
Costos	S/.57,729	S/.26,897	S/.26,897	S/.26,897	S/.26,897	S/.27,207
Flujo económico	S/-.57,729	S/.1,603	S/.15,853	S/.30,103	S/.44,353	S/.58,293

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: El flujo económico tiene un costo de inversión de S/.57,729 en el primer año y un flujo positivo de S/.58,293 en el quinto año.

6.3.1. Indicadores económicos

Inicialmente se calculará el valor de la TMAR o TREMA por sus siglas en Ingles:

También es conocida como costo de capital o tasa de descuento. La tasa mínima que ganancia que debe de tener una persona antes de invertir sumando factores como el riesgo país y prima del mercado.

$$TMAR = Rf + \beta(Rm + Rf) + Rpais$$

Donde:

Rf = Riesgo País

β = Beta

Rm =Prima del mercado

$Rpais$ =Riesgo país

A continuación, se presentan los valores actuales y el valor calculados del TMAR:

Tabla 56
TMAR

Indicador	Denominación	Valor
Riesgo país	Rpais	1.36%
Tasa libre de riesgo	Rf	12.75%
Beta del sector	β	1%
Prima del mercado	Rm	14.01%
Costo de capital	TMAR	14.47%

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: La TMAR o Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento es de 14.47% , que es el producto de todas las variables que afectan al mercado.

Tabla 57
Indicadores económicos

TIR	42%
VAN	S/ 56,811
BC	2.1
PRI	2 meses 19 días

Fuente: Elaboración Propia

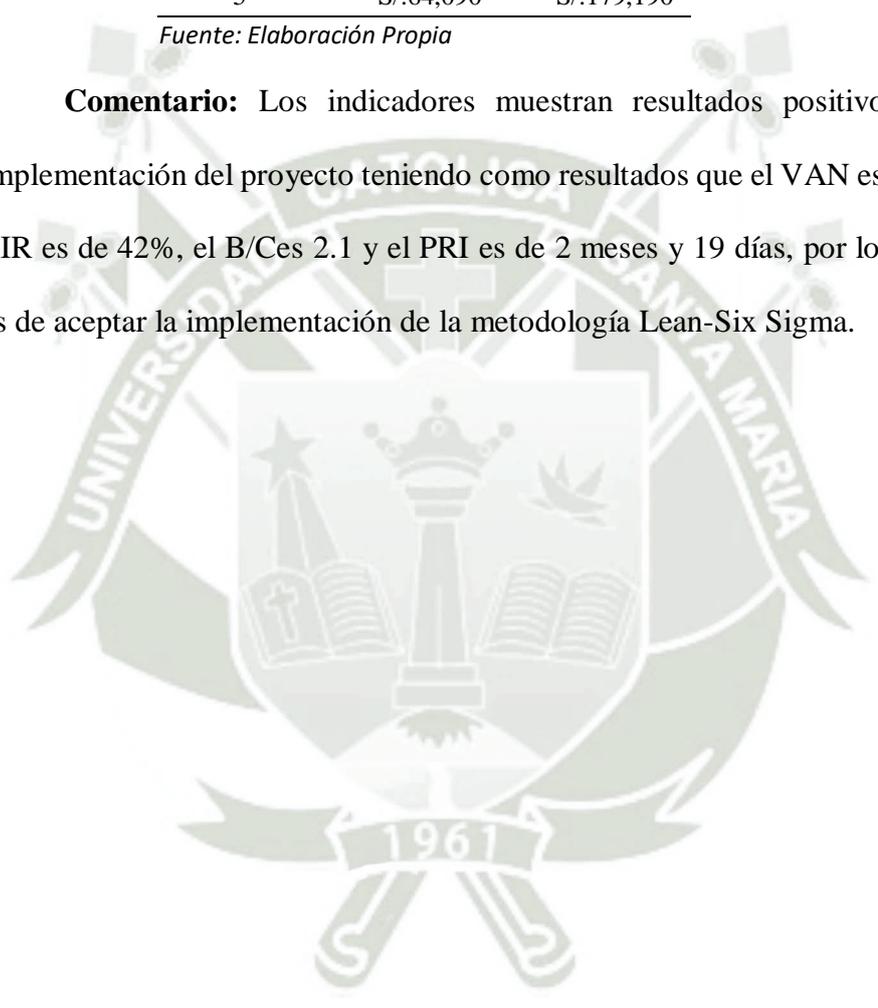
Comentario: En la tabla 57 se puede observar el resultado de los indicadores económicos calculados como son VAN, TIR, PRI y B/C.

Tabla 58
Tiempo de recuperación

Mes	Flujo de caja	Acumulado
0	S/.-51931.91	
1	S/.7,400	S/.7,400
2	S/.21,650	S/.29,050
3	S/.35,900	S/.64,950
4	S/.50,150	S/.115,100
5	S/.64,090	S/.179,190

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Los indicadores muestran resultados positivos luego de la implementación del proyecto teniendo como resultados que el VAN es de S/ 56,811 el TIR es de 42%, el B/Ces 2.1 y el PRI es de 2 meses y 19 días, por lo que la decisión es de aceptar la implementación de la metodología Lean-Six Sigma.



CONCLUSIONES

Primera. - La presente investigación tuvo como objetivo mejorar el proceso de teñido, en base a la metodología Lean Six Sigma, en una Empresa Textil de la ciudad de Arequipa para lo cual se utilizaron las propuestas de mejora de incremento de pruebas para elaboración de las recetas de teñido, 5'S y propuesta de implementación de Mantenimiento Autónomo obteniendo un resultado positivo en los indicadores de producción del área y mejorando el nivel Sigma de 1.63 a 2.35. En conclusión, si se mejoró el proceso de teñido.

Segunda. - Se elaboró el diagnóstico para definir la situación actual del proceso de teñido de la empresa en estudio y se identificó que los cuatro principales indicadores de producción se encontraban debajo del objetivo. El indicador de Cumplimiento al programa se encontraba en un promedio del 87 % siendo el objetivo 95 %. El indicador de Desempeño de formulación tenía el puntaje de 77% estando el objetivo definido en 82%. El puntaje del indicador de Reprocesos y reteñidos era 3.0 % estando el objetivo debajo de 3.0%. Finalmente, el indicador de Eficiencia Operativa fue de 88 % siendo el objetivo 91%. Se puede concluir que actualmente la operación en el proceso de teñido es deficiente y susceptible a mejoras.

Tercera. - Se utilizó la metodología DMAIC. En la etapa de diseño se elaboró el marco del proyecto Six Sigma y el Diagrama SIPOC. En la segunda etapa, medir, se realizó el Análisis de modo y efectos de fallas (AMEF) obteniendo como causa con más alto índice de RPN la “Insuficiente cantidad de pruebas de receta” y la capacidad del proceso resultó con un Pp de $0.29 < 1$, lo que indica que no es un proceso capaz. En la etapa de analizar se definieron las causas mediante el Diagrama causa-efecto y Pareto donde se identificó la demora de proceso por ajustes de color y reprocesos como causa raíz lo que genera el incumplimiento en los indicadores de producción. En la fase de mejorar se establecieron los planes de acción como el

Incremento de pruebas para la elaboración de las hojas de teñido, implementación de la metodología 5'S y el Mantenimiento Autónomo.

Cuarta. - En la etapa de Controlar se evaluaron los resultados obtenidos de la metodología DMAIC. Los datos presentaron una distribución normal y la capacidad del proceso resulto con un CP de 0.77, una mejora de 162% respecto al análisis inicial. Asimismo, el nivel Sigma inicial fue de 1.28 y luego de la aplicación de la metodología resulto 3.25 también los indicadores de producción tuvieron mejoras de 87 % a 89% en el indicador de Cumplimiento al programa, de 77% a 81% en Desempeño de formulación y de 88% a 96% en Eficiencia Operativa.

Quinta. - Se analizó la viabilidad económica del proyecto y se obtuvo un VAN de S/. 56,811 TIR de 42%, BC de 2.1 y un PRI de 2 meses y 19 días siendo esta propuesta rentable. Es así que se concluye que la propuesta es viable.

RECOMENDACIONES

Primera. -Se recomienda la implementación de la propuesta realizada en la presente investigación que se fundamenta en la herramienta Lean-Six Sigma con el objetivo de reducir tiempos, costos, reprocesos y productos defectuosos que no añaden valor a la empresa. Es por esto la importancia de la concientización del personal para entender que cada uno forma parte de la calidad ya sea directa o indirectamente.

Segunda. - Luego del diagnóstico realizado del proceso de teñido se recomienda la elaborar un análisis estratégico del área con las herramientas como el FODA, AMOFI, PESTEL, Las 5 fuerzas de PORTER, etc. Esto con el objetivo de identificar oportunidades de mejora del área para incrementar los indicadores de producción y el nivel Sigma del proceso.

Tercera. - Un requerimiento indispensable es el compromiso de la alta dirección, ya que no se alcanzarían los objetivos sin dicho apoyo. Es así que las capacitaciones inician en la alta dirección hasta los directos participantes en la mejora de los procesos de la empresa.

Cuarta. - Es recomendable que el experto en la capacitación de las metodologías propuestas realice una previa revisión de la propuesta planteada para validarla, así como cumplir con el cronograma establecido.

Quinta. - Luego de la capacitación inicial de la metodología planteada se recomienda elaborar un cronograma de capacitaciones periódicas internas dentro de la organización para cultivar una cultura organizacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Añaguari, M. (Setiembre de 2016). Integración Lean Manufacturing y Seis Sigma. Aplicación pymes. Valencia, España.
- Arrieta, J. (2007). Interacción y conexiones entre las técnicas Ss, SMED y Poka Yoke en procesos de mejoramiento continuo. *Tecnura*(20).
- Cacuango Buitrón, C. X. (2020). *Análisis de fallas mediante metodología Six Sigma en el proceso productivo de lavado y tinturado de prendas de vestir en la Empresa El Laboratorio del Denim Ecuador IDEEC Cía. Ltda.* Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/31230>
- Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo - PROMPERÚ. (2020). *Tendencias de la Industrial textil Post COVID19.*
- Domenech Roldán, J. M. (s.f.). *Diagrama de Pareto.* Obtenido de https://www.uteq.edu.mx/files/docs/Curso_Estadistica_MARS/Diagrama_de_Pareto.pdf
- Facho Rios, G. E. (2017). *Mejora de procesos en una empresa textil exportadora mediante la metodología Six Sigma.* Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/6732?show=full>
- Felizola Jiménez, H., & Luna Amaya, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: en enfoque metodológico. *Ingeniare. Revista chilena de Ingeniería*, 263-277. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052014000200012#:~:text=Six%20Sigma%20est%C3%A1%20soportado%20en,estos%20generen%20solo%203%2C4
- FUNDIBEQ. (s.f.). *Diagrama causa - efecto.* Obtenido de <https://www.ingenieria.unam.mx/javica1/planeacion/Planeacion/pescado.pdf>
- Garza Rios, R., González Sánchez, C., Rodríguez González, E., & Hernández Asco, C. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con Simulación discreta y técnicas multicriterio. *Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa.*
- Gisbert Soler, V. (2015). Lean manufacturing. Que es y que no es, errores en su aplicación e interpretación más usuales. *3C Tecnología*, 4(1), 42-52. Obtenido de <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2015/03/LEAN-MANUFACTURING.pdf>

- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. Fundación EOI. Obtenido de <http://www.leanproduction.co/wp-content/uploads/2015/04/Lean-Manufacturing.pdf>
- Herrera Acosta, R. J., & Fontalvo Herrera, T. J. (2011). *Seis Sigma: Métodos Estadísticos y Sus Aplicaciones*.
- Ibarra Albuja, C. D., & Berrazueta Lanás, G. S. (2019). *Aplicación metodología DMAIC en empresa textil con enfoque en reducción de costos*. Quito: Universidad San Francisco de Quito. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/8174>
- ISO. (15 de Setiembre de 2015). Sistemas de Gestion de la calidad. 2-3. Obtenido de <http://www.umc.edu.ve/pdf/calidad/normasISO/ISO%209000-2015.pdf>
- Kayumov, J. (2015). Design of a new harrow type wool transport mechanism, to reduce fibre entanglement.
- Lean Solutions. (s.f.). *Lean Solutions*. Obtenido de Pasos para la Elaboracion de VSM: <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/vsm-value-stream-mapping/>
- Lecaros Oviedo, F. A. (Setiembre de 2018). *Análisis y propuesta de mejora de proceso de producción de polos camiseros en una empresa textil utilizando la manufactura esbelta*. Arequipa: Universidad Católica San Pablo. Obtenido de https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/15664/1/LECAROS_OVIEDO_FEL_POL.pdf
- Lezcano , L., Herrera, L., & Londoño, A. (2013). Definición de un método para realizar la educación de requisitos de software a partir de la articulación del diagrama causa efecto con el diagrama de objetivos de kaos. *Revista politécnica*.
- Manzano, M., & Gisbert, V. (2016). Lean Manufacturing Implementacion 5S. *3C Tecnología*, 5(4), 16-26. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n4e20.16-26>
- Mazorra Lopetey, A. (2009). Metodología simplificada para calculo de costos de calidad. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*(124). Obtenido de <https://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2009/aml.htm>
- Millán Franco, C. L., Montaña Arango, O., & Corona Armenta, J. R. (Noviembre de 2017). Desarrollo de una metodología Lean-Six Sigma para una pyme Mexicana. Caso: Empresa Textil, Tulancingo, Hgo. *Repositorio de la Red Internacional de Investigadores en*

Competitividad, 11, 1498-1518. Obtenido de
<https://www.riico.net/index.php/riico/article/view/1515>

Ministerio de Comercio Exterior y Turismo - MINCETUR. (2015). *Plan estrategico nacional exportador: PENX 2025*.

Minitab. (s.f.). *Nivel Z como una estimación de la capacidad sigma*. Obtenido de
<https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/capability-analysis/supporting-topics/capability-metrics/z-bench-as-an-estimate-of-sigma-capability/>

Munteanu, A. M. (Marzo de 2017). Advantages of Lean Six Sigma's implementacion in the Romanian economy. *Management Research And practice*.

Naciones Unidas. (2009). *Clasificacion Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades economicas (CIIU)*. New York: Naciones Unidas.

Padilla, L. (2010). Lean Manufacturing. *Ingeniería Primero*(15), 64-69. Obtenido de
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35056968/manufactura_esbelta_toyota.pdf?1412837144=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLEAN_MANUFACTURING_MANUFACTURA_ESBELTA_A.pdf&Expires=1614924393&Signature=cVNbNm5R5tmFBMih5NH4d741Rim-KuN-pLJuMzxvH

Palet, D. (2004). Aproximación histórica a la peñadora rectilínea para lanas. *Datatéxtil*.

Parkash, & Kaushik, V. (2011). Supplier Performance Monitoring and Improvement (SPMI) through SIPOC analysis and PDCA model to the ISO 9001 QMS in sports goods manufacturing industry. *Log Forum*, 15.

Pérez López, E., & García Cerdas, M. (2014). Implementacion de la metodologia DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal. *Tecnología en marcha*, 7(3), 80-106. Obtenido de
https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2070#:~:text=En%20s%C3%ADn%20tesis%2C%20con%20la%20mejora,la%20creaci%C3%B3n%20del%20plan%20de

Reyes, P. (2007). *Análisis del Modo y Efecto*.

Rincón de Parra, H. C. (2006). Calidad, Productividad y Costos: Análisis de relaciones entre estos tres conceptos. *Revista de la Facultad de Ciencias Economicas y Empresariales*, 46-65. Obtenido

de

http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/FACE/article/viewFile/1923/948

Rodriguez Paredes, B. A. (2016). *Implementación de la metodología DMAIC Six Sigma y propuesta de mejora para la reducción de prendas con medidas fuera de tolerancia en una empresa textil algodonera en la ciudad de Arequipa*. Arequipa: Universidad Católica San Pablo. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/225489631.pdf>

Rojas Apolinario, G. (2016). *Implementación de la metodología DMAIC para mejorar la productividad y procesos de lavado textil la empresa INDUSTRIA TEXTIL DEL PACIFICO S.A.2016*. Lima: Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/3435>

Rosales López, P. P. (2019). *Incremento de la productividad del laboratorio de tintorería dentro de un sistema de mejora continua*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/11410?show=full>

Ruiz-Falco, A. (Marzo de 2006). *Control estadístico de procesos apuntes de clase*. Madrid.

Salas Campos, M. C. (Agosto de 2013). *Análisis y mejora de los procesos de mercadería importada del centro de distribución de una empresa retail*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4917>

Santiago, H. (2018). *Herramientas para la gestion de calidad*. Circulo Rojo.

Sarria, M., Fonseca, G., & Bocanegra, C. (2017). Modelo metodologico de implementacion de Lean Manufacturing. *Revista EAN*. doi:10.21158/01208160.n83.2017.1825

Torrejón Reyes, D. A. (2015). *Análisis de modelo de producción en una empresa fundidora*. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.

Urwick, L. (1999). *Elementos de administración*. Chile: Imprenta Cervantes.

Vera Remache, K. D. (2018). *Metodología Lean Six Sigma para mejorar la eficiencia de los procesos productivos de la empresa "Corporación Textil Mishell"*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8477/1/04%20IND%20132%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Villareal Urquiza, L. J. (2016). *Mejora de la calidad en una empresa de confecciones empleando la metodología six sigma*. Arequipa: Universidad Católica de Santa María. Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/5306>

Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. Pearson Educación.

