



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA  
INDUSTRIAL**

**TEMA:**

**“PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA PARA  
REDUCIR EL REPROCESO EN LA EMPRESA DE CONFECCIÓN “ACUATEX”  
UBICADA EN LA CIUDAD DE ATUNTAQUI”**

**AUTORA: CABEZAS TAPIA JOSELIN LISBETH**

**DIRECTOR: ING. VACAS PALACIOS SANTIAGO MARCELO MSC.**

**IBARRA-ECUADOR**

**2021**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

#### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100490248-0		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	CABEZAS TAPIA JOSELIN LISBETH		
<b>DIRECCIÓN:</b>	OTAVALO, CDLA. IMBAYA		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:jl cabezast@utn.edu.ec">jl cabezast@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	(06) 2923086	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0969379907

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	“PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA PARA REDUCIR EL REPROCESO EN LA EMPRESA DE CONFECCIÓN “ACUATEX” UBICADA EN LA CIUDAD DE ATUNTAQUI”
<b>AUTOR (ES):</b>	CABEZAS TAPIA JOSELIN LISBETH
<b>FECHA:</b>	18 de enero de 2021
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	INGENIERA INDUSTRIAL
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	ING. SANTIAGO MARCELO VACAS PALACIOS MSC.

## 2. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 18 días del mes de enero de 2021

**LA AUTORA:**



---

Joselin Lisbeth Cabezas Tapia

C.I.: 100490248-0



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Ing. Santiago Marcelo Vacas Palacios, MSc, Director de Trabajo de Grado desarrollado por la señorita estudiante **Joselin Lisbeth Cabezas Tapia**.

**CERTIFICA**

Que, el proyecto de trabajo de grado titulado **“PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA PARA REDUCIR EL REPROCESO EN LA EMPRESA DE CONFECCIÓN “ACUATEX” UBICADA EN LA CIUDAD DE ATUNTAQUI”**, ha sido elaborado en su totalidad por la señorita estudiante **Joselin Lisbeth Cabezas Tapia** bajo mi dirección, para la obtención del título de **Ingeniera Industrial**. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ibarra, 18 de enero de 2021

A handwritten signature in blue ink, reading 'Santiago M. Vacas', is written over a horizontal line. The signature is enclosed within a large, loopy oval shape.

**Ing. Santiago Marcelo Vacas Palacios, MSc.**  
**DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

### CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

#### DEDICATORIA

##### ***A Dios.***

*Por haberme permitido llegar hasta este momento tan especial en mi vida, por brindarme salud y fortaleza para poder cumplir con mis objetivos y por haber puesto en mi camino a personas maravillosas que han sido mi apoyo durante mi formación académica.*

##### ***A mis padres.***

*Edin Cabezas y Ximena Tapia por brindarme su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida, por sus consejos, su amor, su esfuerzo realizado día a día para darnos lo mejor a todos sus hijos y por la motivación constante sin dudar ni un solo instante en mi inteligencia y capacidad.*

*Mamá y Papá todo esto se los debo a ustedes.*

##### ***A mis hermanos.***

*Karina, Yandri y María por haber sido mi apoyo y motivación para nunca rendirme, por ser mi alegría y creer en mí.*

*Querida familia, todo esto es por y para ustedes.*

***Joselin Lisbeth Cabezas Tapia***



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

#### CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

#### AGRADECIMIENTO

*Ninguna persona logra el éxito sin ayuda de los demás y por ello mi eterna gratitud a quienes fueron fuente de ayuda para la culminación de mi trabajo de grado.*

*En primer lugar, quiero dar gracias a Dios por haberme guiado por el camino del bien, darme sabiduría y bendecirme todos los días.*

*Agradezco profundamente a mis padres, Edin y Ximena por brindarme su apoyo incondicional, por ser unas personas trabajadoras y honradas que han velado siempre por el bienestar de sus hijos.*

*Un agradecimiento especial a la Universidad Técnica del Norte por abrirme las puertas y permitir mi formación profesional como ingeniera industrial.*

*Quiero agradecer también a mis docentes de la carrera de Ingeniería Industrial y en especial al MSc. Marcelo Vacas mi director de tesis, por haber compartido conmigo sus conocimientos y ser un guía para la culminación exitosa de mi trabajo de grado.*

*Un profundo agradecimiento a todas las personas que conforman la empresa de confección Acuatex, en especial al ingeniero Carlos Narváez quien confió en mí y me dio la apertura para desarrollar mi trabajo de grado en su prestigiosa organización, así como también, al ingeniero Esteban Lafuente quien ha sido mi guía y me ha brindado su apoyo absoluto durante el desarrollo de mi trabajo de grado, compartiendo conmigo su valioso tiempo y conocimientos.*

***Joselin Lisbeth Cabezas Tapia***

## ÍNDICE

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE .....	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiv
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT .....	xvii
CAPÍTULO I .....	1
1.    GENERALIDADES .....	1
1.1.    Tema.....	1
1.2.    Planteamiento del Problema.....	1
1.3.    Objetivos .....	2
1.3.1.    Objetivo General.....	2
1.3.2.    Objetivos Específicos.....	2
1.4.    Justificación.....	3
1.5.    Alcance.....	4
1.6.    Metodología .....	5
1.6.1.    Investigación Documental.....	5
1.6.2.    Investigación de Campo.....	5
1.6.3.    Metodología DMAIC.....	6
CAPÍTULO II .....	8
2.    FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	8
2.1.    Calidad .....	8
2.1.1.    La Calidad y su Gestión.....	9
2.1.2.    Pilares de la Calidad Total .....	9

2.1.3.	Control Estadístico de los Procesos .....	10
2.1.4.	Herramientas para la Mejora de la Calidad.....	10
2.2.	Lean Manufacturing .....	16
2.2.1.	Tipos de Desperdicios.....	16
2.2.2.	Herramientas de Lean Manufacturing.....	18
2.3.	Seis Sigma.....	23
2.3.1.	Fases Six Sigma .....	24
2.4.	Metodología Lean Six Sigma.....	27
2.4.1.	Historia de la Metodología Lean Six Sigma .....	28
2.4.2.	Integración Lean Six Sigma .....	29
2.4.3.	Empresas que implementaron Lean Six Sigma.....	30
CAPÍTULO III.....		33
3.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	33
3.1.	Caracterización General de la Empresa .....	33
3.1.1.	Antecedentes de la Empresa .....	33
3.1.2.	Misión .....	34
3.1.3.	Visión.....	34
3.1.4.	Ubicación Geográfica .....	34
3.1.5.	Contactos.....	35
3.1.6.	Principales Clientes.....	35
3.1.7.	Proveedores.....	36
3.1.8.	Número de Trabajadores .....	37
3.1.9.	Organigrama Estructural .....	38
3.1.10.	Volumen de Producción.....	39
3.2.	Procesos.....	40
3.2.1.	Mapa de Procesos.....	40
3.2.2.	Diagrama SIPOC.....	41
3.2.3.	Diagrama de procesos .....	45
3.3.	Problemática Actual de la Empresa .....	50
3.4.	Matriz de Priorización.....	51
3.5.	Metodología DMAIC .....	53
3.5.1.	Fase Definir.....	53
3.5.2.	Fase Medir .....	55



3.5.3. Fase Analizar .....	100
CAPÍTULO IV.....	111
4. PROPUESTA DE MEJORA .....	111
4.1. Fase Mejorar.....	111
4.1.1. Propuesta 5'S .....	111
4.1.2. Cambio Rápido de Herramientas (SMED) .....	117
4.1.3. Control Visual (Andon) .....	121
4.1.4. Balanceo de Operaciones.....	124
4.1.5. Manual de procedimientos del proceso de Estampado y Confección.....	136
4.1.6. Mapa de Flujo de Valor Futuro.....	136
4.2. Fase Controlar .....	139
CONCLUSIONES .....	141
RECOMENDACIONES.....	143
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	144
ANEXOS .....	147

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Ejemplo de hoja de control .....	11
<b>Tabla 2.</b> Actividades de DMAIC .....	24
<b>Tabla 3.</b> Empresas con metodología Lean y Six Sigma.....	31
<b>Tabla 4.</b> Principales clientes de la empresa Acuatex .....	35
<b>Tabla 5.</b> Principales proveedores de la empresa Acuatex .....	37
<b>Tabla 6.</b> Distribución de los trabajadores de la empresa Acuatex en el área de producción .....	38
<b>Tabla 7.</b> Volumen de producción de Acuatex.....	39
<b>Tabla 8.</b> Diagrama del proceso de corte.....	46
<b>Tabla 9.</b> Diagrama del proceso de estampado.....	47
<b>Tabla 10.</b> Diagrama del proceso de confección .....	48
<b>Tabla 11.</b> Diagrama del proceso de empaque .....	49
<b>Tabla 12.</b> Puntajes de los criterios de valoración para realizar la matriz de priorización.....	51
<b>Tabla 13.</b> Matriz de priorización.....	52
<b>Tabla 14.</b> Carta del proyecto .....	54
<b>Tabla 15.</b> Número de camisetas defectuosas .....	55
<b>Tabla 16.</b> Muestras tomadas de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 2.....	58
<b>Tabla 17.</b> Especificaciones del cliente con respecto a las medidas de las camisetas básicas entre el rango de tallas 2-6.....	61
<b>Tabla 18.</b> Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 2 .....	63
<b>Tabla 19.</b> Muestras tomadas de la variable largo total de las camisetas básicas talla 2 .....	65
<b>Tabla 20.</b> Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 2 .....	70
<b>Tabla 21.</b> Muestras tomadas de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 4.....	71
<b>Tabla 22.</b> Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 4 .....	76
<b>Tabla 23.</b> Muestras tomadas de la variable largo total de las camisetas básicas talla 4 .....	78
<b>Tabla 24.</b> Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 4.....	83

<b>Tabla 25.</b> Muestras tomadas de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 6.....	84
<b>Tabla 26.</b> Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 6 .....	89
<b>Tabla 27.</b> Muestras tomadas de la variable largo total de las camisetas básicas talla 6 .....	91
<b>Tabla 28.</b> Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 6 .....	96
<b>Tabla 29.</b> Plan de implementación 5'S .....	113
<b>Tabla 30.</b> Clasificación de las actividades de cambio del proceso de estampado en actividades internas y externas.....	117
<b>Tabla 31.</b> Código de colores para el sistema Andon propuesto a la empresa de confección Acuatex .....	123
<b>Tabla 32.</b> Síntesis de los datos relacionados con la definición de las zonas de trabajo .....	131
<b>Tabla 33.</b> Operaciones y máquinas asignadas a cada operario de acuerdo con las cuatro zonas definidas .....	131
<b>Tabla 34.</b> Número de prendas por hora que va a realizar cada uno de los operarios del módulo en cada operación .....	133
<b>Tabla 35.</b> Síntesis de los cálculos efectuados para el balanceo de operaciones.....	135

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Etapas de la implantación completa de la calidad en los procesos .....	9
<b>Figura 2.</b> Ejemplo de gráfico de control .....	12
<b>Figura 3.</b> Ejemplo de diagrama de Ishikawa.....	13
<b>Figura 4.</b> Ejemplo de histograma.....	13
<b>Figura 5.</b> Ejemplo de diagrama de Pareto.....	14
<b>Figura 6.</b> Ejemplo de diagrama de dispersión.....	15
<b>Figura 7.</b> Ejemplo de estratificación de datos.....	15
<b>Figura 8.</b> Pasos que conforman la metodología de las 5'S .....	21
<b>Figura 9.</b> Ciclo de Deming.....	23
<b>Figura 10.</b> Evolución de calidad y productividad para Lean Six Sigma.....	28
<b>Figura 11.</b> Ubicación geográfica de la empresa Acuatex .....	34
<b>Figura 12.</b> Logotipo de la empresa Acuatex .....	35
<b>Figura 13.</b> Organigrama estructural de la empresa Acuatex.....	38
<b>Figura 14.</b> Mapa de procesos de la empresa Acuatex.....	40
<b>Figura 15.</b> Diagrama SIPOC de la empresa Acuatex.....	41
<b>Figura 16.</b> Diseñador gráfico elaborando el diseño del molde .....	42
<b>Figura 17.</b> Operario del área de corte realizando el tendido de la tela .....	43
<b>Figura 18.</b> Pulpos para estampado .....	43
<b>Figura 19.</b> Operarias del área de confección.....	44
<b>Figura 20.</b> Operaria del área de empaque colocando las etiquetas en las prendas .....	45
<b>Figura 21.</b> Gráfica de control P de las camisetas defectuosas en el proceso de estampado .....	57
<b>Figura 22.</b> Gráfica de control X-R de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 2 .....	59
<b>Figura 23.</b> Capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 2 .....	62
<b>Figura 24.</b> Gráfica de control X-R de la variable largo total de las camisetas básicas talla 2.....	66
<b>Figura 25.</b> Capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 2.....	69

<b>Figura 26.</b> Gráfica de control X-R de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 4 .....	73
<b>Figura 27.</b> Capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 4 .....	75
<b>Figura 28.</b> Gráfica de control X-R de la variable largo total de las camisetas básicas talla 4.....	79
<b>Figura 29.</b> Capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 4.....	82
<b>Figura 30.</b> Gráfica de control X-R de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 6 .....	86
<b>Figura 31.</b> Capacidad de proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 6 .....	88
<b>Figura 32.</b> Gráfica de control X-R de la variable largo total de las camisetas básicas talla 6.....	92
<b>Figura 33.</b> Capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 6.....	95
<b>Figura 34.</b> Mapa de Flujo de Valor Actual de la empresa Acuatex.....	98
<b>Figura 35.</b> Diagrama de Pareto de los defectos en el área de estampado .....	101
<b>Figura 36.</b> Diagrama de Pareto de los defectos en el área de confección.....	102
<b>Figura 37.</b> Diagrama de Ishikawa de la mala preparación de pintura.....	104
<b>Figura 38.</b> Diagrama de Ishikawa de la migración de pintura.....	106
<b>Figura 39.</b> Diagrama de Ishikawa de los problemas de preprensa.....	107
<b>Figura 40.</b> Diagrama de Ishikawa de las fallas al recubrir.....	109
<b>Figura 41.</b> Diagrama de Ishikawa de las fallas en la puntada.....	110
<b>Figura 42.</b> Diagrama de Pareto de tiempos de las actividades de cambio internas del proceso de estampado .....	119
<b>Figura 43.</b> Diseño del sistema de tres sellos empleado para el registro en los cuadros.....	120
<b>Figura 44.</b> Diseño de la botonera para el sistema Andon .....	124
<b>Figura 45.</b> Diagrama de operaciones de la camiseta básica.....	125
<b>Figura 46.</b> Mapa de Flujo de Valor Futuro para la empresa Acuatex.....	137

**ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo 1.</b> Fichas de entrevista para lluvia de ideas .....	148
<b>Anexo 2.</b> Factores para calcular líneas centrales y límites de control $3\sigma$ para gráficas de X, s y R .....	151
<b>Anexo 3.</b> Valores del Cp y su interpretación .....	151
<b>Anexo 4.</b> Tarjeta roja .....	152
<b>Anexo 5.</b> Lista de artículos necesarios en el área de estampado .....	153
<b>Anexo 6.</b> Modelo de auditoría 5'S en el proceso de estampado.....	154
<b>Anexo 7.</b> Manual de procedimientos del proceso de estampado.....	158
<b>Anexo 8.</b> Manual de procedimientos del proceso de confección .....	165
<b>Anexo 9.</b> Hojas de verificación de defectos .....	171

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se orienta en la elaboración de una propuesta de aplicación de la metodología Lean Six Sigma en la empresa de confección “Acuatex” específicamente en las áreas de estampado y confección ya que, de acuerdo con la matriz de priorización, estas son las áreas más críticas. Este trabajo nace con la necesidad de reducir el reproceso en la empresa a través de la aplicación de la metodología Lean Six Sigma con el objetivo de mejorar la eficiencia del proceso productivo de las camisetas básicas de la línea infantil.

En el Capítulo I, se describe el planteamiento del problema, en donde, se hace referencia a los aspectos que permiten conocer la situación actual del problema. También se presentan los objetivos generales y específicos, en los cuales se determinan los propósitos de la investigación, la justificación, en donde, se expone el porqué de la investigación, para lo cual se realiza un análisis de los aportes, beneficios y soluciones que se va a dar al problema. Además, se detalla el alcance y la metodología que se utilizó para realizar este proyecto de investigación.

En el Capítulo II, se detalla la fundamentación teórica que es la base que sustenta al tema de investigación estableciendo conceptos de calidad, Lean Manufacturing, Seis Sigma y la integración de estas dos metodologías.

En el Capítulo III, se detalla el diagnóstico de la situación actual de la empresa de confección “Acuatex” en donde se describe la caracterización general de la misma, sus procesos, se prioriza las áreas críticas identificadas como estampado y confección y se aplica las tres primeras etapas de la metodología DMAIC como son: definir, medir y analizar.

Finalmente, en el Capítulo IV se aplican las dos etapas siguientes de la metodología DMAIC como son mejorar y controlar. En la etapa de mejora se aplicó las 5'S, cambio rápido de herramientas o SMED, control visual o también conocida como Andon, balanceo de operaciones, manual de procedimientos del proceso de estampado y confección y Mapa de Flujo de Valor Futuro, las mismas que ayudarán a la solución de los problemas que desembocan en reprocesos. En la fase de control se muestran mecanismos de control tales como: la aplicación de gráficas de control, implementación de hojas de verificación de defectos y un modelo de check list 5'S los mismos que servirán para monitorear las mejoras propuestas en la fase anterior.



## ABSTRACT

The present research work is oriented in the elaboration of a proposal for the application of the Lean Six Sigma methodology in the clothing company "Acuatex" specifically in the areas of stamping and clothing since, according to the prioritization matrix, these are the most critical areas. This work was born with the need to reduce reprocessing in the company through the application of the Lean Six Sigma methodology with the aim of improving the efficiency of the production process of the basic t-shirts of the children's line.

In Chapter I, the statement of the problem is described, where, reference is made to the aspects that allow knowing the current situation of the problem. The general and specific objectives are also presented, in which the purposes of the research are determined, the justification, where the reason for the research is exposed, for which an analysis of the contributions, benefits and solutions that are going to hit the problem. In addition, the scope and methodology used to carry out this research project is detailed.

In Chapter II, the theoretical foundation that is the basis that supports the research topic is detailed, establishing concepts of quality, Lean Manufacturing, Six Sigma and the integration of these two methodologies.

In Chapter III, the diagnosis of the current situation of the clothing company "Acuatex" is detailed, where the general characterization of the same, its processes is described, the critical areas identified as stamping and clothing are prioritized and the three are applied first stages of the DMAIC methodology such as: define, measure and analyze.

Finally, in Chapter IV, the next two stages of the DMAIC methodology are applied, such as improving and controlling. In the improvement stage, the 5'S were applied, quick change of tools or SMED, visual control or also known as Andon, balancing of operations, manual of procedures of the stamping and manufacturing process and Future Value Flow Map, which will help to solve the problems that lead to reprocessing. In the control phase, control mechanisms are shown such as: the application of control charts, implementation of defect verification sheets and a 5'S checklist model, which will serve to monitor the improvements proposed in the previous phase.

## CAPÍTULO I

### 1. GENERALIDADES

#### 1.1. Tema

Propuesta de aplicación de la Metodología Lean Six Sigma para reducir el reproceso en la empresa de confección “Acuatex” ubicada en la ciudad de Atuntaqui.

#### 1.2. Planteamiento del Problema

La empresa Acuatex es una empresa dedicada a la fabricación de prendas de vestir que nació el 1 de enero de 2012 y desde entonces ha estado generando empleo y bienestar a las familias ecuatorianas. Está ubicada en la ciudad de Atuntaqui, calle David Manangón y Panamericana Norte. A pesar de ser una empresa nueva en el mercado ecuatoriano, gracias a la constancia y su visión de posicionarse como una marca líder, se evidencia que cada año han incrementado sus ventas con una producción de aproximadamente 30.000 prendas mensuales en temporada alta.

Acuatex, en la actualidad es una de las principales industrias de confección de ropa casual del país, caracterizándose por la renovación continua, la tecnología de punta y el excelente talento humano que posee. Sin embargo, a través de visitas técnicas y experiencias obtenidas en las prácticas preprofesionales, se ha podido evidenciar un alto volumen de reprocesos debido a controles de calidad no técnicos, la falta de organización y planificación de los procedimientos, los mismos que han permitido que la calidad de sus productos se vea afectada, teniendo como consecuencia inconformidad de los clientes y pérdida de fidelidad de los mismos.

Por lo mencionado anteriormente, el propósito de esta investigación es realizar un análisis de la situación actual de la empresa y sus procesos productivos, estableciendo cuáles son los puntos más críticos, para así generar propuestas que permitan minimizar el reproceso y mejorar la eficiencia del proceso productivo de la empresa Acuatex.

La empresa de confección Acuatex busca nuevos nichos de mercado y por lo tanto incrementar sus ventas, por lo que su objetivo es reducir el porcentaje de producto no conforme y reprocesos dentro de su línea de producción, para lo cual la aplicación de la metodología Lean Six Sigma será de gran utilidad debido a que ayudará a minimizar desperdicios, mejorar la calidad del producto, aumentar la productividad de la empresa y reducir los costos permitiéndole generar mayores utilidades.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Reducir el reproceso en la empresa de confección Acuatex a través de la aplicación de la metodología Lean Six Sigma para mejorar la eficiencia del proceso productivo.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Establecer las bases teóricas mediante la recopilación de información bibliográfica necesaria para realizar la implementación de la metodología Lean Six Sigma en la línea de producción de Acuatex.
- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la eficiencia del proceso productivo a través de la metodología DMAIC para determinar el entorno inicial en el que se encuentra la empresa.

- Elaborar una propuesta de mejora en base a los resultados obtenidos para mejorar la calidad de sus productos terminados.

#### **1.4. Justificación**

La variación en el sector industrial ha permitido que se fabrique un sinnúmero de productos textiles en el Ecuador, siendo los hilados y los tejidos los principales en volumen de producción. No obstante, cada vez es mayor la producción de confecciones textiles, tanto de prendas de vestir como de textiles de hogar. En la actualidad, la industria textil y confección es la tercera más grande en el sector de la manufactura, aportando más del 7% del PIB Manufacturero nacional (AITE, 2016).

Según (AITE, 2016) el sector textil genera varias plazas de empleo directo en el país, llegando a ser el segundo sector manufacturero que más mano de obra emplea, después del sector de alimentos, bebidas y tabacos. De acuerdo con estadísticas levantadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), alrededor de 158 mil personas laboran directamente en empresas textiles y de confección. A esto se suma los miles de empleos indirectos que genera, ya que la industria textil y confección ecuatoriana se encadena con un total de 33 ramas productivas del país.

Acuatex es una empresa textil que tiene una gran aceptación en el mercado dentro de las cadenas retailers del Ecuador, pero debido a la falta de control en sus procesos ha presentado problemas como reprocesos, motivo por el cual se ve la necesidad de aplicar la metodología Lean Six Sigma la misma que ayudará a reducir desperdicios, mejorar la calidad del producto, aumentar la productividad de la empresa y reducir los costos permitiéndole a largo plazo generar mayores utilidades, siendo una empresa más eficiente logrando una disminución en el porcentaje de producto no conforme.

El planteamiento de la presente investigación se articula en el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida debido a que actualmente las industrias en general buscan mejorar la calidad de sus procesos, para brindar productos de excelencia a sus clientes, específicamente se basará en el objetivo 5: “Impulsar la Productividad y Competitividad para el Crecimiento Económico Sustentable de Manera Redistributiva y Solidaria” (Senplades, 2017).

El beneficiario directo de esta investigación será la empresa ya que se conseguirá establecer un control de calidad a través de métodos estadísticos que minimice el reproceso y, por lo tanto, reducir el desperdicio de materia prima e insumos utilizados y a su vez reducir los costos que involucran este proceso. De la misma manera, los beneficiarios indirectos serán los consumidores finales que gozarán de productos de calidad, garantizando la eficiencia y el cumplimiento de sus requerimientos y expectativas.

Por lo tanto, la importancia de aplicar la metodología Lean Six Sigma para minimizar el reproceso, radica en mejorar los procesos, procedimientos y productividad enfocados en cumplir con los requerimientos y estándares propuestos por los clientes, es decir, tenga calidad; para así sostener la fidelidad de los usuarios de la empresa y ganar mayor mercado aumentando la rentabilidad económica de la empresa.

### **1.5. Alcance**

Para el desarrollo de esta propuesta, el estudio iniciará con una investigación de campo además se utilizará técnicas como la observación directa y entrevistas que servirán de apoyo para determinar la situación actual de la empresa Acuatex. Se aplicará la metodología Lean Six Sigma, específicamente en las áreas de estampado y confección, en la camiseta básica de la línea infantil, que permitirá identificar las causas de la variación actuales dentro del proceso que afectan la

calidad del producto, con el fin de mantener el proceso monitoreado, controlar las variables y reducir la cantidad de producto no conforme.

## **1.6. Metodología**

### **1.6.1. Investigación Documental**

Mediante este tipo de investigación se recopilará la información bibliográfica para realizar el sustento teórico de la investigación.

#### **Método: Síntesis bibliográfica**

Este método permitirá analizar y recopilar información importante referente a la metodología Lean Six Sigma.

#### **Técnica: Sistematización bibliográfica**

Con esta técnica se ordenará la bibliografía con el fin de dar jerarquía a los diferentes elementos.

#### **Instrumento: Ficha de trabajo bibliográfico**

Este instrumento permitirá organizar la información documental mediante la recopilación y síntesis de los contenidos, fuentes y datos relevantes.

### **1.6.2. Investigación de Campo**

Se utilizará para la recopilación de información de fuentes primarias la misma que servirá de base para la propuesta de aplicación de la metodología Lean Six Sigma.

**Técnica: Observación, encuesta y entrevista**

La observación se llevará a cabo para conocer cómo se realizan las operaciones dentro de la empresa y determinar cuáles son las causas del reproceso.

La encuesta y la entrevista servirán para confirmar lo observado y conocer la información de entrada para la aplicación de la metodología Lean Six Sigma.

**Instrumento: Guía de observación, cuestionario y guía de la entrevista**

Cada uno de estos instrumentos se utilizará respectivamente según la técnica antes mencionada con el fin de recabar información para realizar la propuesta.

**1.6.3. Metodología DMAIC**

Esta metodología es una de las más usadas para resolver problemas de esta índole. En cada una de las fases involucradas se hará uso de herramientas estadísticas eficaces para establecer cada uno de los elementos necesarios.

**Fase Definir (D)**

En esta etapa se definirá el problema que debe ser concreto y medible, se planteará los objetivos a alcanzar y se determinará el equipo del proyecto.

Se utilizará el diagrama SIPOC para la descripción del proceso de producción. Además, se establecerá la carta del proyecto.



### **Fase Medir (M)**

En esta etapa se medirá el rendimiento del proceso, esta es una etapa clave debido a que ayuda a definir la situación actual y de esta manera comenzar a buscar la causa raíz del problema.

Para identificar la estabilidad del proceso se utilizarán gráficas de control iniciales haciendo uso del software Minitab. Además, se describirá el Value Stream Mapping (VSM) actual o en español conocido como Mapa de Flujo de Valor, el mismo que ayudará a encontrar oportunidades de mejora, eliminando desperdicios en el proceso de producción.

### **Fase Analizar (A)**

En esta fase se analizarán los datos obtenidos en la fase anterior por medio de la aplicación del diagrama de Pareto para identificar la causa potencial de los reprocesos y posteriormente para identificar la causa raíz del problema principal se aplicará el diagrama de Ishikawa.

### **Fase Mejorar (I)**

En esta fase se planteará una propuesta de mejora para el proceso, orientada a eliminar la causa raíz del problema por medio del uso de herramientas como: 5'S, cambio rápido de herramientas o SMED, sistema Andon, balanceo de operaciones, manual de procedimientos del proceso de estampado y confección y Mapa de Flujo de Valor Futuro, las mismas que servirán para eliminar el producto no conforme, reducción de reprocesos y optimización del proceso productivo.

### **Fase Controlar (C)**

En esta fase se busca monitorear y conservar las mejoras en el proceso propuestas en la fase anterior, para lo cual se realizará un estudio de las variables después de la mejora.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1. Calidad

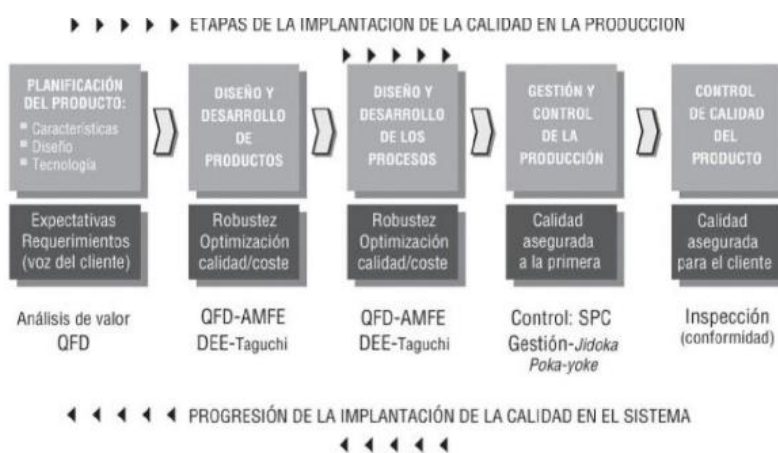
Según (ISO 9000:2015, 2015) la calidad se define como “la capacidad para satisfacer a los clientes, y por el impacto previsto y el no previsto sobre las partes interesadas pertinentes”.

Cuando se tiene mala calidad en las diferentes actividades hay equivocaciones y fallas de todo tipo, por ejemplo:

- Reprocesos, desperdicios y retrasos en la producción.
- Pagar por elaborar productos malos.
- Paros y fallas en el proceso.
- Una inspección excesiva para tratar que los productos de mala calidad no salgan al mercado.
- Reinspección y eliminación de rechazo.
- Más capacitación, instrucciones y presión a los trabajadores.
- Gastos por fallas en el desempeño del producto y por devoluciones.
- Problemas con proveedores.
- Más servicios de garantía.
- Clientes insatisfechos y pérdidas de ventas.
- Problemas, diferencias y conflictos humanos en el interior de la empresa.

### 2.1.1. La Calidad y su Gestión

La correcta gestión de todos los aspectos relacionados con la calidad supone la planificación, diseño y desarrollo de productos y procesos en el marco de una organización y gestión de los recursos humanos para la calidad, así como la adecuada implantación y control de calidad y su certificación final. Todo ello supondrá una gestión de la empresa, sus productos y procesos, basada en la calidad, y llevará a la misma a obtener el máximo de ventajas competitivas y la satisfacción total de los clientes mediante la identificación, aceptación y satisfacción de todas sus expectativas y necesidades a través de los procesos, productos y servicios (Cuatrecasas & González Babón, 2017).



**Figura 1.** Etapas de la implantación completa de la calidad en los procesos  
**Fuente:** (Cuatrecasas & González Babón, 2017)

### 2.1.2. Pilares de la Calidad Total

La gestión de la calidad total (TQM), el enfoque de gestión eficiente de la calidad por excelencia está basado fundamentalmente en una adecuada organización y la correcta gestión de los recursos materiales y humanos que la integran, de forma que todos ellos estén absolutamente involucrados (Cuatrecasas & González Babón, 2017).

A continuación, se mencionan los cuatro pilares fundamentales que constituyen la base de la gestión de la calidad total:

- Ajustarse a los requerimientos del consumidor.
- Eliminación total de los despilfarros.
- Mejora continua.
- Participación total de todas las personas que integran la organización como único camino para que los tres pilares anteriores alcancen sus objetivos de forma óptima.

### **2.1.3. Control Estadístico de los Procesos**

Según (López Lemos, 2016) el control estadístico del proceso permite evaluar las variaciones en su comportamiento que puedan afectar a la calidad del producto final. En definitiva, permite a la compañía anticiparse e identificar problemas que afectan a la producción.

### **2.1.4. Herramientas para la Mejora de la Calidad**

En la actualidad, existen diversas herramientas que pueden ser empleadas para la identificación de problemas, el análisis de sus causas y la puesta en marcha de soluciones (López Lemos, 2016).

#### **2.1.4.1. Herramientas de control de calidad**

Estas herramientas comparten una serie de características comunes:

- **Sencillez:** cualquier persona de la organización puede manejarlas sin disponer de grandes conocimientos estadísticos. Bata una formación específica en el manejo de la herramienta (López Lemos, 2016).

- **Aplicabilidad:** se puede emplear en cualquier nivel de la organización sea directivo, administrativo u operativo (López Lemos, 2016).
- **Utilidad:** todas ellas ayudan en la recopilación y organización de datos, identificación de causas de los problemas y análisis de posibles soluciones (López Lemos, 2016).

Son herramientas de control y suelen emplearse cuando la información sobre el problema o situación a evaluar está disponible, pero requiere ser organizada y agrupada sistemáticamente para poder ser analizada con éxito (López Lemos, 2016).

#### 2.1.4.1.1. Hoja de control

Son formatos o modelos especialmente diseñados para recoger información relativa a una actividad, un proceso, un proyecto, etc. Esta herramienta permite recoger datos de forma sistemática y organizada (López Lemos, 2016).

*Tabla 1. Ejemplo de hoja de control*

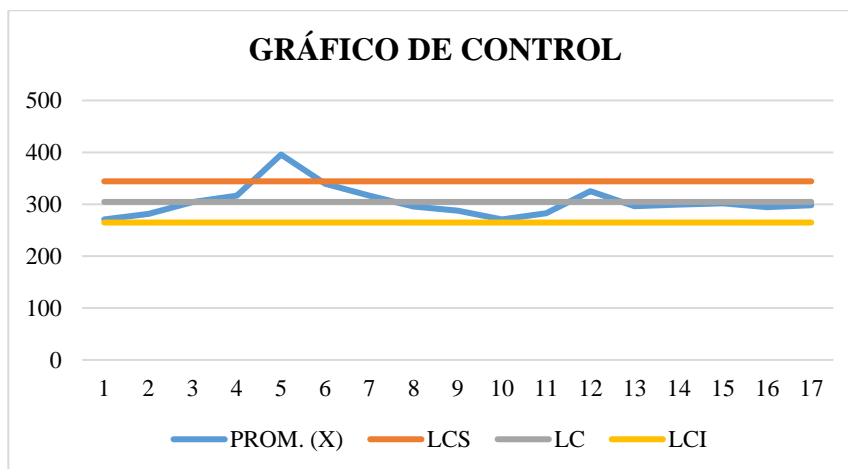
<b>HOJA DE CONTROL</b>						
<b>Defecto</b>	<b>Frecuencia</b>					<b>Total</b>
	<b>Día 1</b>	<b>Día 2</b>	<b>Día 3</b>	<b>Día 4</b>	<b>Día 5</b>	
Mal acabado	III	II	II	III	III	14
Mala distribución en planta	III	III	III	III	III	20
Mala distribución de los trabajadores	III	II	III	II	IIII	16
Daños de las máquinas	III	II	II	III	IIII	15
<b>Total</b>	14	10	12	12	17	65

*Elaborado por: Autora*

#### 2.1.4.1.2. Gráficos de control

Son gráficos utilizados para controlar y mejorar un proceso mediante el análisis de su variación en el tiempo. Permiten establecer límites de control del proceso que permiten identificar cuando el

proceso está dentro de control. También permiten identificar tendencias y estacionalidades (López Lemos, 2016).



*Figura 2. Ejemplo de gráfico de control  
Elaborado por: Autora*

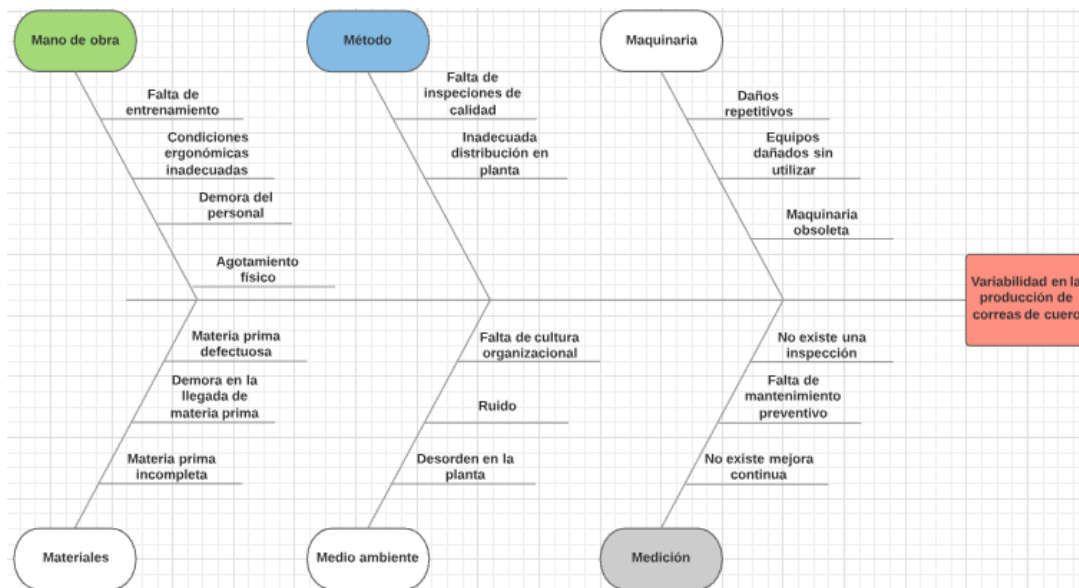
Esta es una herramienta muy visual en la que el control del proceso se fundamenta en que las medidas que se van representando en el gráfico se encuentren dentro de los límites de control tales como: Límite de Control Superior (LCS) y Límite de Control Inferior (LCI). La línea PROM. (X) representa la media de los valores y LC representa la línea central.

#### **2.1.4.1.3. Diagrama de Ishikawa**

El Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto (conocido también como Diagrama de Espina de Pescado dada su estructura) consiste en una representación gráfica que permite visualizar las causas que explican un determinado problema, lo cual la convierte en una herramienta de la Gestión de la Calidad ampliamente utilizada dado que orienta la toma de decisiones al abordar las bases que determinan un desempeño deficiente (GEO Tutoriales, 2017).

La estructura del Diagrama de Ishikawa es intuitiva: identifica un problema o efecto y posteriormente enlista un conjunto de causas que explican dicho problema potencialmente.

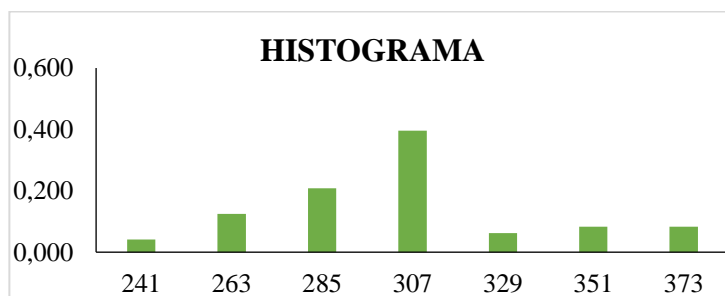
Adicionalmente, cada causa se desagrega en subcausas que resultan útiles para plantear acciones correctivas.



**Figura 3.** Ejemplo de diagrama de Ishikawa  
Elaborado por: Autora

#### 2.1.4.1.4. Histogramas

Es un grupo de gráficos de barras verticales, en la que cada barra muestra la cantidad de datos que corresponde a una categoría concreta. Junto con el gráfico de control, es una herramienta que permite visualizar los datos obtenidos mediante hojas de control y realizar un primer análisis sobre el comportamiento del proceso que se está siguiendo (López Lemos, 2016).

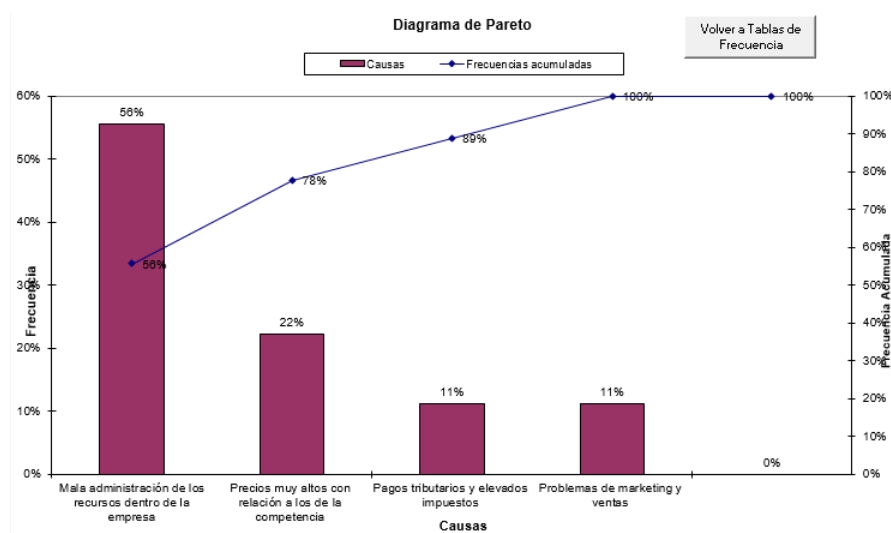


**Figura 4.** Ejemplo de histograma  
Elaborado por: Autora

### 2.1.4.1.5. Diagrama de Pareto

Es un método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema y las menos importantes. Se fundamenta en la teoría de que las causas de los problemas se pueden clasificar de dos formas: las importantes (las menos frecuentes) y las triviales (las más frecuentes) (López Lemos, 2016).

Está basado en el Principio de Pareto, según el cual el 80% de los defectos se originan por un 20% de causas.

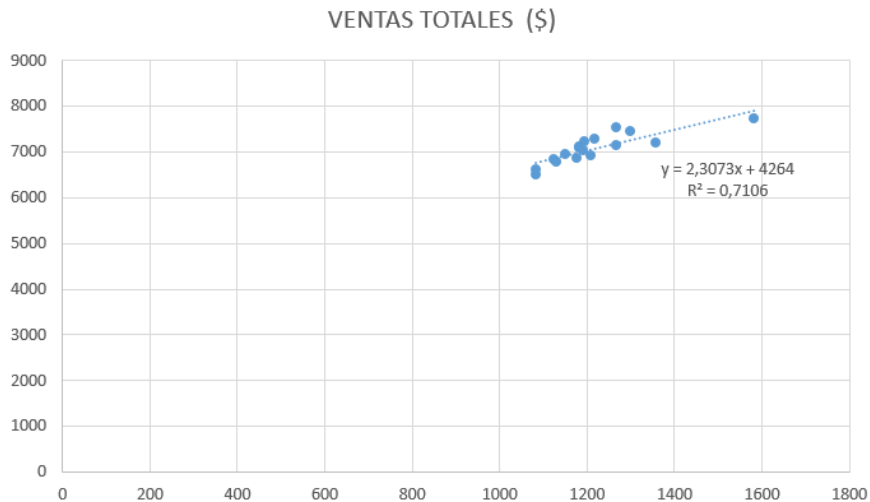


*Figura 5. Ejemplo de diagrama de Pareto  
Elaborado por: Autora*

### 2.1.4.1.6. Diagrama de dispersión

Esta herramienta permite identificar la posible relación entre dos variables. Por ejemplo, cuando el aumento de una de las variables supone que la otra crezca proporcionalmente o viceversa, cuando el aumento de una variable hace que la otra disminuya siguiendo una relación. Esta relación entre variables se denomina correlación (López Lemos, 2016).

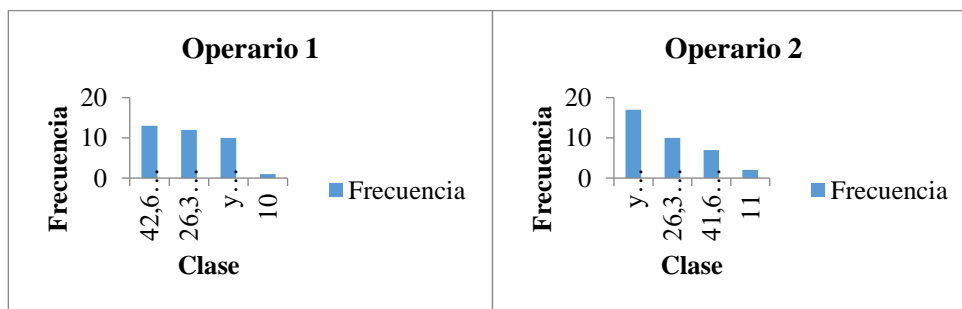




**Figura 6.** Ejemplo de diagrama de dispersión  
*Elaborado por:* Autora

**2.1.4.1.7. Estratificación**

La estratificación es un procedimiento consistente en clasificar y mostrar gráficamente una serie de datos disponibles por grupos con características similares. Esta herramienta sirve para el análisis de datos (López Lemos, 2016).



**Figura 7.** Ejemplo de estratificación de datos  
*Elaborado por:* Autora

## 2.2. Lean Manufacturing

Lean Manufacturing según (Socconini, 2019) se puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero sí costo y trabajo.

Lean Manufacturing se encarga fundamentalmente de la eliminación de todas las actividades que no agreguen valor reduciendo costos y recursos empleados.

Lean surgió en la compañía Toyota, como una nueva forma de producir más eficientemente, con la cual se buscaba tener una menor cantidad de desperdicio y una competitividad igual a la de las compañías automotrices americanas.

### 2.2.1. Tipos de Desperdicios

Taiichi Ohno definió las siete mudas o desperdicios como núcleo del Sistema de Producción Toyota. De la siguiente manera se clasifican los siete tipos de muda:

- **Sobreproducción:** Consiste en producir más cantidad de la requerida por el cliente o invertir en diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria; producir en exceso significa perder tiempo y recursos tanto de materia prima, mano de obra, maquinaria, energía, etc. En fabricar un producto que no se necesita. Este desperdicio implica la coexistencia de los demás desperdicios (Añaguari Yarasca, 2016).
- **Inventario:** Es el exceso de materia prima, trabajo en proceso o producto terminado y su almacenamiento prolongado genera un impacto negativo en la empresa traducidos en costos de almacenaje, transporte, manipulación, obsolescencia, etc. con posibilidades de

sufrir daños, errores de calidad ocultos y demás (Añaguari Yarasca, 2016).

De acuerdo con (de la Hera Criado, 2019) el inventario es el despilfarro más importante y al que hay que atacar primero, puesto que cuando en una empresa hay stocks da la sensación de que no se tiene ningún problema. Esto se debe a que cuando una pieza sale defectuosa, un producto no se termina a tiempo para el cliente, el proveedor no llega a tiempo, etc., se soluciona el problema tomando las piezas necesarias de los stocks. Por lo tanto, el stock lo que hace es ocultar los verdaderos problemas o despilfarros de una empresa y representa el dinero invertido en productos que el cliente aún no ha pedido.

- **Movimientos innecesarios:** Según (Socconini, 2019) se refiere al traslado de personas o equipamientos de un punto a otro de su lugar de trabajo o bien, en toda la empresa, más allá de lo indispensable para aportar valor al producto, sin que ese movimiento contribuya a la transformación o beneficio del cliente. Es el resultado de un layout mal diseñado que obliga al trabajador a realizar movimientos que fuerzan los desplazamientos normales o tener una postura inadecuada colocando en riesgo la salud del trabajador y generando un entorno poco productivo (Añaguari Yarasca, 2016).
- **Transporte:** Es el traslado innecesario de materia prima, equipos, maquinaria y personas que no añade valor agregado al producto. Se debe eliminar estas distancias innecesarias ya que genera un costo, aumenta los plazos de entrega y los riesgos de daños (Añaguari Yarasca, 2016).
- **Esperas:** Es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o proceso ineficiente. Las causas más comunes son procesos desequilibrados (un proceso va más rápido que el siguiente), materias primas no disponibles, tiempos de preparación de

máquinas (setup), fallas, cambios de formato, etc (Añaguari Yarasca, 2016).

- **Sobrepceso:** Es la consecuencia de someter al producto a procesos innecesarios que no generan valor al cliente y por el cuál no está dispuesto a pagar. Es una de las mudas más difíciles de detectar ya que la persona que lo realiza no cae en la cuenta de que está haciendo un trabajo de más (Añaguari Yarasca, 2016).
- **Defectos:** Son aquellos productos que se encuentran fuera de las especificaciones del cliente y que por tanto no aportan valor al mismo. Estos significan una gran pérdida de productividad ya que incluye trabajo extra como consecuencia de no haber ejecutado correctamente un proceso. Generan costes directos de no calidad, consumo de materia prima, mano de obra, reprocesos además de insatisfacción por parte del cliente (Añaguari Yarasca, 2016).

## **2.2.2. Herramientas de Lean Manufacturing**

El Sistema Lean se compone de pilares, herramientas y técnicas que se encargan de mantener los procesos que permiten alcanzar las metas y objetivos de mejora. A continuación, se describen las principales herramientas de Lean Manufacturing.

### **2.2.2.1. Pilares del Lean**

#### **2.2.2.1.1. Six Sigma**

Esta herramienta se basa en la identificación y corrección de las causas de los errores y al hacerlo reducir la tasa a un nivel de 3.4 defectos por millón de oportunidades (DPMO) o  $6\sigma$ , se enfoca en el liderazgo comprometido de arriba hacia abajo (León, Marulanda, & González, 2017).

#### **2.2.2.1.2. Justo a Tiempo**

Sincroniza los proveedores y los procesos para reducir buena parte del desperdicio, a partir del flujo, calidad e intervención de los empleados (León, Marulanda, & González , 2017).

- Reduce plazos de entrega, niveles de inventario, mejora la calidad.
- Proporciona operaciones fluidas y retroalimentación inmediata.
- Entregar al cliente lo que desea, en la cantidad que desea y exactamente como lo desea.

#### **2.2.2.1.3. Jidoka**

Es una metodología que busca que cada proceso tenga su propio autocontrol de calidad, refiriéndose principalmente a procesos industriales que manejan una producción en línea o a gran escala. Esta herramienta permite la aplicación de sistemas y dispositivos que conceden a las máquinas la capacidad de detectar que se están generando errores (Jilcha & Kitaw, 2016).

- Detención manual o automática, del proceso de producción, a partir de la detección de errores, para prevenir despilfarros.
- Automatización teniendo en cuenta al ser humano.
- Relación entre las personas y maquinaria a cargo.

#### **2.2.2.1.4. Kaizen**

Kaizen es un sistema de gestión de calidad, el cual es una de las metodologías más importantes que se utilizan en las empresas y que tiene como objetivo reducir los tiempos de los procesos y aumentar los beneficios económicos, entre otros. Es una estrategia que se esfuerza por dar atención

tanto al proceso como a los resultados. Kaizen es una palabra japonesa que significa “kai”: cambio, “zen”: mejora, y aplicado a la filosofía de la calidad de occidente se define como mejora continua (Vidal Boluda & Gisbert Soler, 2016).

#### **2.2.2.2. Herramientas de seguimiento**

##### **2.2.2.2.1. Gestión visual**

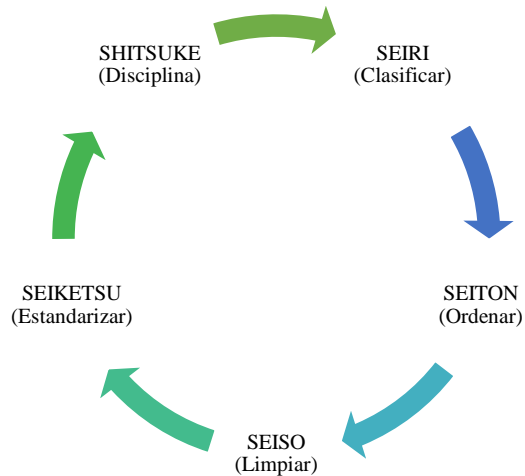
Conjunto de medidas de comunicación que plasman, de forma evidente y sencilla, la situación del sistema productivo, especialmente en las anomalías y despilfarros (León, Marulanda, & González, 2017).

- Empodera y genera sentido de pertenencia en los empleados.
- Demarca áreas, materiales, productos, equipos, programas de producción.
- Emplea indicadores.

##### **2.2.2.2.2. 5'S**

5'S es una herramienta de Lean Manufacturing que trata de establecer y estandarizar una serie de rutinas de orden y limpieza en el puesto de trabajo. Mediante esta técnica se mejora tanto el espacio de trabajo como la eficiencia y eficacia en las operaciones a realizar. Su finalidad es crear círculos virtuosos de separar lo que no es útil, ordenar mediante la clasificación de los elementos que forman el entorno de trabajo, limpieza del lugar, del medio circundante y del equipo que se usa diariamente (Manzano Ramírez & Gisbert Soler, 2016).

En la Figura 8 se muestran los pasos que conforman la metodología de las 5'S.



**Figura 8.** Pasos que conforman la metodología de las 5'S

**Fuente:** (Manzano Ramírez & Gisbert Soler, 2016)

**Elaborado por:** Autora

#### **2.2.2.2.3. SMED (Single-Minute Exchange of Die)**

Es un conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquina. Se refiere a la estandarización mediante la instalación de nuevos mecanismos, plantillas y anclajes funcionales, elimina ajustes tiempos muertos (León, Marulanda, & González , 2017).

#### **2.2.2.2.4. TPM (Total Productive Maintenance)**

Conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados (León, Marulanda, & González , 2017).

- Previene pérdidas en todas las operaciones de la empresa.
- Maximiza la efectividad y alarga la vida del equipo.

### **2.2.2.3. Herramientas operativas**

#### **2.2.2.3.1. Kanban**

Kanban es una palabra japonesa que significa “tarjeta”, la cual es la herramienta clave dentro de este sistema. Kanban cumple un rol importante en la conducción del flujo de producción y materiales dentro de un sistema pull. Con respecto a la producción, el sistema kanban indica la producción de una pieza, componente o subconjunto sólo cuando la siguiente operación en el proceso ha comenzado a trabajar en la unidad o lote producido previamente (Paz Rodríguez, 2016).

#### **2.2.2.3.2. Células de manufactura**

Celdas de trabajo que se diseñan para producir una familia de partes o una cantidad limitada de familias de partes, permitiendo un flujo continuo transformando varios procesos, que trabajan de forma independiente, en una celda de trabajo conjunta (León, Marulanda, & González, 2017).

- Mejora la comunicación y utilización de personas y equipos.
- Considera la formación, disposición y secuencia de las máquinas.

#### **2.2.2.3.3. Poka-Yoke**

Poka-Yoke es un método para prevenir errores provenientes de errores. El principio que maneja el sistema Poka-Yoke es que los errores son para culpar a los procesos, no a los empleados. La solución Poka-Yoke se caracteriza por evitar errores en el proceso. Con Poka-Yoke también es posible obtener la reducción del tiempo requerido para capacitar a los empleados, eliminar muchas operaciones de control de calidad (o su eliminación total), reduciendo la cantidad de defectos y un control del proceso al 100% (Rewers, Trojanowska, & Chabowski, 2016).



## 2.2.2.4. Herramientas de diagnóstico

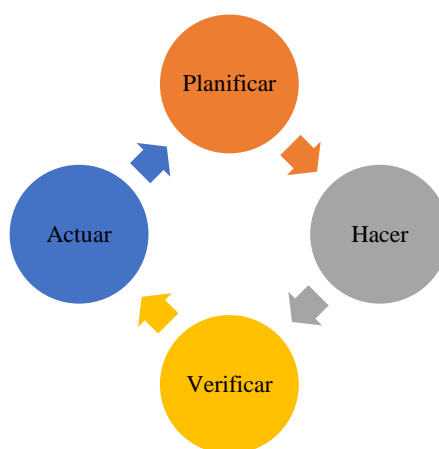
### 2.2.2.4.1. VSM

VSM es una forma gráfica de presentar el flujo de material e información en el sistema de producción. El mapa muestra todas las tareas realizadas en el proceso, desde la compra de materias primas hasta la entrega. Este acabado permite la identificación de todo tipo de residuos y la orientación para futuras actuaciones con el fin de eliminarlos (Rewers, Trojanowska, & Chabowski, 2016).

## 2.3. Seis Sigma

Seis Sigma según (Socconini, 2015) es una filosofía de negocios enfocada hacia la satisfacción del cliente. Utiliza una metodología para disminuir el desperdicio a través de la reducción de la variación en los procesos.

El método Seis Sigma está basado en el ciclo Deming establecido como un procedimiento para la mejora, Figura 9.



**Figura 9.** Ciclo de Deming  
**Fuente:** (Socconini, 2015)  
**Elaborado por:** Autora

### 2.3.1. Fases Six Sigma

La metodología de resolución de problemas Six Sigma DMAIC se utiliza para mejorar los procesos. Las fases DMAIC están bien definidas y estandarizadas, pero los pasos que se llevan a cabo en cada fase pueden variar en función de la referencia utilizada. La fase de Definición es donde se desarrolló el alcance de la carta del proyecto. El objetivo de la fase de Medición es comprender y establecer una línea base del proceso actual. En la fase de Análisis, se analiza los datos recopilados en la fase de medición para identificar las causas fundamentales de los problemas identificados. En la fase de Mejora, se desarrollan e implementan las recomendaciones de mejora. El objetivo de la fase de Control es asegurar que las mejoras tengan un impacto positivo y que sean sostenidas y controladas (Furterer, 2016).

A continuación, en la Tabla 2 se describen las actividades que se pueden realizar dentro de cada fase de la metodología de resolución de problemas DMAIC.

*Tabla 2. Actividades de DMAIC*

N°	Definir	Medir	Analizar	Mejorar	Controlar
1	Desarrollar la carta del proyecto	Definir el proceso actual	Desarrollar relaciones de causa y efecto	Identificar picos y seleccionar soluciones	Medir los resultados y gestionar el cambio
2	Identificar las partes interesadas	Definir VOC detallado	Determinar y validar la causa raíz	Realizar un análisis de costo / beneficio	Informar los datos del cuadro de mando y crear un plan de control de procesos
3	Realizar VOC inicial e identificar CTS	Definir VOP y rendimiento actual	Desarrollar la capacidad del proceso	Diseño del estado futuro	Aplicar el proceso PDCA

4	Seleccionar el equipo y lanzar el proyecto	Validar el sistema de medición		Establecer objetivos de desempeño, cuadro de mando del proyecto	Identificar oportunidades de replicación
5	Crea un plan de proyecto	Definir COPQ y costo/beneficio		Obtener la aprobación para implementar e implementar	Desarrollar planes futuros
6				Entrenar y ejecutar	

*Fuente: (Furterer, 2016)*

*Elaborado por: Autora*

### **2.3.1.1. Fase I: Definir**

Es un proceso genérico donde se define el defecto o defectos a corregir, la localización de estos, los clientes afectados, el equipo enfocado en el problema, así como los objetivos, metas y tiempos de implementación. Una herramienta usada a la hora de definir son los estudios benchmarking, los cuales comparan los procesos de negocio de la empresa con los de empresas líderes con tal de identificar oportunidades (Rodrigo Oltra, Gisbert Soler, & Pérez Molina, 2016).

### **2.3.1.2. Fase II: Medir**

Consiste en medir los fallos generados en aquellos procesos internos problemáticos identificados, los cuales ocasionan características críticas para la calidad del producto o servicio, es decir fuera del margen de tolerancia (Rodrigo Oltra, Gisbert Soler, & Pérez Molina, 2016).

En el desarrollo de esta etapa se puede utilizar varias herramientas para la recolección y análisis de los datos. Concretamente a la hora de medir se utilizan estudios de capacidad de proceso y correlación entre defectos y confiabilidad. Otras herramientas útiles para destacar son:

- Diagramas de Flujo de Procesos: por medio de una secuencia de pasos se conocen las etapas del proceso.
- Histogramas: Distribuyen los datos con tal de estimar la tendencia central y la variabilidad.
- Diagramas de Tendencias: Permite representar datos de forma visual con respecto a un tiempo a fin de poder observar los fallos de un proceso (Rodrigo Oltra, Gisbert Soler, & Pérez Molina, 2016).

### **2.3.1.3. Fase III: Analizar**

Se pretende comprender el motivo por el que se producen defectos. Es usual el uso de técnicas como tormentas de ideas y herramientas estadísticas donde se identifican las variables clave. Al mismo tiempo se examinan los resultados óptimos con el fin de analizar los procedimientos que se llevaron a cabo y poder estandarizarlos (Rodrigo Oltra, Gisbert Soler, & Pérez Molina, 2016).

Las herramientas más frecuentes que ayudan en la fase de análisis son las técnicas RCA, de análisis causa raíz, entre las que se destacan están:

- Diagrama de Pareto: permite identificar las causas principales de los problemas en los procesos de mayor a menor con sus porcentajes respectivos con el fin de focalizarse en aquellos más problemáticos.
- Diagramas de Causa - Efecto: se utilizan para llegar hasta la causa raíz de los problemas.
- Diagramas de Dispersión: Con relacionan dos variables permitiendo hacer estimaciones a

primera vista (Rodrigo Oltra, Gisbert Soler, & Pérez Molina, 2016).

#### **2.3.1.4. Fase IV: Mejorar**

Tiene por objetivo identificar las variables que se pueden mejorar para cuantificar el efecto sobre las características más críticas de la calidad; así en base a su relevancia, mejorar el proceso para cumplir con los márgenes aceptables (Rodrigo Oltra, Gisbert Soler, & Pérez Molina, 2016).

#### **2.3.1.5. Fase V: Controlar**

En esta etapa se intenta garantizar que la modificación presente en las variables esté dentro de los márgenes de variación aceptados, se usan técnicas como el Control Estadístico de Procesos y gráficas de control. Una técnica Leada usada es el Poka Yoke, entre otras. De esta manera se crea un proceso de mejora continua (Rodrigo Oltra, Gisbert Soler, & Pérez Molina, 2016).

### **2.4. Metodología Lean Six Sigma**

Lean Six Sigma es un enfoque centrado en mejorar la calidad, reducir la variación y eliminar el desperdicio en una organización. Es la combinación de dos programas de mejora: Six Sigma y Lean Manufacturing. La primera es una filosofía y metodología de gestión de calidad que se enfoca en reducir la variación: medir defectos (por millón de resultados / oportunidades); y mejorar la calidad de los productos, procesos y servicios. Lean Manufacturing es una metodología que se centra en reducir el tiempo del ciclo y el desperdicio en los procesos (Furterer, 2016).



**Figura 10.** Evolución de calidad y productividad para Lean Six Sigma

*Fuente:* (Furterer, 2016)

*Elaborado por:* Autora

### 2.4.1. Historia de la Metodología Lean Six Sigma

(Wiesenfelder, 2018) manifiesta que el Lean Six Sigma fue creado por la fusión de los aspectos de manufactura eficiente y Six Sigma, iniciativas de gestión de calidad en su propio derecho. Cada uno de estos ha evolucionado a su vez una serie de iniciativas anteriores en diferentes industrias y empresas de todo el mundo.

Lean se desarrolló a partir de los conceptos que conforman el Sistema de Producción Toyota: eliminación de residuos de todo tipo, incluyendo el exceso de inventario y una mayor velocidad de proceso. Se estableció un enfoque en la definición de clientes de valor y utilizan para determinar el momento adecuado el proceso y el flujo (Wiesenfelder, 2018).

Mientras que Six Sigma creció en 1980, a partir de Motorola y se extiende a compañías como General Electric y Allied Signal. Incorporó la gestión total de la calidad, así como el control

estadístico de procesos y fue ampliado a partir de un enfoque de fabricación para otras industrias y procesos (Wiesenfelder, 2018).

Es ahí que, a finales de 1990, tanto AlliedSignal y Maytag independientemente diseñaron programas que combinan aspectos de ambos Lean y Six Sigma. Cruzaron empleados formados en las dos metodologías, crearon marcos de proyectos que combinan las dos técnicas (Wiesenfelder, 2018).

#### **2.4.2. Integración Lean Six Sigma**

Según (George, 2013) Lean Six Sigma es una metodología que maximiza el valor de los grupos de interés, alcanzando el mayor rango de mejora en la satisfacción del cliente, costos, calidad, velocidad del proceso e inversión de capital.

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, en donde se ha podido evidenciar que ambos enfoques contienen una gama de herramientas y técnicas que se complementan y son de refuerzo uno al otro.

La adopción y mezcla de estos dos enfoques no están exentas de problemas. Por un lado, cuando se mejora la velocidad de los procesos, la calidad o los costes pueden verse dañados. Por otra parte,

cuando se reducen defectos y se mejora la calidad podrían incrementarse los costes, reducirse la velocidad de los procesos o degradar el medio ambiente. La clave de la integración de estas dos metodologías en un solo enfoque para hacer las cosas más rápido, mejor, más barato, más seguro y verde (Jugulum & Samuel, 2008).

“La ejecución de un proyecto en un método de mejora puede ser guiada por el enfoque familiar de Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAIC). A pesar de que la metodología de solución de problemas DMAIC se originó en Six Sigma, puede ser perfectamente distinguida de las herramientas Six Sigma con las cuales este está asociado en un nivel más general y como una forma de trabajo para la mejora continua. Entonces las herramientas que resulten apropiadas para un problema sean herramientas de Six Sigma o de Lean, pueden ser aplicadas en la etapa apropiada de estructura y secuencia de la metodología DMAIC” (Snee & Hoerl, 2007).

### **2.4.3. Empresas que implementaron Lean Six Sigma**

Existen muy pocas empresas que han implementado la metodología Lean Six Sigma ya que aún se ve un enfoque por separado entre las dos filosofías, son muy pocas las organizaciones que llevan el nombre completo de la metodología. La mayoría se quedan solamente con Lean Manufacturing y otras con Six Sigma, sin embargo, cada vez más se ve la necesidad en las empresas de integrar la parte faltante pero muy pocas organizaciones aplican las dos filosofías juntas denominada Lean Six Sigma.

A continuación, en la Tabla 3 se detallan las empresas con metodología Lean y Six Sigma.



*Tabla 3. Empresas con metodología Lean y Six Sigma*

<b>Empresas Lean Six Sigma</b>		
<b>N°</b>	<b>Lean</b>	<b>Six Sigma</b>
1	Toyota	3M
2	Ford Motor Company	Amazon
3	John Deere	BAE Systems
4	Parker Hannifin	Bank of America
5	Textron	Boeing
6	Illinois tool Works	Caterpillar Inc.
7	Intel	Dell
8	Caterpillar Inc.	Motorola
9	Kimberley Clark	Ford Motor Company
10	Nike	General Electric

*Fuente: (Guamán Aymar, 2015)*

*Elaborado por: Autora*

Lean Six Sigma es una metodología que está siendo probada por la industria en todo el mundo. Con el crecimiento de la comprensión de ambas metodologías muchas empresas se van identificando con la sinergia de la aplicación de las dos para mejorar la calidad y mejora continua. Al analizar a fondo la forma en Lean Six Sigma ha sido empleada y aplicada dentro de las diversas organizaciones con éxito, otras podrán ser capaces para prepararse mejor y superar las barreras de desarrollo y los desafíos de implementación para lograr mayores niveles de éxito (Guamán Aymar, 2015).

Las empresas japonesas y norteamericanas son un ejemplo en donde se aplica Lean Six Sigma, debido a que en los procesos de producción utilizan el sistema vendedor-cliente, en cada etapa del proceso y cada etapa es responsable de su actividad y debe entregar el producto con buena calidad (sin defectos) y en el menor tiempo posible (Guamán Aymar, 2015).

La aplicación de la metodología Lean Six Sigma en empresas como 3M, Acme Industries, Aluminum Trailer Company, Crown Equipment, Genaral Cable, GKN Sinter Metals, Ingersoll Rand, Luvata, PLI, Seegrid, Spanbild, etc., ha generado un avance en mejoras en sus procesos

tanto en los sistemas de calidad y mejoras en sus productos. Estas empresas ascendieron rápidamente con la aplicación de la metodología y los resultados se han reflejado en poco tiempo, de acuerdo con las capacidades de las mismas y del personal que labora en ellas (Guamán Aymar, 2015).

## CAPÍTULO III

### 3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

#### 3.1. Caracterización General de la Empresa

##### 3.1.1. Antecedentes de la Empresa

La empresa de confección “Acuatex” se encuentra ubicada en la ciudad de Atuntaqui, calle David Manangón y Panamericana Norte. Fue creada el 1 de enero de 2012 bajo la responsabilidad de Carlos Narváez y Ana Gómez, quienes como familia vieron la oportunidad de cubrir otro segmento de mercado, por poseer experiencia y conocimiento en este ámbito y siendo ellos actualmente los accionistas de la empresa.

Es una empresa dedicada a la fabricación de prendas de vestir que se caracteriza por su seriedad, puntualidad y calidad de sus productos textiles, cuenta con una amplia variedad de productos que cumplen satisfactoriamente con las necesidades y expectativas de sus clientes. A pesar de ser una empresa nueva en el mercado ecuatoriano, gracias a la constancia y su sueño de posicionarse como una marca líder se evidencia que cada año han ido incrementando sus ventas.

Acuatex se ha mantenido como una marca líder en el mercado textil gracias a los estándares de calidad y mano de obra responsable que posee, permitiéndole cumplir con las necesidades y exigencias de sus clientes, generando confianza y fidelidad en los mismos y de esta manera ser más competitivos y poder abarcar incluso el mercado internacional.

### 3.1.2. Misión

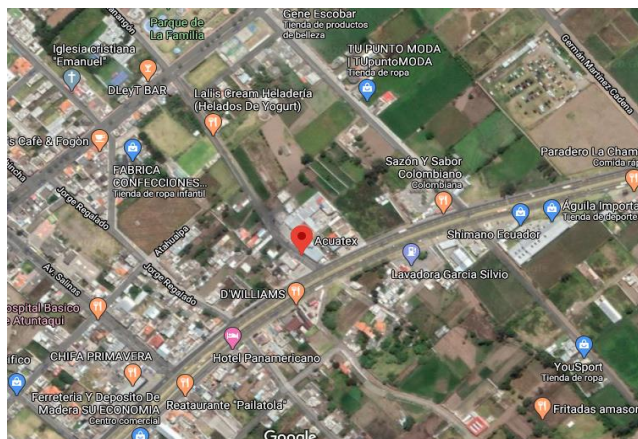
Diseñar, fabricar y comercializar prendas de vestir de excelente calidad teniendo en cuenta las tendencias y la moda, asegurando la disponibilidad y servicio, manteniendo costos competitivos para lograr la completa satisfacción de nuestros consumidores, basándonos en principios de ética, generando relaciones duraderas y de confianza de nuestros clientes, proveedores y empleados.

### 3.1.3. Visión

Ser una empresa líder en productos y servicios de óptima calidad reconocida en el ámbito nacional como una empresa confiable por su dinamismo y cumplimiento, abarcando al 2022 todas las cadenas comerciales en el ámbito nacional, con sus respectivas líneas.

### 3.1.4. Ubicación Geográfica

La empresa Acuatex se encuentra ubicada en la ciudad de Atuntaqui, calle David Manangón y Panamericana Norte. A continuación, en la Figura 11 se muestra la ubicación geográfica de la empresa Acuatex.



**Figura 11.** Ubicación geográfica de la empresa Acuatex  
**Fuente:** Google Maps (Acuatex, 2020)

### 3.1.5. Contactos

**Teléfonos:** (06)2907688 / 0984270879

**E-mail:** [auxicontable-acuarelatex@hotmail.com](mailto:auxicontable-acuarelatex@hotmail.com)

En la Figura 12 se muestra el logotipo de la empresa Acuatex que es el símbolo que lo caracteriza y diferencia de otras empresas.



*Figura 12. Logotipo de la empresa Acuatex  
Fuente: (Acuatex, 2020)*

### 3.1.6. Principales Clientes

Acuatex cuenta con 6 principales clientes, los mismos que se caracterizan por ser cadenas retailers del Ecuador y sus exigencias en cuanto a la calidad de los productos. A continuación, en la Tabla 4 se muestran los principales clientes de la empresa Acuatex.

*Tabla 4. Principales clientes de la empresa Acuatex*

<b>Cientes</b>	<b>Productos</b>
Alby Store	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polo</li> <li>• Pantalón</li> <li>• Vestido</li> <li>• Falda</li> <li>• Blusa</li> <li>• Camiseta</li> <li>• Camisa</li> <li>• Short</li> <li>• Bermuda</li> </ul>
De Prati	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chompa</li> <li>• Camiseta</li> <li>• Conjunto</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jogger</li> <li>• Enterizo</li> </ul>
Etafashion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Camiseta</li> <li>• Licra</li> <li>• Buso</li> <li>• Buso c/capucha</li> <li>• Blusa</li> <li>• Chompa</li> <li>• Chaleco</li> <li>• Leggins</li> <li>• Polo</li> <li>• Top</li> </ul>
Mantra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Camiseta</li> <li>• Chompa</li> </ul>
RM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conjunto</li> <li>• Pantalón</li> <li>• Vestido</li> <li>• Camiseta</li> <li>• Enterizo</li> <li>• Short</li> <li>• Buso</li> </ul>
Súper Éxito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buso</li> <li>• Camiseta</li> <li>• Buso c/capucha</li> <li>• Chompa</li> <li>• Conjunto</li> <li>• Falda</li> <li>• Vestido</li> </ul>

*Fuente: (Acuatex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

### **3.1.7. Proveedores**

A continuación, se muestra la Tabla 5 con la lista de los principales proveedores de la empresa Acuatex y los productos que se receiptan. En su mayoría, los proveedores son de Ecuador en especial de la ciudad de Quito.

*Tabla 5. Principales proveedores de la empresa Acuatex*

<b>Proveedores</b>	<b>Productos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabrinorte Cía. Ltda.</li> <li>• S.J. Jersey Ecuatoriano C.A.</li> <li>• Pat Primo Ecuador S.A.</li> <li>• Comercializadora Topytop S.A.</li> </ul>	Tela de diferentes tipos
Darío Pozo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etiquetas de cuello</li> <li>• Etiquetas de lavado</li> <li>• Chips</li> <li>• Cartones</li> <li>• Fundas</li> </ul>
Import Group	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hilos</li> <li>• Flechas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Santiago Screen</li> <li>• Sumiprint</li> <li>• Master Print S.A.</li> <li>• Etnia Textil</li> <li>• Printop</li> </ul>	Pinturas

*Fuente: (Acuatex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

### **3.1.8. Número de Trabajadores**

Acuatex cuenta con 38 trabajadores, de los cuales se distribuyen 8 en la parte administrativa y 30 en personal operativo. En la Tabla 6 se muestra la distribución de los trabajadores de la empresa Acuatex en el área de producción.

**Tabla 6.** Distribución de los trabajadores de la empresa Acuatex en el área de producción

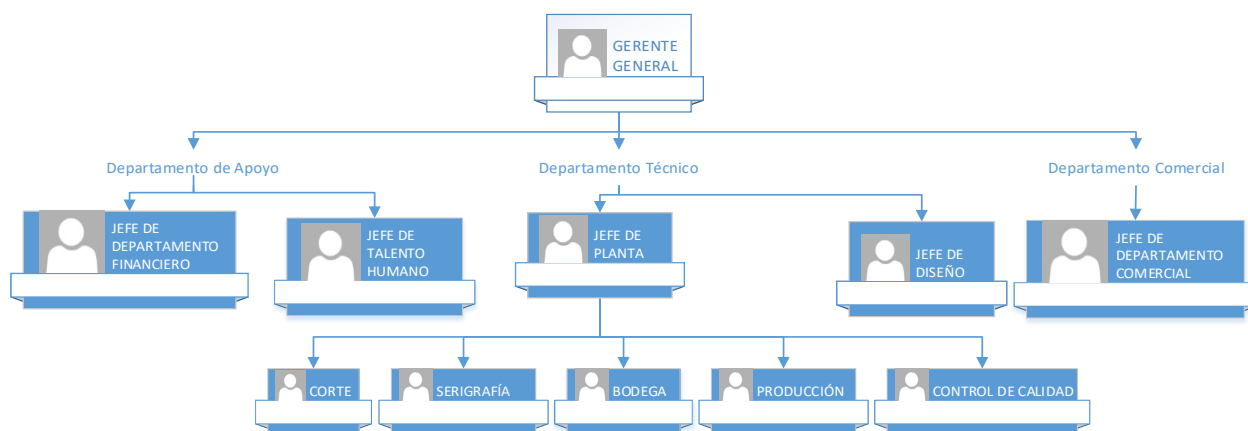
Área	N° de trabajadores
Bodega	1
Diseño	5
Corte	2
Estampado	8
Confección	10
Empaque	4
<b>Total</b>	<b>30</b>

*Fuente:* (Acuatex, 2020)

*Elaborado por:* Autora

### 3.1.9. Organigrama Estructural

En la Figura 13 se muestra el organigrama estructural de la empresa Acuatex el mismo que está dividido en tres departamentos como son: departamento de apoyo, departamento técnico y departamento comercial. Dentro del departamento de apoyo se encuentra el jefe del departamento financiero y jefe de talento humano. Dentro del departamento técnico se encuentra el jefe de planta el mismo que es el encargado de dirigir a todo el personal involucrado en el proceso de producción de prendas de vestir y el jefe de diseño. Por último, dentro del departamento comercial se encuentra el jefe del departamento comercial.



**Figura 13.** Organigrama estructural de la empresa Acuatex

*Fuente:* (Acuatex, 2020)

*Elaborado por:* Autora



### 3.1.10. Volumen de Producción

La empresa Acuatex actualmente cuenta con una capacidad de producción de aproximadamente 15.000 prendas mensuales que pueden ser distribuidas como se detalla en la Tabla 7.

*Tabla 7. Volumen de producción de Acuatex*

<b>Tipo de prenda</b>	<b>Nº de prendas</b>
Blusa	454
Buso	894
Buso c/capucha	544
Calentador	1536
Camiseta	7725
Chompa	726
Conjunto calentador	240
Conjunto	1168
Hoddie	330
Jogger	90
Licra	408
Pantalón	234
Polo	390
Short	472
Vestido	650
<b>Total</b>	<b>15861</b>

*Fuente: (Acuatex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

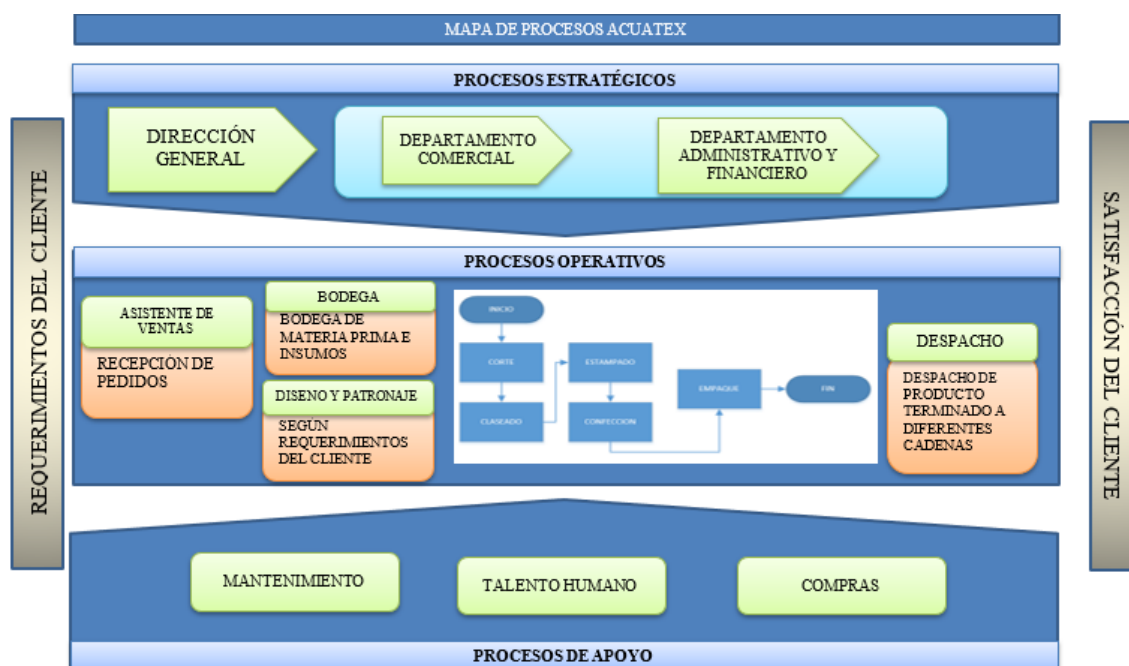
En la Tabla 7 se puede observar que la camiseta es el producto que mayormente se confecciona en Acuatex, puesto que se producen 7.725 prendas mensuales, motivo por el cual es considerado como un producto estrella y será el producto a tratar en el desarrollo del presente proyecto de investigación.

### 3.2. Procesos

Mediante un análisis realizado a los procesos que intervienen en la cadena de producción de camisetas básicas de la línea infantil que son los productos más demandados de la empresa, se procede a diagramar los procesos involucrados dividiéndolos en procesos estratégicos, operativos y de apoyo.

#### 3.2.1. Mapa de Procesos

A través del mapa de procesos se puede identificar las áreas de la empresa, en la que intervienen una serie de procesos, que dan origen al producto final. En referencia a lo descrito, se puede identificar dentro de la Figura 14 el mapa de procesos de la empresa Acuatex.



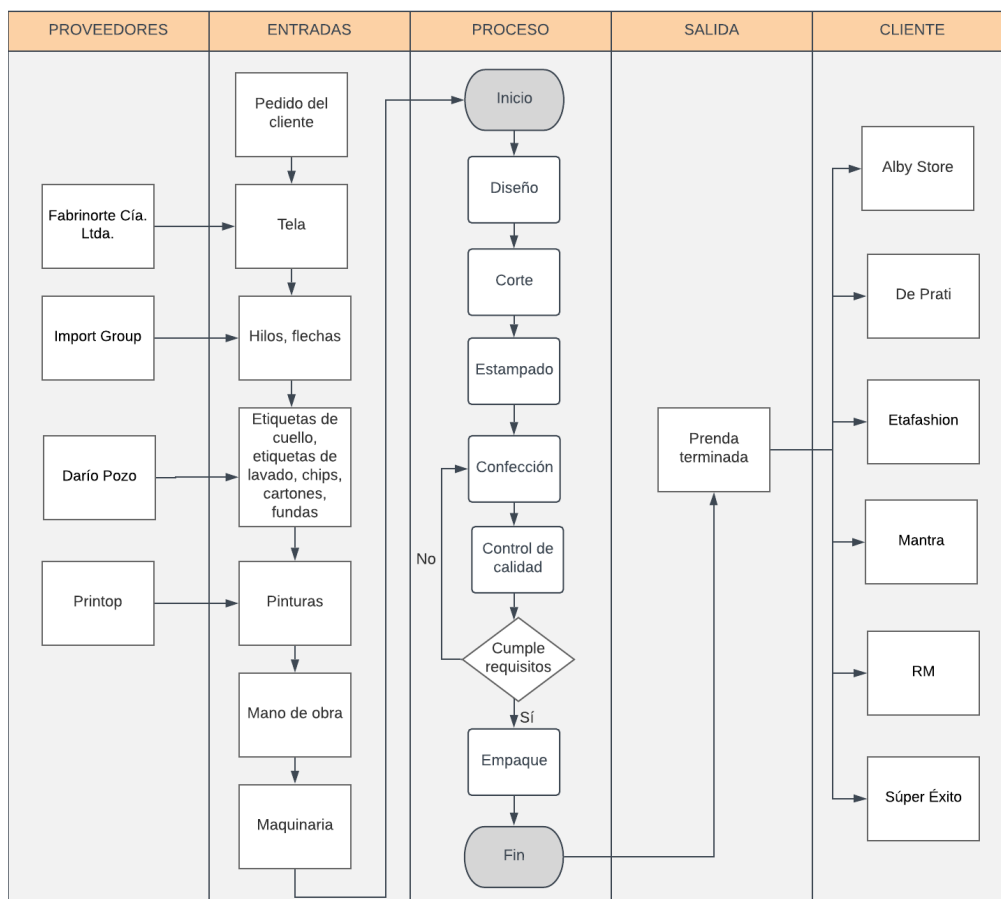
*Figura 14. Mapa de procesos de la empresa Acuatex*

*Fuente: (Acuatex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

### 3.2.2. Diagrama SIPOC

En la Figura 15 se muestra el diagrama SIPOC de la empresa Acuatex en el cual se detalla los procesos de producción (proveedor, entrada, proceso, salida, cliente) en base a la línea de camisetas básicas.



**Figura 15.** Diagrama SIPOC de la empresa Acuatex

**Fuente:** (Acuatex, 2020)

**Elaborado por:** Autora

#### 3.2.2.1. Descripción del proceso

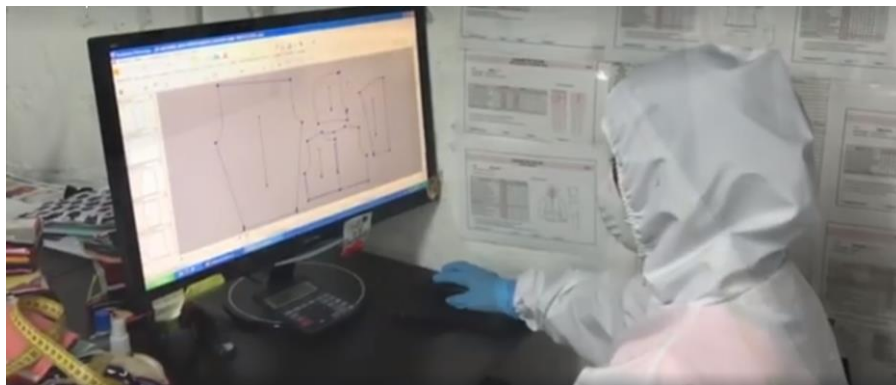
El diagrama SIPOC muestra la cadena que sigue cada uno de los subprocesos involucrados en la elaboración de prendas de vestir, incluyendo los puntos de control.

Para empezar con el proceso de fabricación de la línea de camisetas básicas se tiene como entrada la ficha del pedido del cliente y se continúa con los cinco procesos que se detallan a continuación.

#### **3.2.2.1.1. Diseño**

En este proceso, se receipta la ficha del pedido del cliente con las distintas especificaciones detalladas por el mismo. El diseñador gráfico es el encargado de editar el diseño haciendo uso de los softwares Adobe Ilustrador o Adobe Photoshop.

En la Figura 16 se muestra al diseñador gráfico elaborando el diseño del molde de acuerdo con las especificaciones del cliente.



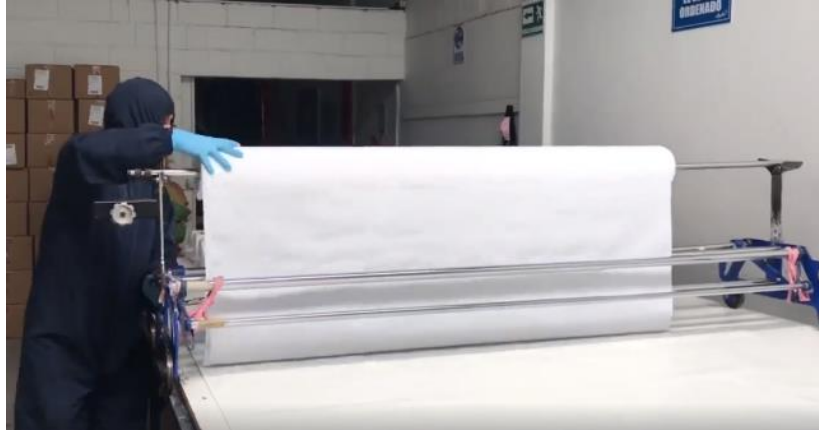
*Figura 16. Diseñador gráfico elaborando el diseño del molde*

*Fuente: (Acuatex, 2020)*

#### **3.2.2.1.2. Corte**

Una vez que ya se tiene el diseño, la orden de tendido, trazo y corte junto con el trazo son transportados al área de corte en donde como primer subproceso es tender la tela de manera uniforme a lo largo de la mesa de corte para proceder a cortar conforme a las piezas dadas por el patrón.

A continuación, en la Figura 17 se muestra al operario del área de corte realizando el tendido de la tela.



*Figura 17. Operario del área de corte realizando el tendido de la tela*  
*Fuente: (Acuatex, 2020)*

### 3.2.2.1.3. Estampado

Se realiza el estampado en las piezas de acuerdo con el requerimiento del cliente.

En la Figura 18 se muestra los pulpos para estampado que posee la empresa Acuatex, sean estos manuales o electrónicos.



*Figura 18. Pulpos para estampado*  
*Fuente: (Acuatex, 2020)*

#### 3.2.2.1.4. Confección

Se ensambla las piezas que componen el producto, las cuales van a pasar por diferentes máquinas tales como: overlock, recta, tirilladora y recubridora dependiendo del tipo de costura de las piezas.

En la Figura 19 se presenta a las operarias del área de confección realizando el ensamble de las piezas que integran el producto final.



*Figura 19. Operarias del área de confección  
Fuente: (Acuatex, 2020)*

#### 3.2.2.1.5. Empaque

Para empezar con este proceso se realiza un control de calidad de las prendas ya terminadas, posteriormente se plancha y se empaqa el producto. Después, se distribuyen las prendas en cajas de cartón de acuerdo a las especificaciones del cliente para finalmente realizar el despacho del pedido al mismo.

En la Figura 20 se observa a la operaria del área de empaque colocando las etiquetas en las prendas.








*Figura 20. Operaria del área de empaque colocando las etiquetas en las prendas*  
*Fuente: (Acuatex, 2020)*

### **3.2.3. Diagrama de procesos**

#### **3.2.3.1. Diagrama del proceso de corte**

A continuación, en la Tabla 8 se muestra el diagrama del proceso de corte, con las distancias y tiempos de cada actividad.

**Tabla 8. Diagrama del proceso de corte**

DIAGRAMA DEL PROCESO DE CORTE								
N°	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	SÍMBOLOS				
				Operación 	Transporte 	Demora 	Inspección 	Almacenamiento 
1	Recepción de la orden de tendido, trazo y corte	10,8	0,35	●				
2	Pedido de tela a bodega	11,5	0,32					▼
3	Transporte de tela	10	1,78		→			
4	Tendido del papel cama		0,63	●				
5	Señalar el trazo y revisar la moldería		4,9				■	
6	Subir la tela al coche		1,7		→			
7	Tendido de tela		31,68	●				
8	Pegar el trazo sobre la tela		6,49	●				
9	Cortar		56,76	●				
10	Amarrar las piezas y transportar al claseado	23,90	3,45	●	→			
11	Limpieza de la mesa de corte	1,60	1,48	●				
12	Claseado		36,15				■	
13	Transporte de piezas a estampado	8,40	0,37		→			
<b>TOTAL</b>		<b>66,20</b>	<b>146,04</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

*Fuente: (Acuatex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*






En la Tabla 8 se puede observar que de las trece actividades que involucran el proceso de corte, ocho son de operación, dos de transporte, dos de inspección y una de almacenamiento, y la actividad que demanda mayor tiempo es cortar con un tiempo equivalente a 56,76 minutos por lote de producción, este tiempo depende de la habilidad del trabajador, del número de capas, del área y perímetro de corte.

### 3.2.3.2. Diagrama del proceso de estampado

En la Tabla 9 se muestra el diagrama del proceso de estampado, especificando las distancias y tiempos que conllevan realizar cada actividad.



**Tabla 9.** Diagrama del proceso de estampado

DIAGRAMA DEL PROCESO DE ESTAMPADO								
N°	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	SÍMBOLOS				
				Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenamiento
								
1	Recuperado de cuadros		7,75	●				
2	Recepción de la orden de estampado y negativos		2,38	▼				
3	Emulsionado		1,10	▼				
4	Secado		7,68	▼				
5	Cuadrado de negativos		1,20	▼				
6	Revelado		3,56	▼				
7	Sacado de imagen	4	2,47	▼				
8	Secado en las hornillas	7,50	13,03	▼				
9	Transporte a estanterías	1	0,13		→			
10	Preparación de pintura de acuerdo a los tonos		8,17	●				
11	Transporte de pintura a los pulpos	16,60	0,40		→			
12	Transporte de cuadros hasta los pulpos	11,10	0,50		→			
13	Montaje por cuadro		14,42	●				
14	Estampado de la primera muestra y registro de medidas		4,25	▼				
15	Hacer aprobar por diseño	12,40	1,12		→		■	
16	Engomado de tableros		1,02	●				
17	Estampar una prenda de la producción		0,51	▼				
18	Transportar al horno	2,40	0,21		→			
19	Revisión de prendas	2,80	0,32		→		■	
20	Termofijar	7,50	0,40	●				
21	Transportar la producción a confección	31,90	0,77		→			
<b>TOTAL</b>		<b>96,60</b>	<b>71,39</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>

*Fuente:* (Acuatex, 2020)






*Elaborado por:* Autora

En la Tabla 9 se puede observar que de las veintiún actividades que involucran el proceso de estampado, catorce son de operación, cinco de transporte y dos de inspección, además la actividad que demanda mayor tiempo es el montaje por cuadro con un tiempo equivalente a 14,42 minutos debido a que el operario debe hacer coincidir exactamente la imagen en el cuadro para luego estampar las prendas.

### 3.2.3.3. Diagrama del proceso de confección

En la Tabla 10 se muestra el diagrama del proceso de confección, especificando las distancias y tiempos que conllevan realizar cada actividad.

*Tabla 10. Diagrama del proceso de confección*

DIAGRAMA DEL PROCESO DE CONFECCIÓN								
N°	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	SÍMBOLOS				
				Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenamiento
								
1	Recepción de la orden de producción	5	0,25	↓				
2	Preparar etiquetas de lavado		6,55	↓				
3	Preparar etiquetas de cuello	4,20	3,28	↓				
4	Cortar tirilla	24	10,05	↓				
5	Transportar los insumos a confección	10	0,28		→			
6	Unir hombros		0,37	↓				
7	Preparar cuello	1,20	0,19	↓				
8	Pegar cuello	5,50	0,80	↓				
9	Pegar etiqueta	1,10	0,47	↓				
10	Pegar tirilla y número	2,50	0,80	↓				
11	Pespuntar cuello	4,50	0,50	↓				
12	Pegar mangas	1,10	0,80	↓				
13	Cerrar costados	1,10	0,90	↓				
14	Recubrir mangas	1,20	0,80	↓				
15	Igualar bajos	1,10	0,60	↓				
16	Recubrir bajos	5,10	0,60	↓				
17	Transportar a empaque	4,50	0,37		→			
<b>TOTAL</b>		<b>72,10</b>	<b>27,61</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

*Fuente: (Acutex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*













En la Tabla 10 se puede observar que de las diecisiete actividades que involucran el proceso de confección, quince son de operación y dos de transporte y la actividad que demanda mayor tiempo es cortar tirilla con un tiempo equivalente a 10,05 minutos debido a que la operaria debe

movilizarse desde la bodega hasta la máquina recta para unir la tela y después hacia la máquina tirilladora para cortar la tirilla.

### 3.2.3.4. Diagrama del proceso de empaque

A continuación, en la Tabla 11 se muestra el diagrama del proceso de empaque, con las distancias y tiempos de cada actividad.

*Tabla 11. Diagrama del proceso de empaque*

DIAGRAMA DEL PROCESO DE EMPAQUE								
N°	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	SÍMBOLOS				
				Operación 	Transporte 	Demora 	Inspección 	Almacenamiento 
1	Recepción de la orden de producción		0,13					
2	Cortar hilos y revisar		1,15					
3	Planchar mangas, bajos y cuellos	11,20	1,20					
4	Empacar	11,20	0,78					
5	Distribuir en las cajas	10	0,11					
6	Rectificar la distribución		0,09					
7	Transportar las cajas al camión	50	2,15					
<b>TOTAL</b>		<b>82,40</b>	<b>5,61</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>

*Fuente: (Aquatex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

En la Tabla 11 se puede observar que de las siete actividades que involucran el proceso de empaque, cuatro son de operación, una de transporte y dos de inspección. Además, la actividad que demanda mayor tiempo es transportar las cajas al camión con un tiempo equivalente a 2,15 minutos debido a que el operario debe movilizarse desde el área de empaque hasta la puerta principal de la empresa lo que conlleva recorrer una distancia de 50 metros.

### 3.3. Problemática Actual de la Empresa

Para identificar los defectos existentes más comunes causantes de los reprocesos que suceden durante el proceso productivo de las camisetas básicas se realizó una entrevista al jefe de planta Ing. Esteban Lafuente y a cada uno de los jefes encargados de las distintas áreas de producción como son: corte, estampado y confección. Además, mediante la observación del proceso productivo y preguntas realizadas a los operarios de cada área se obtuvo los siguientes resultados (Ver Anexo 1).

- **Proceso de corte**

- 1) Fallas de tela.
- 2) Diferenciación de tonos en la tela.
- 3) Defectos por trazo mal realizado.
- 4) Falta de tela.

- **Proceso de estampado**

- 1) Fallas de tela.
- 2) Fallas de corte.
- 3) Diferenciación de tonos en la tela.
- 4) Diferenciación de tonos en la pintura.
- 5) Definición de malla para efectos.
- 6) Mala preparación de la pintura.
- 7) Corridos de pintura en el estampado.
- 8) Migración de pintura.
- 9) Cortes incompletos.
- 10) Problemas de preprensa.

- **Proceso de confección**

- 1) Fallas al recubrir.
- 2) Fallas al pegar la etiqueta.
- 3) Fallas en la puntada.

### 3.4. Matriz de Priorización

Esta herramienta sirve para identificar el problema más importante sobre el que se debe trabajar, por lo que en base a los defectos citados en el apartado 3.3. se elaboró una matriz de priorización, detallando las problemáticas encontradas puntuándolas en función de criterios de valoración que son relevantes y representan mayor interés con los problemas planteados referentes a (Producción - Calidad - Tiempo de entrega – Costo) (Chimbay, 2017). A continuación, en la Tabla 12 se muestra los puntajes de los criterios de valoración para realizar la matriz de priorización.

*Tabla 12. Puntajes de los criterios de valoración para realizar la matriz de priorización*

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
No existe relación	1
Muy poca relación	2
Relación moderada	3
Alto grado de relación	4

*Fuente: (Chimbay, 2017)*

*Elaborado por: Autora*

En la Tabla 12 se detallan los puntajes de los criterios de valoración para realizar la matriz de priorización los mismos que van desde 1=No existe relación hasta 4=Alto grado de relación. Con los valores descritos en la Tabla 12 se elaboró la matriz de priorización que se muestra en la Tabla 13.

*Tabla 13. Matriz de priorización*

N°	Descripción	Proceso	Criterios				Puntaje total
			Producción	Calidad	Tiempo de entrega	Costo	
1	Fallas de tela	Corte	3	2	2	2	2,25
2	Diferenciación de tonos en la tela	Corte	1	2	1	2	1,5
3	Defectos por trazo mal realizado	Corte	2	1	2	3	2
4	Falta de tela	Corte	3	1	3	1	2
5	Fallas de corte	Estampado	2	2	3	4	2,75
6	Diferenciación de tonos en la pintura	Estampado	2	3	2	2	2,25
7	Definición de malla para efectos	Estampado	2	3	2	2	2,25
8	Mala preparación de la pintura	Estampado	4	3	4	4	3,75
9	Corridos de pintura en el estampado	Estampado	3	3	3	3	3
10	Migración de pintura	Estampado	3	3	4	4	3,5
11	Cortes incompletos	Estampado	1	1	3	1	1,5
12	Problemas de pre prensa	Estampado	4	3	4	4	3,75
13	Fallas al recubrir	Confección	3	4	3	3	3,5
14	Fallas al pegar la etiqueta	Confección	3	2	3	2	2,5
15	Fallas en la puntada	Confección	4	4	4	3	3,75

*Fuente: (Acuatex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

Con los resultados obtenidos en la matriz de priorización que se muestra en la Tabla 13 se determinó que los procesos críticos de la empresa para que con frecuencia existan reprocesos se encuentran en las áreas de estampado y confección ya que cinco de los problemas enlistados se encuentran en dichas áreas. Por tal motivo, el proyecto de la propuesta de aplicación de la metodología Lean Six Sigma estará enfocado en estas dos áreas, siendo los problemas más críticos los siguientes: mala preparación de la pintura con un puntaje total de 3,75, migración de pintura con un puntaje total de 3,5, problemas de preprensa con un puntaje total de 3,75, fallas al recubrir con un puntaje total de 3,5 y fallas en la puntada con un puntaje total de 3,75.

### **3.5. Metodología DMAIC**

En este capítulo para identificar el entorno inicial en el que se encuentra la empresa se utilizó la metodología DMAIC pero solamente las tres primeras etapas, debido a que, las siguientes dos etapas hacen referencia a la propuesta de mejora, las mismas que serán tomadas en cuenta en el Capítulo IV.

#### **3.5.1. Fase Definir**

En esta fase se realizó una investigación de campo, bajo la utilización del diagrama SIPOC presentado en la Figura 15 para la descripción del proceso de producción y se estableció el Project Charter.

##### **3.5.1.1. Project Charter**

En la Tabla 14 se muestra la carta del proyecto a realizar en la empresa de confección “Acuatex”.

*Tabla 14. Carta del proyecto*

CARTA DEL PROYECTO			
Título del proyecto:	Reducir el reproceso a través de la Metodología Lean Six Sigma		
Equipo del proyecto		Partes interesadas	
Rol	Nombre	Rol	Nombre
Promotor:	Joselin Cabezas	Champion	Ing. Carlos Narváez
Líder:	Ing. Esteban Lafuente	Master Black Belt	Joselin Cabezas
Miembros:			
Jefe de corte	Carlos Menacho		
Jefe de estampado	Marco IpiALES	Jefe de Planta	Ing. Esteban Lafuente
Jefe de confección	Erica Lliquín	Jefe de empaque	Janeth Túqueréz
Planteamiento del problema		Objetivo	
Alto volumen de reprocesos debido a controles de calidad no técnicos, falta de organización y planificación de los procedimientos, los mismos que han generado desperdicios de materia prima y altos costos de producción.		Reducir el reproceso en la fabricación de camisetas básicas a través de la aplicación de la metodología Lean Six Sigma para mejorar la eficiencia del proceso productivo.	
Alcance del proyecto		Plan del proyecto	
Se aplicará la metodología Lean Six Sigma, específicamente en las áreas de estampado y confección, en la camiseta básica de la línea infantil, que permitirá identificar las causas de la variación actuales dentro del proceso que afectan la calidad del producto.	Etapas	Inicio	Fin
	Definir	20/07/2020	03/08/2020
	Medir	03/08/2020	21/08/2020
	Analizar	21/08/2020	31/08/2020
	Mejorar	31/08/2020	18/09/2020
	Controlar	18/09/2020	28/09/2020

*Fuente: (Acuatex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

En la carta del proyecto, Tabla 14, se delimitó el proyecto, estableciendo el equipo de trabajo, planteando el problema principal que se refiere a los controles de calidad no técnicos los que provocan la existencia de reprocesos, definiendo el alcance dentro de las áreas de estampado y confección en la camiseta básica de la línea infantil.



### 3.5.2. Fase Medir

En esta etapa se aplicaron cartas de control iniciales en el proceso de estampado y confección para identificar la estabilidad del proceso y se realizó un análisis de la capacidad del proceso de confección. Además, se elaboró el Value Stream Mapping (VSM) actual o en español conocido como Mapa de Flujo de Valor, el mismo que ayudó a encontrar oportunidades de mejora, eliminando desperdicios en el proceso de producción.

#### 3.5.2.1. Estabilidad del proceso de estampado

Para identificar la estabilidad del proceso de estampado se realizó una gráfica de control p, de fracción defectuosa, con una muestra constante (n) de 250 camisetas básicas conformando en total 26 subgrupos (k). A continuación, en la Tabla 15 se detalla el número de camisetas defectuosas.

*Tabla 15. Número de camisetas defectuosas*

Subgrupo	Nº de prendas	Camisetas defectuosas ( $D_i$ )	$p_i$
1	250	32	0,13
2	250	30	0,12
3	250	21	0,08
4	250	15	0,06
5	250	32	0,13
6	250	15	0,06
7	250	15	0,06
8	250	14	0,06
9	250	31	0,12
10	250	11	0,04
11	250	32	0,13
12	250	10	0,04
13	250	19	0,08
14	250	12	0,05
15	250	23	0,09
16	250	29	0,12
17	250	22	0,09

18	250	13	0,05
19	250	16	0,06
20	250	8	0,03
21	250	20	0,08
22	250	16	0,06
23	250	12	0,05
24	250	21	0,08
25	250	18	0,07
26	250	21	0,08
	$\sum D_i$	508	
	$\bar{p}$	0,08	

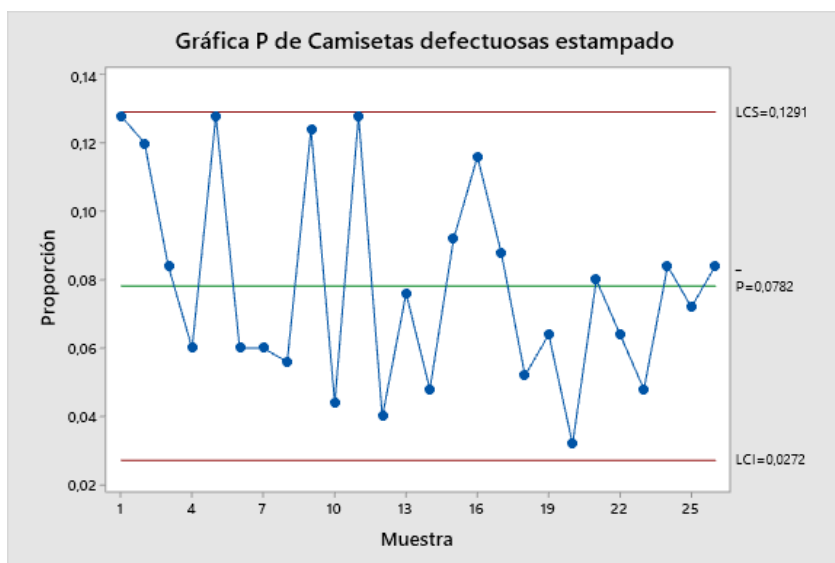
*Fuente: (Acuatex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

En la Tabla 15 se detallan los 26 subgrupos de tamaño 250 con el respectivo número de artículos defectuosos en cada subgrupo obteniendo como resultado una proporción defectuosa promedio de 0,08.

#### **3.5.2.1.1. Estabilidad del proceso de estampado por medio de una gráfica de control P**

Por medio de una gráfica de control P se analizó la proporción de camisetas básicas que no cumplen con las especificaciones del cliente. A continuación, en la Figura 21 se muestra la gráfica de control P de las camisetas defectuosas en el proceso de estampado.



**Figura 21.** Gráfica de control P de las camisetas defectuosas en el proceso de estampado

**Fuente:** (Acuatex, 2020)

**Elaborado por:** Autora

En la Figura 21 se observa que, de acuerdo con los datos tomados de las camisetas básicas defectuosas, el proceso se encuentra bajo control estadístico debido a que los valores de las muestras se ubican dentro de los límites de control. Adicionalmente, no se identifica una tendencia ascendente, lo que indicaría que no existe un deterioro progresivo en la calidad del producto.

### 3.5.2.2. Estabilidad y capacidad del proceso de confección

Para medir la estabilidad y capacidad del proceso de confección se tomó como referencia las variables ancho de pecho y largo total de las camisetas básicas de la línea infantil entre el rango de tallas 2-6. Se eligieron estas variables debido a que son las más representativas al momento de confeccionar una camiseta.

### 3.5.2.2.1. Estabilidad y capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 2

En la Tabla 16 se especifica el número de muestras tomadas de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 2 de tal forma que se pueda realizar los cálculos respectivos de la estabilidad y la capacidad del proceso.

*Tabla 16. Muestras tomadas de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 2*

Subgrupo	Observaciones individuales (cm)					$\bar{X}$ (cm)	Rango (cm)
	1	2	3	4	5		
1	34,00	33,70	33,70	33,50	33,50	33,68	0,50
2	34,00	33,80	33,30	33,20	34,00	33,66	0,80
3	33,40	33,80	33,50	33,70	33,90	33,66	0,50
4	34,30	34,00	34,00	33,70	34,20	34,04	0,60
5	33,80	34,20	34,10	33,80	34,10	34,00	0,40
6	33,30	33,70	34,00	33,70	34,20	33,78	0,90
7	33,40	33,70	34,10	34,00	33,60	33,76	0,70
8	33,30	33,70	34,00	33,70	34,20	33,78	0,90
9	33,80	34,20	34,10	33,80	34,10	34,00	0,40
10	33,40	33,80	33,50	33,70	33,90	33,66	0,50
11	33,40	33,70	34,10	34,00	33,60	33,76	0,70
12	34,00	33,70	33,70	33,50	33,50	33,68	0,50
13	34,00	33,80	33,30	33,20	34,00	33,66	0,80
14	33,30	33,70	34,00	33,70	34,20	33,78	0,90
15	34,00	33,80	33,30	33,20	34,00	33,66	0,80
16	34,30	34,00	34,00	33,70	34,20	34,04	0,50
17	33,40	33,70	34,10	34,00	33,60	33,76	0,70
18	34,00	33,70	33,70	33,50	33,50	33,68	0,50
19	34,00	33,80	33,30	33,20	34,00	33,66	0,80
20	33,80	34,20	34,10	33,80	34,10	34,00	0,40
						33,79	0,65

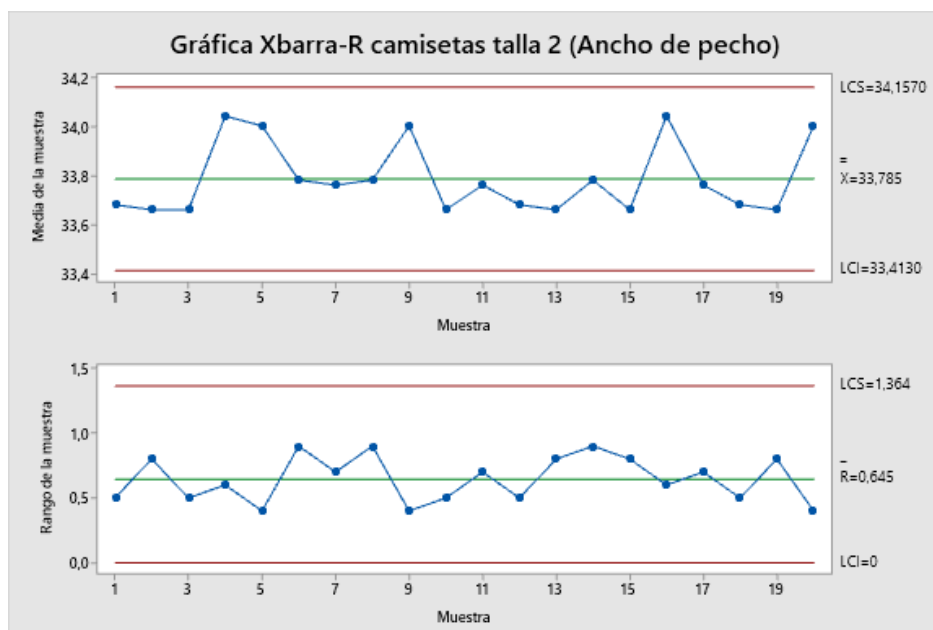
*Fuente: (Acuatex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

En la Tabla 16 se detallan los datos recolectados en las 100 muestras tomadas en base a la variable ancho de pecho, las mismas que están divididas en subgrupos de 5 dando como resultado un total de 20 subgrupos (k), con un promedio de promedios ( $\bar{\bar{X}}$ ) equivalente a 33,79 centímetros y un promedio de rangos ( $\bar{R}$ ) de 0,65 centímetros. Posteriormente, con los datos obtenidos en la Tabla 16 se calculó el índice de estabilidad y capacidad del proceso.

### Estabilidad del proceso de confección por medio de una gráfica de control de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 2

Por medio de una gráfica de control  $\bar{X}$ -R se evidenció el comportamiento de las medias y los rangos y de esta manera determinar si el proceso se encuentra dentro de control o no. A continuación, en la Figura 22 se muestra la gráfica de control  $\bar{X}$ -R de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 2.



**Figura 22.** Gráfica de control  $\bar{X}$ -R de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 2

**Fuente:** (Acuatex, 2020)

**Elaborado por:** Autora

En la Figura 22 se observa que los datos tomados de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 2 se encuentran bajo control estadístico debido a que ninguno de ellos sobrepasa los límites de control establecidos. Sin embargo, es necesario analizar la capacidad del proceso ya que este resultado no asegura que el desempeño del proceso cumple con las especificaciones que el cliente solicita.

### **Capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 2**

De acuerdo con las muestras detalladas en la Tabla 16 que fueron tomadas en distintos lotes de producción durante una semana con respecto a la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 2, se procedió al cálculo de la capacidad del proceso ( $C_p$ ) de confección, el mismo que se obtuvo de la siguiente manera:

- **Cálculo de la desviación estándar ( $\sigma$ )**

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (1)$$

Donde

$d_2$  = constante que depende del tamaño de la muestra, donde para el tamaño de 5 muestras por subgrupo, el valor de  $d_2 = 2,326$  (Ver Anexo 2)

$$\sigma = \frac{0,65}{2,326}$$

$$\sigma = 0,285$$

- **Identificación del LEI (Límite Inferior) y LES (Límite Superior)**

A continuación, en la Tabla 17 se muestran las especificaciones del cliente con respecto a las medidas de las camisetas básicas entre el rango de tallas 2-6 y su respectiva tolerancia.

**Tabla 17.** Especificaciones del cliente con respecto a las medidas de las camisetas básicas entre el rango de tallas

2-6

Medidas	Tallas			Tolerancia
	2	4	6	
Ancho de pecho	34	36	38	+/-1
Ancho de cintura	34	36	38	+/-1
Contorno de ruedo	34	36	38	+/-1
Ancho de espalda	29	30	31	+/-1
Contorno de sisa	15	16	17	+/-1
Largo total	45	48	51	+/-1
Largo de manga	12	13	14	+/-0,5
Contorno de puño	11	12	13	+/-0,5
Escote vertical	6	6,5	7	+/-0,5
Escote horizontal	13	13,5	14	+/-0,5

*Fuente:* (Tiendec, 2020)

*Elaborado por:* Autora

De acuerdo con la Tabla 17, la tolerancia especificada por el cliente con respecto a la variable ancho de pecho es equivalente a +/-1, lo que significa que, las camisetas no deben tener diferencias mayores a 1 centímetro ni menores a 1 centímetro.

- **Cálculo de la capacidad del proceso (Cp)**

$$Cp = \frac{LES - LEI}{6\sigma} \quad (2)$$

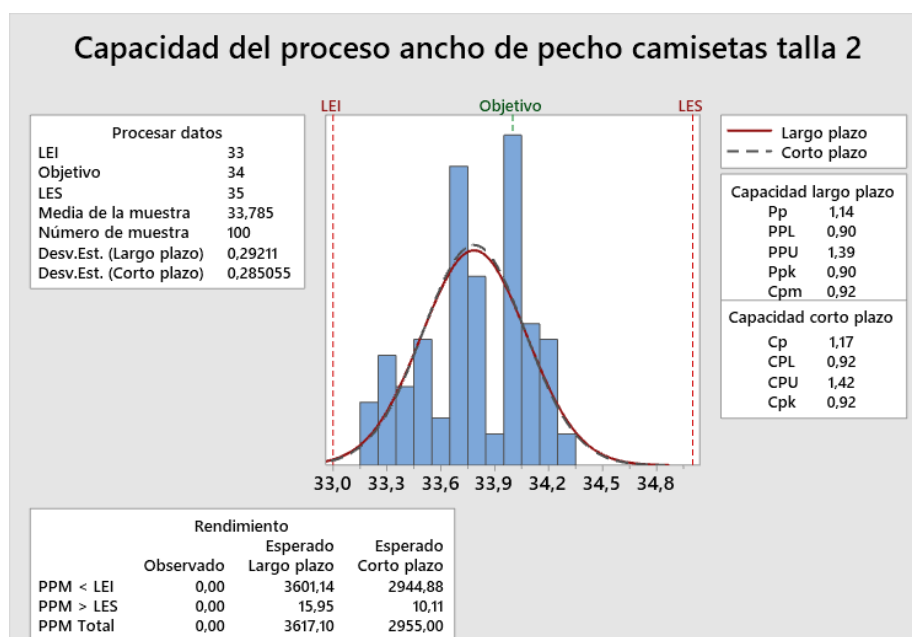
$$Cp = \frac{35 - 33}{6(0,285)}$$

$$Cp = 1,17$$

La capacidad del proceso es de 1,17 se encuentra en la categoría 2 (Ver Anexo 3), lo cual indica que es un proceso parcialmente adecuado que requiere de un control estricto ya que las especificaciones a cumplir con el cliente se encuentran un poco alejadas del valor nominal, a las que es necesario reducirlas para mejorar la capacidad del proceso y la estabilidad del mismo.

### Índices de la capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 2

A continuación, en la Figura 23 se muestra el índice de capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 2 por medio del uso del software Minitab 19.



**Figura 23.** Capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 2

**Fuente:** (Acuatex, 2020)

**Elaborado por:** Autora

En la Figura 23 se muestran los resultados obtenidos de la medición de la capacidad del proceso de confección actual de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 2. En esta gráfica



se aprecia que existe un proceso capaz, no hay mucha variabilidad de las muestras tomadas, las mismas que se encuentran cercanas al punto objetivo y dentro de los límites de control establecidos.

A continuación, en la Tabla 18 se detalla la interpretación de las métricas de capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 2 proporcionadas por el software Minitab 19.

**Tabla 18.** Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 2

Índice	Valor	Interpretación
<b>Capacidad largo plazo</b>		
Pp	1,14	Permite evaluar la capacidad del proceso a largo plazo con base en la dispersión del proceso. En este caso, se dice que la capacidad del proceso a largo plazo es adecuada con base a su variabilidad debido a que la dispersión de especificación es considerablemente mayor que la dispersión a largo plazo del proceso.
PPL	0,90	Este índice es una relación que compara la distancia de la media del proceso al límite de especificación inferior y la dispersión unilateral del proceso con base en la desviación estándar a largo plazo. En este caso, el PPL es bajo lo que significa que la capacidad del proceso a largo plazo es deficiente en relación con su límite de especificación inferior y que el proceso puede necesitar mejoras.
PPU	1,39	Este índice es una relación que compara la distancia de la media del proceso al límite de especificación superior y la dispersión unilateral del proceso con base en la desviación estándar a largo plazo. En este caso, el PPU es alto lo que significa que la capacidad del proceso a largo plazo es adecuada en relación con su límite de especificación superior.
Ppk	0,90	Este índice evalúa tanto la ubicación como la variación a largo plazo del proceso, lo que significa que la capacidad del proceso a largo plazo es deficiente debido a que su valor es relativamente bajo.
Cpm	0,92	Compara la dispersión de especificación con la dispersión de los datos del proceso. Lo ideal de este índice es que sea mayor que uno para decir que se cumple con las especificaciones, pero en este caso el resultado es menor debido a que los datos se

		encuentran dentro de los límites de especificación, pero el proceso está fuera del objetivo.
<b>Capacidad corto plazo</b>		
Cp	1,17	Para que el proceso sea considerado potencialmente capaz de cumplir con las especificaciones del cliente, se requiere que la variación real sea menor que la variación tolerada. Lo deseable es que este índice sea mayor que 1. En este caso el índice Cp se encuentra en la categoría 2 lo que quiere decir que el proceso es parcialmente adecuado y que requiere de un control estricto.
CPL	0,92	Indica la medida de la capacidad potencial del proceso con base en su límite de especificación inferior. En este caso, este valor demuestra que la capacidad potencial del proceso es deficiente en relación con su límite de especificación inferior debido a que, la distancia de la media del proceso al límite inferior es menor que la dispersión unilateral del proceso.
CPU	1,42	Indica la medida de la capacidad potencial del proceso con base en su límite de especificación superior. En este caso, este valor demuestra que la capacidad potencial del proceso es adecuada en relación con su límite de especificación superior debido a que, la distancia de la media del proceso al límite superior es mayor que la dispersión unilateral del proceso.
Cpk	0,92	Este índice muestra si el proceso está centrado entre los límites de especificación. Haciendo una comparación entre el Cp y Cpk se observa que el Cpk se encuentra alejado del Cp, lo que indica que el proceso no se encuentra exactamente centrado y que el proceso no cumple con por lo menos una de las especificaciones lo que demuestra que no es realmente capaz.

*Fuente: (Acuatex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

### 3.5.2.2.2. Estabilidad y capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 2

En la Tabla 19 se especifica el número de muestras tomadas de la variable largo total de las camisetas básicas talla 2 de tal forma que se pueda realizar los cálculos respectivos de la estabilidad y la capacidad del proceso.

**Tabla 19.** Muestras tomadas de la variable largo total de las camisetas básicas talla 2

Subgrupo	Observaciones individuales (cm)					$\bar{X}$ (cm)	Rango (cm)
	1	2	3	4	5		
1	44,40	45,00	44,10	44,00	44,00	44,30	1,00
2	44,20	44,10	44,20	44,00	44,40	44,18	0,40
3	44,40	44,30	44,80	44,80	44,50	44,56	0,50
4	44,20	44,00	44,30	44,50	44,20	44,24	0,50
5	44,50	44,00	44,90	44,40	44,50	44,46	0,90
6	44,00	44,60	44,00	44,00	44,20	44,16	0,60
7	44,20	44,40	44,30	44,90	44,60	44,48	0,70
8	44,20	44,40	44,30	44,90	44,60	44,48	0,70
9	44,40	44,30	44,80	44,80	44,50	44,56	0,50
10	44,20	44,10	45,20	44,00	44,40	44,38	1,20
11	44,40	45,00	45,10	44,00	44,00	44,50	1,10
12	44,20	44,00	44,30	44,50	44,20	44,24	0,50
13	44,20	44,00	44,30	44,50	44,20	44,24	0,50
14	44,50	44,00	44,90	44,40	44,50	44,46	0,90
15	44,40	45,00	45,10	44,00	44,00	44,50	1,10
16	44,20	44,40	44,30	44,90	44,60	44,48	0,70
17	44,40	45,00	45,10	44,00	44,00	44,50	1,10
18	44,00	44,60	44,00	44,00	44,20	44,16	0,60
19	44,20	44,40	44,30	44,90	44,60	44,48	0,70
20	44,20	44,00	44,30	44,50	44,20	44,24	0,50
						44,38	0,74

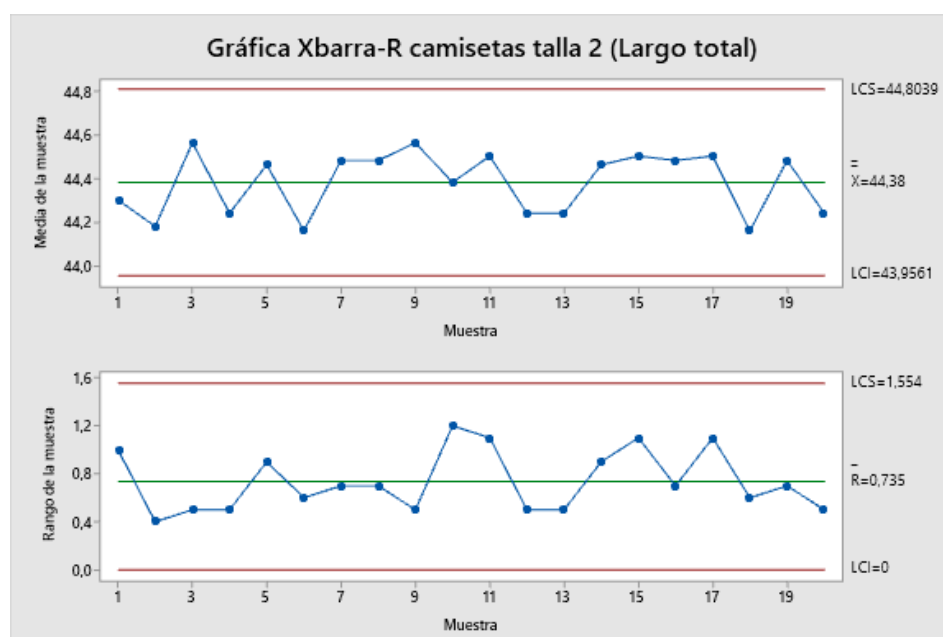
*Fuente:* (Acuatex, 2020)

*Elaborado por:* Autora

En la Tabla 19 se detallan los datos recolectados en las 100 muestras tomadas en base a la variable largo total, las mismas que están divididas en subgrupos de 5 dando como resultado un total de 20 subgrupos ( $k$ ), con un promedio de promedios ( $\bar{\bar{X}}$ ) equivalente a 44,38 centímetros y un promedio de rangos ( $\bar{R}$ ) de 0,74 centímetros. Posteriormente, con los datos obtenidos en la Tabla 19 se calculó el índice de estabilidad y capacidad del proceso.

## Estabilidad del proceso de confección por medio de una gráfica de control de la variable largo total de las camisetas básicas talla 2

Por medio de una gráfica de control  $\bar{X}$ -R se evidenció el comportamiento de las medias y los rangos y de esta manera determinar si el proceso se encuentra dentro de control o no. A continuación, en la Figura 24 se muestra la gráfica de control  $\bar{X}$ -R de la variable largo total de las camisetas básicas talla 2.



**Figura 24.** Gráfica de control  $\bar{X}$ -R de la variable largo total de las camisetas básicas talla 2

**Fuente:** (Acuatex, 2020)

**Elaborado por:** Autora

En la Figura 24 se observa que los datos tomados de la variable largo total de las camisetas básicas talla 2 se encuentran bajo control estadístico debido a que ninguno de ellos sobrepasa los límites de control establecidos. Sin embargo, es necesario analizar la capacidad del proceso ya que este resultado no asegura que el desempeño del proceso cumple con las especificaciones que el cliente solicita.

## Capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 2

De acuerdo con las muestras detalladas en la Tabla 19 que fueron tomadas en distintos lotes de producción durante una semana con respecto a la variable largo total de las camisetas básicas talla 2, se procedió al cálculo de la capacidad del proceso ( $C_p$ ), el mismo que se obtuvo de la siguiente manera:

- **Cálculo de la desviación estándar ( $\sigma$ )**

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Donde

$d_2$  = constante que depende del tamaño de la muestra, donde para el tamaño de 5 muestras por subgrupo, el valor de  $d_2 = 2,326$  (Ver Anexo 2)

$$\sigma = \frac{0,74}{2,326}$$

$$\sigma = 0,329$$

- **Identificación del LEI (Límite Inferior) y LES (Límite Superior)**

De acuerdo con la Tabla 17, la tolerancia especificada por el cliente con respecto a la variable largo total es equivalente a  $\pm 1$ , lo que significa que, las camisetas no deben tener diferencias mayores a 1 centímetro ni menores a 1 centímetro y las mediciones deben encontrarse entre el LES = 46 centímetros y el LEI = 44 centímetros.

- **Cálculo de la capacidad del proceso (Cp)**

$$Cp = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

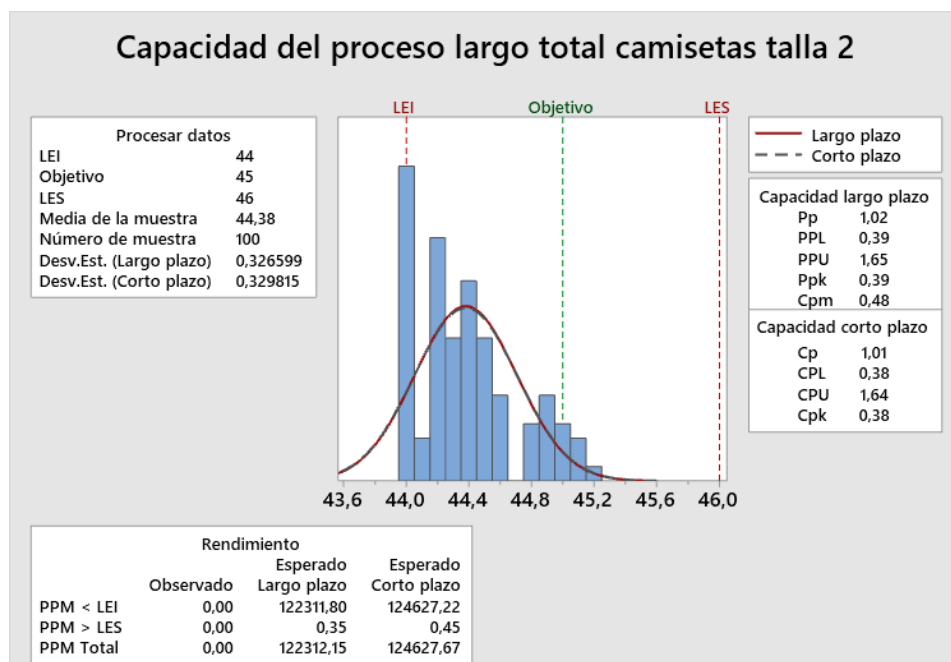
$$Cp = \frac{46 - 44}{6(0,329)}$$

$$Cp = 1,01$$

La capacidad del proceso es de 1,01 se encuentra en la categoría 2 (Ver Anexo 3), lo cual indica que es un proceso parcialmente adecuado que requiere de un control estricto ya que las especificaciones a cumplir con el cliente se encuentran un poco alejadas del valor nominal, a las que es necesario reducirlas para mejorar la capacidad del proceso y la estabilidad del mismo.

### **Índices de la capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 2**

A continuación, en la Figura 25 se muestra el índice de capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 2 por medio del uso del software Minitab 19.



**Figura 25.** Capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 2

**Fuente:** (Acuatex, 2020)

**Elaborado por:** Autora

En la Figura 25 se muestran los resultados obtenidos de la medición de la capacidad del proceso de confección actual de la variable largo total de las camisetas básicas talla 2. En esta gráfica se aprecia que el proceso no es muy capaz, existe mucha variabilidad de las muestras tomadas, las mismas que se encuentran alejadas del punto objetivo, pero dentro de los límites de control establecidos.

A continuación, en la Tabla 20 se detalla la interpretación de las métricas de capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 2 proporcionadas por el software Minitab 19.

*Tabla 20. Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 2*

<b>Índice</b>	<b>Valor</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Capacidad largo plazo</b>		
Pp	1,02	Permite evaluar la capacidad del proceso a largo plazo con base en la dispersión del proceso. En este caso, se dice que la capacidad del proceso a largo plazo es adecuada con base a su variabilidad debido a que la dispersión de especificación es considerablemente mayor que la dispersión a largo plazo del proceso.
PPL	0,39	Este índice es una relación que compara la distancia de la media del proceso al límite de especificación inferior y la dispersión unilateral del proceso con base en la desviación estándar a largo plazo. En este caso, el PPL es bajo lo que significa que la capacidad del proceso a largo plazo es deficiente en relación con su límite de especificación inferior y que el proceso puede necesitar mejoras.
PPU	1,65	Este índice es una relación que compara la distancia de la media del proceso al límite de especificación superior y la dispersión unilateral del proceso con base en la desviación estándar a largo plazo. En este caso, el PPU es alto lo que significa que la capacidad del proceso a largo plazo es adecuada en relación con su límite de especificación superior.
Ppk	0,39	Este índice evalúa tanto la ubicación como la variación a largo plazo del proceso, lo que significa que la capacidad del proceso a largo plazo es deficiente debido a que su valor es relativamente bajo.
Cpm	0,48	Compara la dispersión de especificación con la dispersión de los datos del proceso. Lo ideal de este índice es que sea mayor que uno para decir que se cumple con las especificaciones, pero en este caso el resultado es menor debido a que los datos se encuentran dentro de los límites de especificación, pero el proceso está fuera del objetivo.
<b>Capacidad corto plazo</b>		
Cp	1,01	Para que el proceso sea considerado potencialmente capaz de cumplir con las especificaciones del cliente, se requiere que la variación real sea menor que la variación tolerada. Lo deseable es que este índice sea mayor que 1. En este caso el índice Cp se encuentra en la categoría 2 lo que quiere decir que el proceso es parcialmente adecuado y que requiere de un control estricto.
CPL	0,38	Indica la medida de la capacidad potencial del proceso con base en su límite de especificación inferior. En este caso, este valor demuestra que la capacidad potencial del proceso es deficiente en relación con su límite de especificación inferior debido a que,



		la distancia de la media del proceso al límite inferior es menor que la dispersión unilateral del proceso.
CPU	1,64	Indica la medida de la capacidad potencial del proceso con base en su límite de especificación superior. En este caso, este valor demuestra que la capacidad potencial del proceso es adecuada en relación con su límite de especificación superior debido a que, la distancia de la media del proceso al límite superior es mayor que la dispersión unilateral del proceso.
Cpk	0,38	Este índice muestra si el proceso está centrado entre los límites de especificación. Haciendo una comparación entre el Cp y Cpk se observa que el Cpk se encuentra muy alejado del Cp, lo que indica que el proceso no se encuentra exactamente centrado y que el proceso no cumple con por lo menos una de las especificaciones lo que demuestra que no es realmente capaz.

*Fuente: (Acuatex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

### 3.5.2.2.3. Estabilidad y capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 4

En la Tabla 21 se especifica el número de muestras tomadas de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 4 de tal forma que se pueda elaborar los cálculos respectivos de la estabilidad y la capacidad del proceso.

*Tabla 21. Muestras tomadas de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 4*

Subgrupo	Observaciones individuales (cm)					$\bar{X}$ (cm)	Rango (cm)
	1	2	3	4	5		
1	36,00	35,50	35,90	36,20	35,80	35,88	0,70
2	35,80	36,30	36,20	36,00	36,40	36,14	0,60
3	35,40	35,60	35,80	35,80	35,20	35,56	0,60
4	35,70	36,00	35,70	36,00	35,60	35,80	0,40
5	36,00	35,50	35,40	35,90	36,00	35,76	0,60
6	35,60	35,50	35,50	36,10	36,20	35,78	0,70
7	35,90	35,80	36,80	35,80	35,50	35,96	1,30
8	35,90	35,80	36,80	35,80	35,50	35,96	1,30
9	35,60	35,50	35,50	36,10	36,20	35,78	0,70
10	35,40	35,60	35,80	35,80	35,20	35,56	0,60
11	35,80	36,30	36,20	36,00	36,40	36,14	0,60

<b>12</b>	36,00	35,50	35,40	35,90	36,00	35,76	0,60
<b>13</b>	35,90	35,80	36,80	35,80	35,50	35,96	1,30
<b>14</b>	36,00	35,50	35,90	36,20	35,80	35,88	0,70
<b>15</b>	35,40	35,60	35,80	35,80	35,20	35,56	0,60
<b>16</b>	36,00	35,50	35,40	35,90	36,00	35,76	0,60
<b>17</b>	35,60	35,50	35,50	36,10	36,20	35,78	0,70
<b>18</b>	35,90	35,80	36,80	35,80	35,50	35,96	1,30
<b>19</b>	35,70	36,00	35,70	36,00	35,60	35,80	0,40
<b>20</b>	35,80	36,30	36,20	36,00	36,40	36,14	0,60
						35,85	0,75

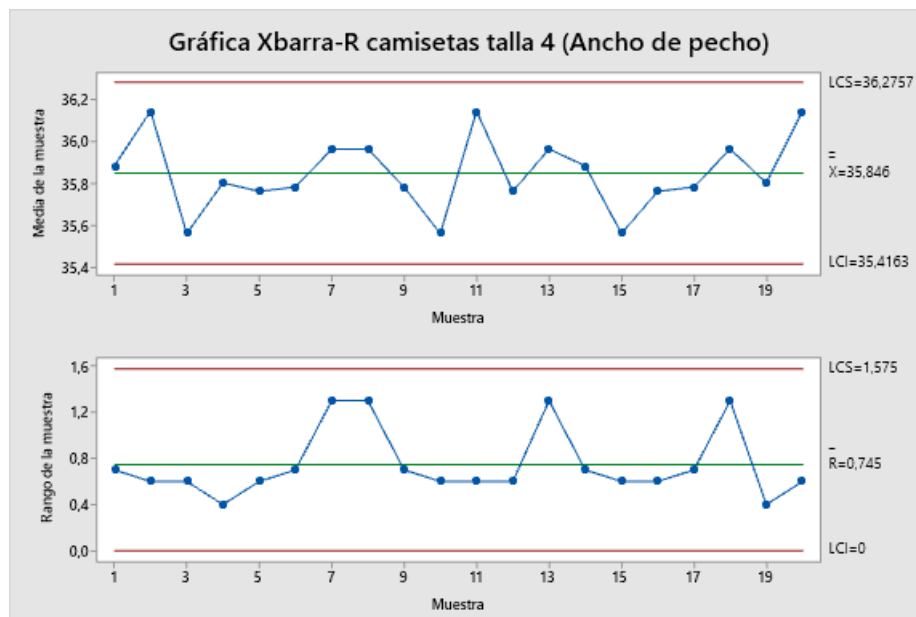
*Fuente: (Acuatex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

En la Tabla 21 se detallan los datos recolectados en las 100 muestras tomadas en base a la variable ancho de pecho, las mismas que están divididas en subgrupos de 5 dando como resultado un total de 20 subgrupos (k), con un promedio de promedios ( $\bar{\bar{X}}$ ) equivalente a 35,85 centímetros y un promedio de rangos ( $\bar{R}$ ) de 0,75 centímetros. Posteriormente, con los datos obtenidos en la Tabla 21 se calculó el índice de estabilidad y capacidad del proceso.

#### **Estabilidad del proceso de confección por medio de una gráfica de control de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 4**

Por medio de una gráfica de control  $\bar{X}$ -R se evidenció el comportamiento de las medias y los rangos y de esta manera determinar si el proceso se encuentra dentro de control o no. A continuación, en la Figura 26 se muestra la gráfica de control  $\bar{X}$ -R de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 4.



**Figura 26.** Gráfica de control  $\bar{X}$ -R de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 4  
**Fuente:** (Acutex, 2020)  
**Elaborado por:** Autora

En la Figura 26 se observa que los datos tomados de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 4 se encuentran bajo control estadístico debido a que ninguno de ellos sobrepasa los límites de control establecidos. Sin embargo, es necesario analizar la capacidad del proceso ya que este resultado no asegura que el desempeño del proceso cumple con las especificaciones que el cliente solicita.

### **Capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 4**

De acuerdo con las muestras detalladas en la Tabla 21 que fueron tomadas en distintos lotes de producción durante una semana con respecto a la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 4, se procedió al cálculo de la capacidad del proceso ( $C_p$ ), el mismo que se obtuvo de la siguiente manera:

- **Cálculo de la desviación estándar ( $\sigma$ )**

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Donde

$d_2$  = constante que depende del tamaño de la muestra, donde para el tamaño de 5 muestras por subgrupo, el valor de  $d_2 = 2,326$  (Ver Anexo 2)

$$\sigma = \frac{0,75}{2,326}$$

$$\sigma = 0,329$$

- **Identificación del LEI (Límite Inferior) y LES (Límite Superior)**

De acuerdo con la Tabla 17, la tolerancia especificada por el cliente con respecto a la variable ancho de pecho es equivalente a  $\pm 1$ , lo que significa que, las camisetas no deben tener diferencias mayores a 1 centímetro ni menores a 1 centímetro y las mediciones deben encontrarse entre el LES = 37 centímetros y el LEI = 35 centímetros.

- **Cálculo de la capacidad del proceso ( $C_p$ )**

$$C_p = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

$$C_p = \frac{37 - 35}{6(0,329)}$$

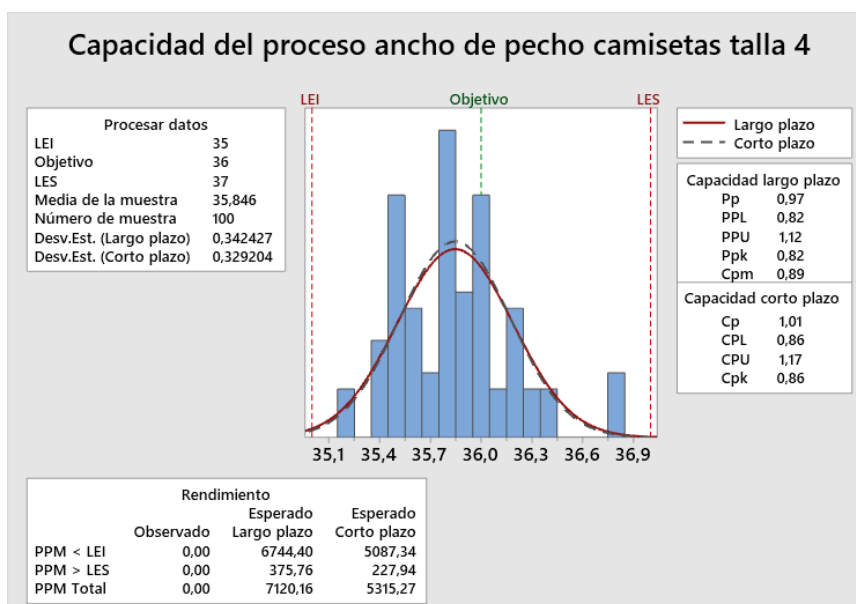
$$C_p = 1,01$$

La capacidad del proceso es de 1,01 se encuentra en la categoría 2 (Ver Anexo 3), lo cual indica que es un proceso parcialmente adecuado que requiere de un control estricto ya que las

especificaciones a cumplir con el cliente se encuentran un poco alejadas del valor nominal, a las que es necesario reducirlas para mejorar la capacidad del proceso y la estabilidad del mismo.

### Índices de la capacidad del proceso de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 4

A continuación, en la Figura 27 se muestra el índice de capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 4 por medio del uso del software Minitab 19.



**Figura 27.** Capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 4

**Fuente:** (Acuatex, 2020)

**Elaborado por:** Autora

En la Figura 27 se muestran los resultados obtenidos de la medición de la capacidad del proceso de confección actual de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 4. En esta gráfica se aprecia que existe un proceso capaz, no hay mucha variabilidad de las muestras tomadas, las

mismas que se encuentran cercanas al punto objetivo y dentro de los límites de control establecidos.

A continuación, en la Tabla 22 se detalla la interpretación de las métricas de capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 4 proporcionadas por el software Minitab 19.

**Tabla 22.** Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 4

Índice	Valor	Interpretación
<b>Capacidad largo plazo</b>		
Pp	0,97	Permite evaluar la capacidad del proceso a largo plazo con base en la dispersión del proceso. En este caso, se dice que la capacidad del proceso a largo plazo no es muy adecuada con base a su variabilidad debido a que la dispersión de especificación es menor que la dispersión a largo plazo del proceso.
PPL	0,82	Este índice es una relación que compara la distancia de la media del proceso al límite de especificación inferior y la dispersión unilateral del proceso con base en la desviación estándar a largo plazo. En este caso, el PPL es bajo lo que significa que la capacidad del proceso a largo plazo es deficiente en relación con su límite de especificación inferior y que el proceso puede necesitar mejoras.
PPU	1,12	Este índice es una relación que compara la distancia de la media del proceso al límite de especificación superior y la dispersión unilateral del proceso con base en la desviación estándar a largo plazo. En este caso, el PPU es alto lo que significa que la capacidad del proceso a largo plazo es adecuada en relación con su límite de especificación superior.
Ppk	0,82	Este índice evalúa tanto la ubicación como la variación a largo plazo del proceso, lo que significa que la capacidad del proceso a largo plazo es deficiente debido a que su valor es relativamente bajo.
Cpm	0,89	Compara la dispersión de especificación con la dispersión de los datos del proceso. Lo ideal de este índice es que sea mayor que uno para decir que se cumple con las especificaciones, pero en este caso el resultado es menor debido a que los datos se encuentran dentro de los límites de especificación, pero el proceso está fuera del objetivo.

<b>Capacidad corto plazo</b>		
Cp	1,01	Para que el proceso sea considerado potencialmente capaz de cumplir con las especificaciones del cliente, se requiere que la variación real sea menor que la variación tolerada. Lo deseable es que este índice sea mayor que 1. En este caso el índice Cp se encuentra en la categoría 2 lo que quiere decir que el proceso es parcialmente adecuado y que requiere de un control estricto.
CPL	0,86	Indica la medida de la capacidad potencial del proceso con base en su límite de especificación inferior. En este caso, este valor demuestra que la capacidad potencial del proceso es deficiente en relación con su límite de especificación inferior debido a que, la distancia de la media del proceso al límite inferior es menor que la dispersión unilateral del proceso.
CPU	1,17	Indica la medida de la capacidad potencial del proceso con base en su límite de especificación superior. En este caso, este valor demuestra que la capacidad potencial del proceso es adecuada en relación con su límite de especificación superior debido a que, la distancia de la media del proceso al límite superior es mayor que la dispersión unilateral del proceso.
Cpk	0,86	Este índice muestra si el proceso está centrado entre los límites de especificación. Haciendo una comparación entre el Cp y Cpk se observa que el Cpk se encuentra alejado del Cp, lo que indica que el proceso no se encuentra exactamente centrado y que el proceso no cumple con por lo menos una de las especificaciones lo que demuestra que no es realmente capaz.

*Fuente: (Acuatex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

#### **3.5.2.2.4. Estabilidad y capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 4**

En la Tabla 23 se especifica el número de muestras tomadas de la variable largo total de las camisetas básicas talla 4 de tal forma que se pueda elaborar los cálculos respectivos de la estabilidad y la capacidad del proceso.

**Tabla 23.** Muestras tomadas de la variable largo total de las camisetas básicas talla 4

Subgrupo	Observaciones individuales (cm)					$\bar{X}$ (cm)	Rango (cm)
	1	2	3	4	5		
1	47,70	47,90	47,70	47,10	47,50	47,58	0,80
2	47,90	47,60	47,80	47,60	47,20	47,62	0,70
3	47,60	47,70	47,40	47,90	48,00	47,72	0,60
4	48,20	47,10	47,20	47,30	47,20	47,40	1,10
5	47,70	47,20	47,00	47,70	48,30	47,58	1,30
6	47,80	47,00	48,00	47,60	48,10	47,70	1,10
7	48,20	47,60	47,30	47,00	47,80	47,58	1,20
8	48,20	47,10	47,20	47,30	48,20	47,60	1,10
9	47,60	47,70	47,40	47,90	48,00	47,72	0,60
10	47,80	47,00	48,00	47,60	48,10	47,70	1,10
11	47,90	47,60	47,80	47,60	48,20	47,82	0,60
12	47,70	47,20	47,00	47,70	48,30	47,58	1,30
13	47,80	47,00	48,00	47,60	48,10	47,70	1,10
14	47,90	47,60	47,80	47,60	48,20	47,82	0,60
15	47,70	47,60	47,30	47,00	47,20	47,36	0,70
16	47,80	47,20	47,00	47,50	48,30	47,56	1,30
17	48,20	47,80	47,40	47,90	47,90	47,84	0,80
18	47,80	47,60	47,80	48,10	48,20	47,90	0,60
19	48,10	47,10	47,20	47,30	48,00	47,54	1,00
20	47,90	48,00	47,70	47,10	47,50	47,64	0,90
						47,65	0,93

*Fuente:* (Acuatex, 2020)

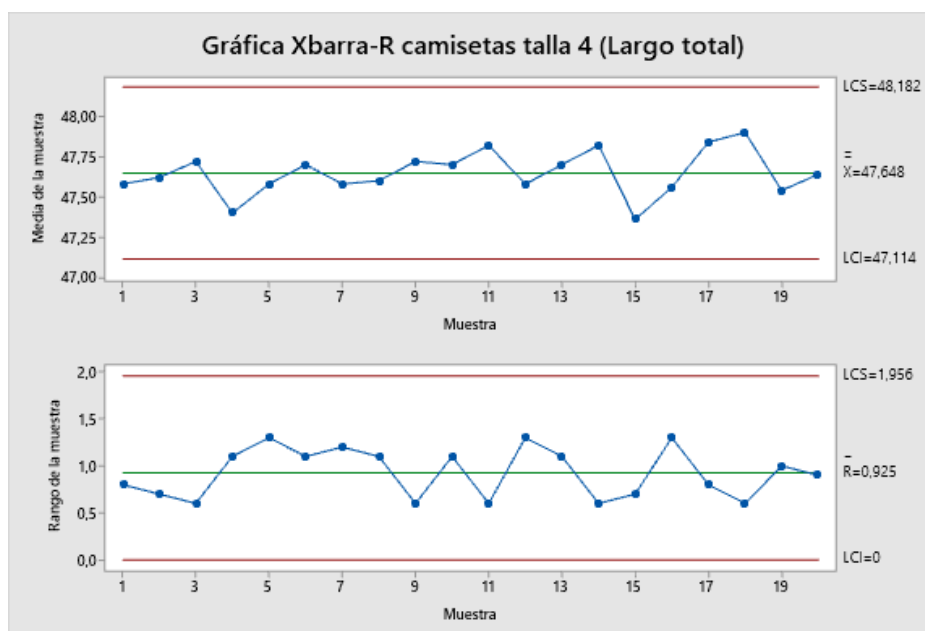
*Elaborado por:* Autora

En la Tabla 23 se detallan los datos recolectados en las 100 muestras tomadas en base a la variable largo total, las mismas que están divididas en subgrupos de 5 dando como resultado un total de 20 subgrupos ( $k$ ), con un promedio de promedios ( $\bar{\bar{X}}$ ) equivalente a 47,65 centímetros y un promedio de rangos ( $\bar{R}$ ) de 0,93 centímetros. Posteriormente, con los datos obtenidos en la Tabla 23 se calculó el índice de estabilidad y capacidad del proceso.



## Estabilidad del proceso de confección por medio de una gráfica de control de la variable largo total de las camisetas básicas talla 4

Por medio de una gráfica de control  $\bar{X}$ -R se evidenció el comportamiento de las medias y los rangos y de esta manera determinar si el proceso se encuentra dentro de control o no. A continuación, en la Figura 28 se muestra la gráfica de control  $\bar{X}$ -R de la variable largo total de las camisetas básicas talla 4.



**Figura 28.** Gráfica de control  $\bar{X}$ -R de la variable largo total de las camisetas básicas talla 4

**Fuente:** (Acuatex, 2020)

**Elaborado por:** Autora

En la Figura 28 se observa que los datos tomados de la variable largo total de las camisetas básicas talla 4 se encuentran bajo control estadístico debido a que ninguno de ellos sobrepasa los límites de control establecidos. Sin embargo, es necesario analizar la capacidad del proceso ya que este resultado no asegura que el desempeño del proceso cumple con las especificaciones que el cliente solicita.

## Capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 4

De acuerdo con las muestras detalladas en la Tabla 23 que fueron tomadas en distintos lotes de producción durante una semana con respecto a la variable largo total de las camisetas básicas talla 4, se procedió al cálculo de la capacidad del proceso ( $C_p$ ), el mismo que se obtuvo de la siguiente manera:

- **Cálculo de la desviación estándar ( $\sigma$ )**

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Donde

$d_2$  = constante que depende del tamaño de la muestra, donde para el tamaño de 5 muestras por subgrupo, el valor de  $d_2 = 2,326$  (Ver Anexo 2)

$$\sigma = \frac{0,93}{2,326}$$

$$\sigma = 0,391$$

- **Identificación del LEI (Límite Inferior) y LES (Límite Superior)**

De acuerdo con la Tabla 17, la tolerancia especificada por el cliente con respecto a la variable largo total es equivalente a  $\pm 1$ , lo que significa que, las camisetas no deben tener diferencias mayores a 1 centímetro ni menores a 1 centímetro y las mediciones deben encontrarse entre el LES = 49 centímetros y el LEI = 47 centímetros.

- **Cálculo de la capacidad del proceso (Cp)**

$$Cp = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

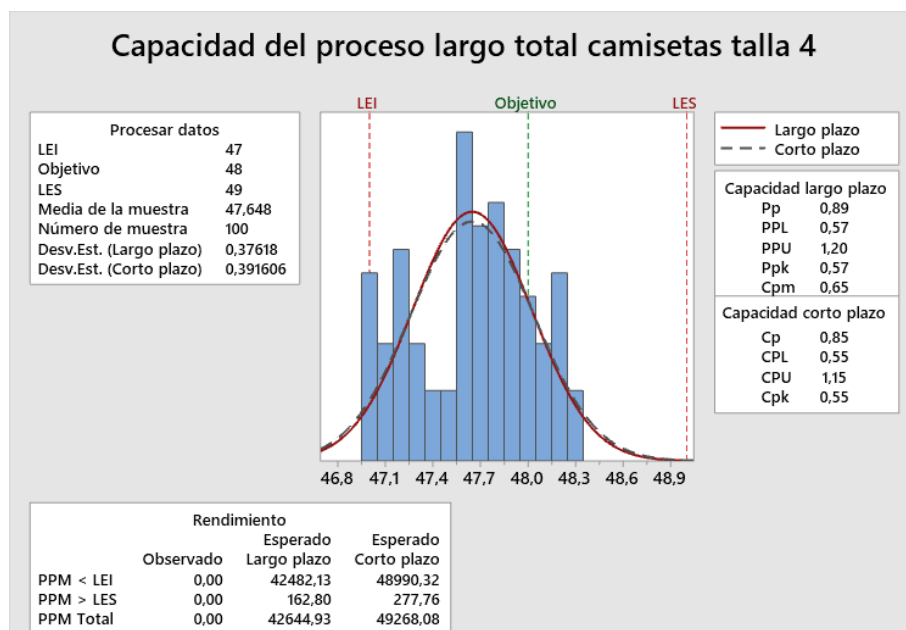
$$Cp = \frac{49 - 47}{6(0,391)}$$

$$Cp = 0,85$$

La capacidad del proceso es de 0,85 se encuentra en la categoría 3 (Ver Anexo 3), lo cual indica que es un proceso no adecuado para el trabajo ya que las especificaciones a cumplir con el cliente se encuentran muy alejadas del valor nominal, por lo que es necesario un análisis del proceso y requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.

#### **Índices de la capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 4**

A continuación, en la Figura 29 se muestra el índice de capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 4 por medio del uso del software Minitab 19.



**Figura 29.** Capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 4

**Fuente:** (Acuatex, 2020)

**Elaborado por:** Autora

En la Figura 29 se muestran los resultados obtenidos de la medición de la capacidad del proceso de confección actual de la variable largo total de las camisetas básicas talla 4. En esta gráfica se aprecia que existe un proceso capaz, no hay mucha variabilidad de las muestras tomadas, las mismas que se encuentran cercanas al punto objetivo y dentro de los límites de control establecidos.

A continuación, en la Tabla 24 se detalla la interpretación de las métricas de capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 4 proporcionadas por el software Minitab 19.

*Tabla 24. Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 4*

Índice	Valor	Interpretación
<b>Capacidad largo plazo</b>		
Pp	0,89	Permite evaluar la capacidad del proceso a largo plazo con base en la dispersión del proceso. En este caso, se dice que la capacidad del proceso a largo plazo no es muy adecuada con base a su variabilidad debido a que la dispersión de especificación es menor que la dispersión a largo plazo del proceso.
PPL	0,57	Este índice es una relación que compara la distancia de la media del proceso al límite de especificación inferior y la dispersión unilateral del proceso con base en la desviación estándar a largo plazo. En este caso, el PPL es bajo lo que significa que la capacidad del proceso a largo plazo es deficiente en relación con su límite de especificación inferior y que el proceso puede necesitar mejoras.
PPU	1,20	Este índice es una relación que compara la distancia de la media del proceso al límite de especificación superior y la dispersión unilateral del proceso con base en la desviación estándar a largo plazo. En este caso, el PPU es alto lo que significa que la capacidad del proceso a largo plazo es adecuada en relación con su límite de especificación superior.
Ppk	0,57	Este índice evalúa tanto la ubicación como la variación a largo plazo del proceso, lo que significa que la capacidad del proceso a largo plazo es deficiente debido a que su valor es relativamente bajo.
Cpm	0,65	Compara la dispersión de especificación con la dispersión de los datos del proceso. Lo ideal de este índice es que sea mayor que uno para decir que se cumple con las especificaciones, pero en este caso el resultado es menor debido a que los datos se encuentran dentro de los límites de especificación, pero el proceso está fuera del objetivo.
<b>Capacidad corto plazo</b>		
Cp	0,85	Para que el proceso sea considerado potencialmente capaz de cumplir con las especificaciones del cliente, se requiere que la variación real sea menor que la variación tolerada. Lo deseable es que este índice sea mayor que 1. En este caso el índice Cp se encuentra en la categoría 3 lo que quiere decir que el proceso no es adecuado para el trabajo y que requiere de modificaciones serias.
CPL	0,55	Indica la medida de la capacidad potencial del proceso con base en su límite de especificación inferior. En este caso, este valor demuestra que la capacidad potencial del proceso es deficiente en relación con su límite de especificación inferior debido a que,

		la distancia de la media del proceso al límite inferior es menor que la dispersión unilateral del proceso.
CPU	1,15	Indica la medida de la capacidad potencial del proceso con base en su límite de especificación superior. En este caso, este valor demuestra que la capacidad potencial del proceso es adecuada en relación con su límite de especificación superior debido a que, la distancia de la media del proceso al límite superior es mayor que la dispersión unilateral del proceso.
Cpk	0,55	Este índice muestra si el proceso está centrado entre los límites de especificación. Haciendo una comparación entre el Cp y Cpk se observa que el Cpk se encuentra alejado del Cp, lo que indica que el proceso no se encuentra exactamente centrado y que el proceso no cumple con por lo menos una de las especificaciones lo que demuestra que no es realmente capaz.

*Fuente: (Acuatex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

### 3.5.2.2.5. Estabilidad y capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 6

En la Tabla 25 se especifica el número de muestras tomadas de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 6 de tal forma que se pueda elaborar los cálculos respectivos de la estabilidad y la capacidad del proceso.

*Tabla 25. Muestras tomadas de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 6*

Subgrupo	Observaciones individuales (cm)					$\bar{X}$ (cm)	Rango (cm)
	1	2	3	4	5		
1	37,60	38,10	38,70	38,20	37,90	38,10	1,10
2	38,10	37,80	37,80	37,70	38,00	37,88	0,40
3	37,50	37,70	38,00	37,80	38,30	37,86	0,80
4	37,80	37,80	38,00	37,50	37,80	37,78	0,50
5	37,20	37,70	38,00	37,90	37,80	37,72	0,80
6	37,50	38,00	37,60	37,80	38,30	37,84	0,80
7	37,40	38,00	37,90	37,40	37,80	37,70	0,60
8	37,50	37,70	38,00	37,80	38,30	37,86	0,80
9	37,40	38,00	37,90	37,40	37,80	37,70	0,60
10	37,20	37,70	38,00	37,90	37,80	37,72	0,80
11	37,60	38,10	38,70	38,20	37,90	38,10	1,10

<b>12</b>	37,50	38,00	37,60	37,80	38,30	37,84	0,80
<b>13</b>	37,80	37,80	38,00	37,50	37,80	37,78	0,50
<b>14</b>	38,10	37,80	37,80	37,70	38,00	37,88	0,40
<b>15</b>	37,20	37,70	38,00	37,90	37,80	37,72	0,80
<b>16</b>	37,60	38,10	38,70	38,20	37,90	38,10	1,10
<b>17</b>	37,20	37,70	38,00	37,90	37,80	37,72	0,80
<b>18</b>	37,80	37,80	38,00	37,50	37,80	37,78	0,50
<b>19</b>	38,10	37,80	37,80	37,70	38,00	37,88	0,40
<b>20</b>	37,40	38,00	37,90	37,40	37,80	37,70	0,60
						37,83	0,71

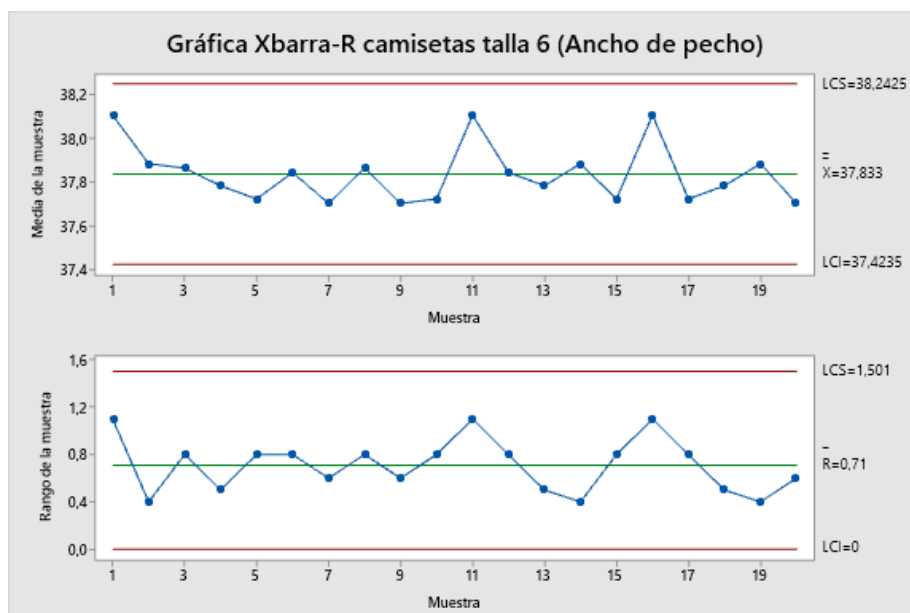
*Fuente:* (Acuatex, 2020)

*Elaborado por:* Autora

En la Tabla 25 se detallan los datos recolectados en las 100 muestras tomadas en base a la variable ancho de pecho, las mismas que están divididas en subgrupos de 5 dando como resultado un total de 20 subgrupos (k), con un promedio de promedios ( $\bar{\bar{X}}$ ) equivalente a 37,83 centímetros y un promedio de rangos ( $\bar{R}$ ) de 0,71 centímetros. Posteriormente, con los datos obtenidos en la Tabla 25 se calculó el índice de estabilidad y capacidad del proceso.

### **Estabilidad del proceso de confección por medio de una gráfica de control de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 6**

Por medio de una gráfica de control  $\bar{X}$ -R se evidenció el comportamiento de las medias y los rangos y de esta manera determinar si el proceso se encuentra dentro de control o no. A continuación, en la Figura 30 se muestra la gráfica de control  $\bar{X}$ -R de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 6.



**Figura 30.** Gráfica de control  $\bar{X}$ -R de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 6  
**Fuente:** (Acuatex, 2020)  
**Elaborado por:** Autora

En la Figura 30 se observa que los datos tomados de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 6 se encuentran bajo control estadístico debido a que ninguno de ellos sobrepasa los límites de control establecidos. Sin embargo, es necesario analizar la capacidad del proceso ya que este resultado no asegura que el desempeño del proceso cumple con las especificaciones que el cliente solicita.

### **Capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 6**

De acuerdo con las muestras detalladas en la Tabla 25 que fueron tomadas en distintos lotes de producción durante una semana con respecto a la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 6, se procedió al cálculo de la capacidad del proceso ( $C_p$ ), el mismo que se obtuvo de la siguiente manera:



- **Cálculo de la desviación estándar ( $\sigma$ )**

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Donde

$d_2$  = constante que depende del tamaño de la muestra, donde para el tamaño de 5 muestras por subgrupo, el valor de  $d_2 = 2,326$  (Ver Anexo 2)

$$\sigma = \frac{0,71}{2,326}$$

$$\sigma = 0,291$$

- **Identificación del LEI (Límite Inferior) y LES (Límite Superior)**

De acuerdo con la Tabla 17, la tolerancia especificada por el cliente con respecto a la variable ancho de pecho es equivalente a  $\pm 1$ , lo que significa que, las camisetas no deben tener diferencias mayores a 1 centímetro ni menores a 1 centímetro y las mediciones deben encontrarse entre el LES = 39 centímetros y el LEI = 37 centímetros.

- **Cálculo de la capacidad del proceso ( $C_p$ )**

$$C_p = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

$$C_p = \frac{39 - 37}{6(0,291)}$$

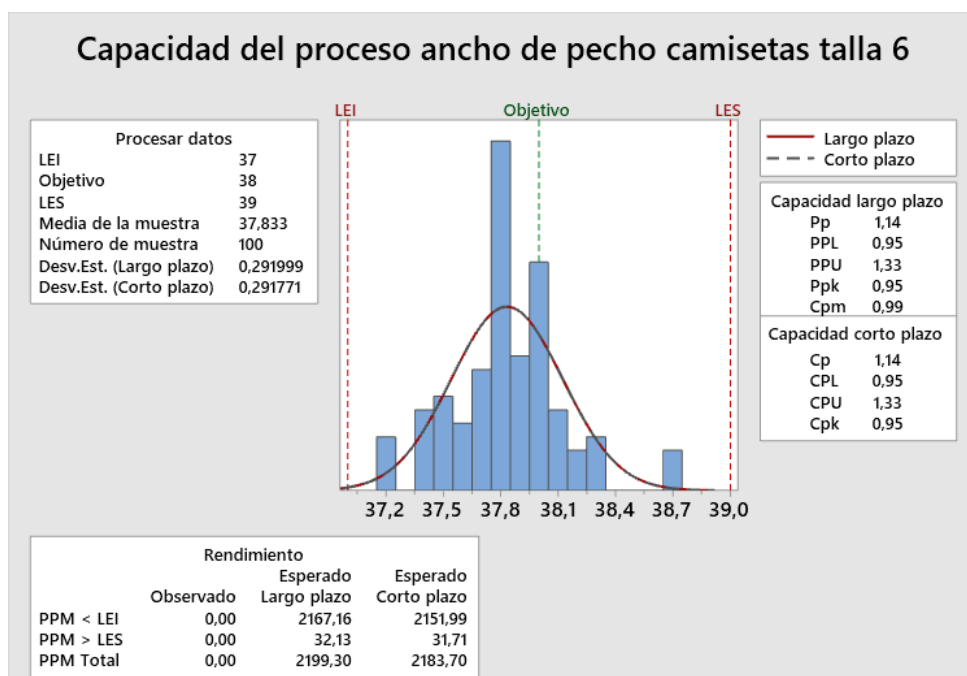
$$C_p = 1,14$$

La capacidad del proceso es de 1,14 se encuentra en la categoría 2 (Ver Anexo 3), lo cual indica que es un proceso parcialmente adecuado que requiere de un control estricto ya que las

especificaciones a cumplir con el cliente se encuentran un poco alejadas del valor nominal, a las que es necesario reducirlas para mejorar la capacidad del proceso y la estabilidad del mismo.

### Índices de la capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 6

A continuación, en la Figura 31 se muestra el índice de capacidad de proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 6 por medio del uso del software Minitab 19.



**Figura 31.** Capacidad de proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 6

**Fuente:** (Acuatex, 2020)

**Elaborado por:** Autora

En la Figura 31 se muestran los resultados obtenidos de la medición de la capacidad del proceso de confección actual de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 6. En esta gráfica se aprecia que existe un proceso capaz, no hay mucha variabilidad de las muestras tomadas, las

mismas que se encuentran cercanas al punto objetivo y dentro de los límites de control establecidos.

A continuación, en la Tabla 26 se detalla la interpretación de las métricas de capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 6 proporcionadas por el software Minitab 19.

**Tabla 26.** Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de confección de la variable ancho de pecho de las camisetas básicas talla 6

Índice	Valor	Interpretación
<b>Capacidad largo plazo</b>		
Pp	1,14	Permite evaluar la capacidad del proceso a largo plazo con base en la dispersión del proceso. En este caso, se dice que la capacidad del proceso a largo plazo es adecuada con base a su variabilidad debido a que la dispersión de especificación es considerablemente mayor que la dispersión a largo plazo del proceso.
PPL	0,95	Este índice es una relación que compara la distancia de la media del proceso al límite de especificación inferior y la dispersión unilateral del proceso con base en la desviación estándar a largo plazo. En este caso, el PPL es bajo lo que significa que la capacidad del proceso a largo plazo es deficiente en relación con su límite de especificación inferior y que el proceso puede necesitar mejoras.
PPU	1,33	Este índice es una relación que compara la distancia de la media del proceso al límite de especificación superior y la dispersión unilateral del proceso con base en la desviación estándar a largo plazo. En este caso, el PPU es alto lo que significa que la capacidad del proceso a largo plazo es adecuada en relación con su límite de especificación superior.
Ppk	0,95	Este índice evalúa tanto la ubicación como la variación a largo plazo del proceso, lo que significa que la capacidad del proceso a largo plazo es deficiente debido a que su valor es relativamente bajo.
Cpm	0,99	Compara la dispersión de especificación con la dispersión de los datos del proceso. Lo ideal de este índice es que sea mayor que uno para decir que se cumple con las especificaciones, pero en este caso el resultado es menor debido a que los datos se encuentran dentro de los límites de especificación, pero el proceso está fuera del objetivo.

<b>Capacidad corto plazo</b>		
Cp	1,14	Para que el proceso sea considerado potencialmente capaz de cumplir con las especificaciones del cliente, se requiere que la variación real sea menor que la variación tolerada. Lo deseable es que este índice sea mayor que 1. En este caso el índice Cp se encuentra en la categoría 2 lo que quiere decir que el proceso es parcialmente adecuado y que requiere de un control estricto.
CPL	0,95	Indica la medida de la capacidad potencial del proceso con base en su límite de especificación inferior. En este caso, este valor demuestra que la capacidad potencial del proceso es deficiente en relación con su límite de especificación inferior debido a que, la distancia de la media del proceso al límite inferior es menor que la dispersión unilateral del proceso.
CPU	1,33	Indica la medida de la capacidad potencial del proceso con base en su límite de especificación superior. En este caso, este valor demuestra que la capacidad potencial del proceso es adecuada en relación con su límite de especificación superior debido a que, la distancia de la media del proceso al límite superior es mayor que la dispersión unilateral del proceso.
Cpk	0,95	Este índice muestra si el proceso está centrado entre los límites de especificación. Haciendo una comparación entre el Cp y Cpk se observa que el Cpk se encuentra alejado del Cp, lo que indica que el proceso no se encuentra exactamente centrado y que el proceso no cumple con por lo menos una de las especificaciones lo que demuestra que no es realmente capaz.

*Fuente: (Acuatex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

### **3.5.2.2.6. Estabilidad y capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 6**

En la Tabla 27 se especifica el número de muestras tomadas de la variable largo total de las camisetas básicas talla 6 de tal forma que se pueda elaborar los cálculos respectivos de la estabilidad y la capacidad del proceso.

*Tabla 27. Muestras tomadas de la variable largo total de las camisetas básicas talla 6*

Subgrupo	Observaciones individuales (cm)					$\bar{X}$ (cm)	Rango (cm)
	1	2	3	4	5		
1	50,70	51,00	51,20	51,30	51,00	51,04	0,60
2	51,30	50,80	50,90	51,20	51,40	51,12	0,60
3	50,60	50,50	51,90	51,60	50,90	51,10	1,40
4	50,80	51,30	51,20	51,90	51,30	51,30	1,10
5	51,40	51,90	51,80	51,80	51,90	51,76	0,50
6	51,70	51,80	51,60	51,70	51,20	51,60	0,60
7	51,00	51,80	51,80	51,30	51,60	51,50	0,80
8	51,30	50,80	50,90	50,90	51,40	51,06	0,60
9	51,70	51,80	51,60	51,70	51,20	51,60	0,60
10	51,40	51,90	51,80	51,80	51,90	51,76	0,50
11	50,80	51,30	51,20	51,90	51,30	51,30	1,10
12	51,00	51,80	51,80	51,30	51,60	51,50	0,80
13	51,00	51,80	51,80	51,30	51,60	51,50	0,80
14	51,30	50,80	50,90	50,90	51,40	51,06	0,60
15	51,00	51,80	51,80	51,30	51,60	51,50	0,80
16	50,80	51,30	51,20	51,90	51,30	51,30	1,10
17	51,30	51,00	51,80	50,50	50,90	51,10	1,30
18	50,80	51,30	51,20	51,90	51,30	51,30	1,10
19	51,40	51,90	51,80	51,80	51,90	51,76	0,50
20	51,70	51,80	51,60	51,70	51,20	51,60	0,60
						51,39	0,80

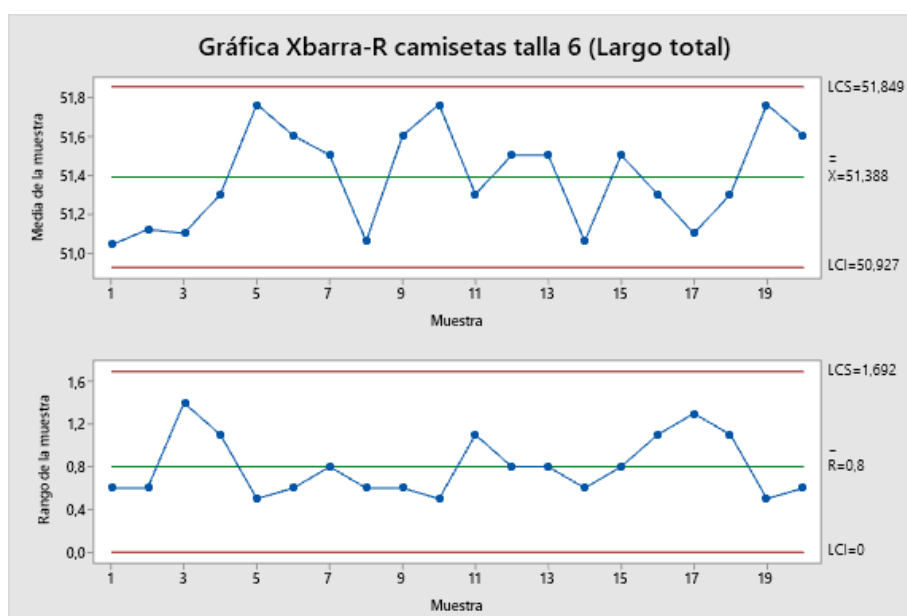
*Fuente: (Acuatex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

En la Tabla 27 se detallan los datos recolectados en las 100 muestras tomadas en base a la variable largo total, las mismas que están divididas en subgrupos de 5 dando como resultado un total de 20 subgrupos ( $k$ ), con un promedio de promedios ( $\bar{\bar{X}}$ ) equivalente a 51,39 centímetros y un promedio de rangos ( $\bar{\bar{R}}$ ) de 0,80 centímetros. Posteriormente, con los datos obtenidos en la Tabla 27 se calculó el índice de estabilidad y capacidad del proceso.

## Estabilidad del proceso de confección por medio de una gráfica de control de la variable largo total de las camisetas básicas talla 6

Por medio de una gráfica de control  $\bar{X}$ -R se evidenció el comportamiento de las medias y los rangos y de esta manera determinar si el proceso se encuentra dentro de control o no. A continuación, en la Figura 32 se muestra la gráfica de control  $\bar{X}$ -R de la variable largo total de las camisetas básicas talla 6.



**Figura 32.** Gráfica de control  $\bar{X}$ -R de la variable largo total de las camisetas básicas talla 6

**Fuente:** (Acuatex, 2020)

**Elaborado por:** Autora

En la Figura 32 se observa que los datos tomados de la variable largo total de las camisetas básicas talla 6 se encuentran bajo control estadístico debido a que ninguno de ellos sobrepasa los límites de control establecidos. Sin embargo, es necesario analizar la capacidad del proceso ya que este resultado no asegura que el desempeño del proceso cumple con las especificaciones que el cliente solicita.

## Capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 6

De acuerdo con las muestras detalladas en la Tabla 27 que fueron tomadas en distintos lotes de producción durante una semana con respecto a la variable largo total de las camisetas básicas talla 6, se procedió al cálculo de la capacidad del proceso ( $C_p$ ), el mismo que se obtuvo de la siguiente manera:

- **Cálculo de la desviación estándar ( $\sigma$ )**

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Donde

$d_2$  = constante que depende del tamaño de la muestra, donde para el tamaño de 5 muestras por subgrupo, el valor de  $d_2 = 2,326$  (Ver Anexo 2).

$$\sigma = \frac{0,80}{2,326}$$

$$\sigma = 0,338$$

- **Identificación del LEI (Límite Inferior) y LES (Límite Superior)**

De acuerdo con la Tabla 17, la tolerancia especificada por el cliente con respecto a la variable largo total es equivalente a  $\pm 1$ , lo que significa que, las camisetas no deben tener diferencias mayores a 1 centímetro ni menores a 1 centímetro y las mediciones deben encontrarse entre el LES = 52 centímetros y el LEI = 50 centímetros.

- **Cálculo de la capacidad del proceso (Cp)**

$$Cp = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

$$Cp = \frac{52 - 50}{6(0,338)}$$

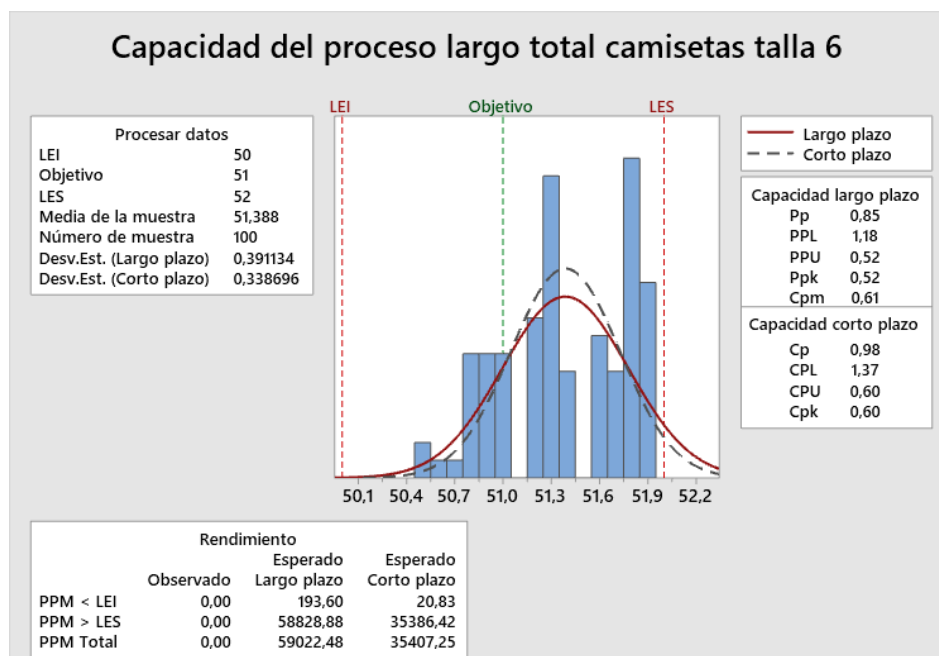
$$Cp = 0,98$$

La capacidad del proceso es de 0,98 se encuentra en la categoría 3 (Ver Anexo 3), lo cual indica que es un proceso no adecuado para el trabajo ya que las especificaciones a cumplir con el cliente se encuentran muy alejadas del valor nominal, por lo que es necesario un análisis del proceso y requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.

### **Índices de la capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 6**

A continuación, en la Figura 33 se muestra el índice de capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 6 por medio del uso del software Minitab 19.





**Figura 33.** Capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 6

**Fuente:** (Acuatex, 2020)

**Elaborado por:** Autora

En la Figura 33 se muestran los resultados obtenidos de la medición de la capacidad del proceso de confección actual de la variable largo total de las camisetas básicas talla 6. En esta gráfica se aprecia que existe un proceso capaz, no hay mucha variabilidad de las muestras tomadas, las mismas que se encuentran cercanas al punto objetivo y dentro de los límites de control establecidos.

A continuación, en la Tabla 28 se detalla la interpretación de las métricas de capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 6 proporcionadas por el software Minitab 19.

*Tabla 28. Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de confección de la variable largo total de las camisetas básicas talla 6*

Índice	Valor	Interpretación
<b>Capacidad largo plazo</b>		
Pp	0,85	Permite evaluar la capacidad del proceso a largo plazo con base en la dispersión del proceso. En este caso, se dice que la capacidad del proceso a largo plazo no es muy adecuada con base a su variabilidad debido a que la dispersión de especificación es menor que la dispersión a largo plazo del proceso.
PPL	1,18	Este índice es una relación que compara la distancia de la media del proceso al límite de especificación inferior y la dispersión unilateral del proceso con base en la desviación estándar a largo plazo. En este caso, el PPL es alto lo que significa que la capacidad del proceso a largo plazo es adecuada en relación con su límite de especificación inferior.
PPU	0,52	Este índice es una relación que compara la distancia de la media del proceso al límite de especificación superior y la dispersión unilateral del proceso con base en la desviación estándar a largo plazo. En este caso, el PPU es bajo lo que significa que la capacidad del proceso a largo plazo es deficiente en relación con su límite de especificación superior y que necesita mejoras.
Ppk	0,52	Este índice evalúa tanto la ubicación como la variación a largo plazo del proceso, lo que significa que la capacidad del proceso a largo plazo es deficiente debido a que su valor es relativamente bajo.
Cpm	0,61	Compara la dispersión de especificación con la dispersión de los datos del proceso. Lo ideal de este índice es que sea mayor que uno para decir que se cumple con las especificaciones, pero en este caso el resultado es menor debido a que los datos se encuentran dentro de los límites de especificación, pero el proceso está fuera del objetivo.
<b>Capacidad corto plazo</b>		
Cp	0,98	Para que el proceso sea considerado potencialmente capaz de cumplir con las especificaciones del cliente, se requiere que la variación real sea menor que la variación tolerada. Lo deseable es que este índice sea mayor que 1. En este caso el índice Cp se encuentra en la categoría 3 lo que quiere decir que el proceso no es adecuado para el trabajo y que requiere de modificaciones serias.
CPL	1,37	Indica la medida de la capacidad potencial del proceso con base en su límite de especificación inferior. En este caso, este valor demuestra que la capacidad potencial del proceso es adecuada en relación con su límite de especificación inferior debido a que,

		la distancia de la media del proceso al límite inferior es mayor que la dispersión unilateral del proceso.
CPU	0,60	Indica la medida de la capacidad potencial del proceso con base en su límite de especificación superior. En este caso, este valor demuestra que la capacidad potencial del proceso es deficiente en relación con su límite de especificación superior debido a que, la distancia de la media del proceso al límite superior es menor que la dispersión unilateral del proceso.
Cpk	0,60	Este índice muestra si el proceso está centrado entre los límites de especificación. Haciendo una comparación entre el Cp y Cpk se observa que el Cpk se encuentra alejado del Cp, lo que indica que el proceso no se encuentra exactamente centrado y que el proceso no cumple con por lo menos una de las especificaciones lo que demuestra que no es realmente capaz.

*Fuente: (Acuatex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

### 3.5.2.3. Mapa de Flujo de Valor Actual

Para las mejoras respectivas en el producto estrella de la empresa que son las camisetas es necesario elaborar el Mapa de Flujo de Valor Actual, el mismo que permite representar todo el proceso y comprender tanto el flujo de información como el de materiales necesarios para que el producto final llegue al cliente. Por medio de esta herramienta, se identificarán las actividades que no agregan valor al proceso para posteriormente plantear una propuesta de mejora para eliminarlas. A continuación, en la Figura 34 se presenta el Mapa de Flujo de Valor Actual de la empresa Acuatex.

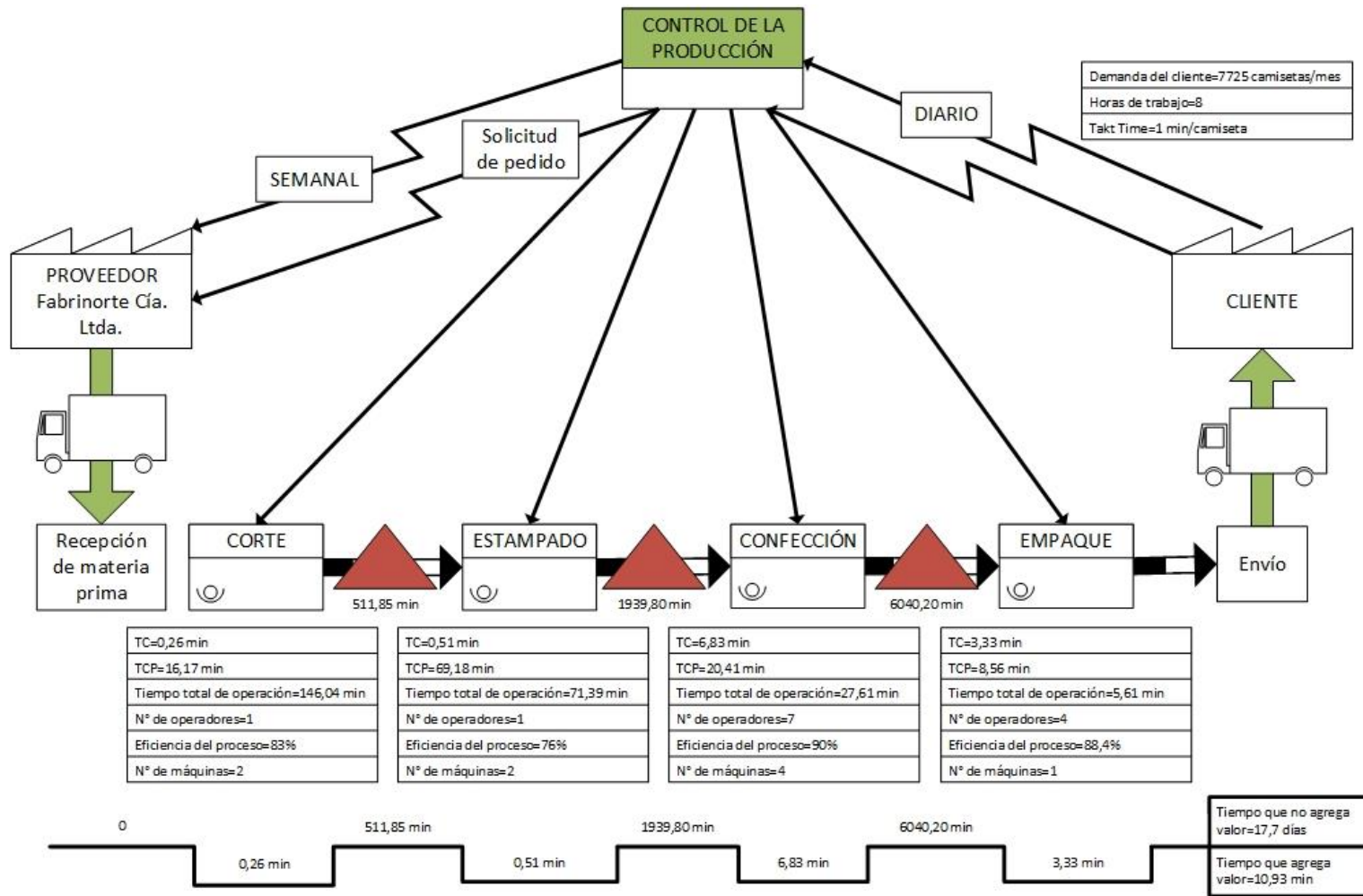


Figura 34. Mapa de Flujo de Valor Actual de la empresa Acuatex

Fuente: (Acuatex, 2020)

Elaborado por: Autora

La Figura 34 muestra el Mapa de Flujo de Valor Actual de la empresa Acuatex, en el cual se logra identificar los siguientes resultados:

- El proceso tiene un lead time equivalente a 17,7 días correspondiente al número de camisetas en inventario en proceso en fracción de la demanda diaria en cada operación, por lo tanto, la sumatoria de estos valores es el resultado del lead time.
- El tiempo que agrega valor o tiempo de ciclo actual del proceso es equivalente a 10,93 minutos lo que significa que, para producir una camiseta se necesita este tiempo, el mismo que fue obtenido de la sumatoria de los tiempos de ciclo de cada operación.
- El takt time obtenido representa que, el cliente está dispuesto a comprar una camiseta cada 1,30 minutos, por lo cual este debe ser el objetivo de producción de Acuatex. Para realizar este cálculo se tiene en cuenta el cociente entre el tiempo disponible neto de trabajo y la demanda diaria del cliente tal y como se muestra a continuación:

$$takt\ time = \frac{tiempo\ disponible}{demanda\ diaria} \quad (3)$$

Donde, el tiempo disponible por día es equivalente a 8 horas, lo que corresponde a 480 minutos y la demanda mensual de camisetas es igual a 7725 camisetas tal y como se detalla en la Tabla 7, por lo tanto, la demanda diaria queda de la siguiente manera:

$$demanda\ diaria = \frac{demanda\ mensual}{días\ hábiles} \quad (4)$$

$$\text{demanda diaria} = \frac{7725 \text{ camisetas/mes}}{21 \text{ días/mes}}$$

$$\text{demanda diaria} = 368 \text{ camisetas/día}$$

Por lo cual, el takt time es igual a:

$$\text{takt time} = \frac{480 \text{ minutos/día}}{368 \text{ camisetas/día}}$$

$$\text{takt time} = 1,30 \text{ minutos/camiseta}$$

- El proceso que demanda mayor tiempo para la fabricación de camisetas es el de confección, siendo este cuello de botella, con un tiempo equivalente a 6,83 minutos.
- El proceso que involucra un tiempo de cambio entre productos o tiempo de preparación excesivo es el proceso de estampado con un tiempo igual a 69,18 minutos debido a que, el tiempo del montaje de un cuadro es considerablemente alto equivalente a 14,42 minutos detallado en la Tabla 9.

### 3.5.3. Fase Analizar

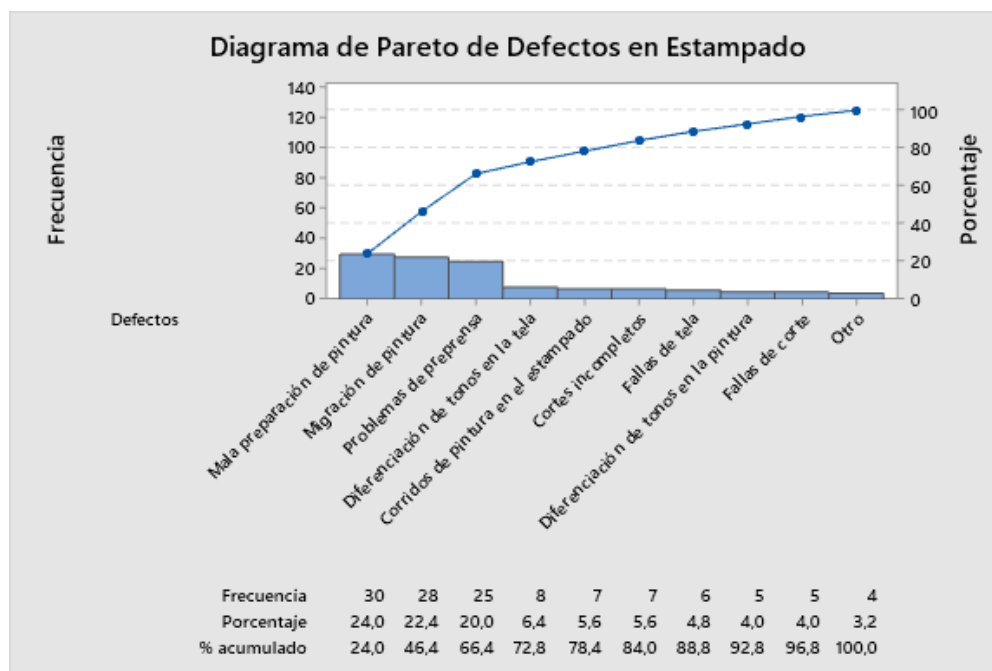
En esta etapa se aplicó el diagrama de Pareto para identificar el problema potencial de los reprocesos y posteriormente se aplicó el diagrama de Ishikawa para identificar las causas que generan el problema potencial.

### 3.5.3.1. Diagrama de Pareto

Tomando como base el Anexo 1 se procedió a elaborar un diagrama de Pareto en las áreas críticas como son: estampado y confección para identificar el problema potencial por el que se están generando reprocesos.

#### 3.5.3.1.1. Diagrama de Pareto en estampado

Para priorizar los problemas potenciales que están generando reprocesos en la empresa Acuatex se procedió a elaborar un diagrama de Pareto en el área de estampado tomando datos en un mes. A continuación, en la Figura 35 se muestra el diagrama de Pareto de los defectos en el área de estampado.



**Figura 35.** Diagrama de Pareto de los defectos en el área de estampado

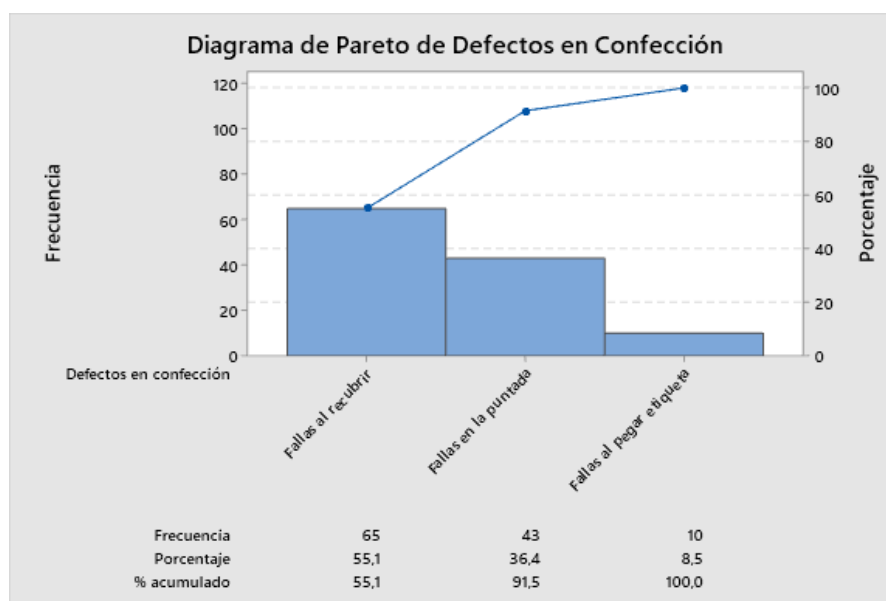
**Fuente:** (Acuatex, 2020)

**Elaborado por:** Autora

En la Figura 35 se puede observar que el 84% de los problemas se encuentran en los seis primeros defectos, pero para elaborar los diagramas de Ishikawa se tomó solamente a los tres problemas principales que son los más representativos debido a que equivalen al 66,4%. Estos problemas son: mala preparación de pintura, migración de pintura y problemas de preprensa.

### 3.5.3.1.2. Diagrama de Pareto en confección

Para priorizar los problemas potenciales que están generando reprocesos en la empresa Acuatex se procedió a elaborar un diagrama de Pareto en el área de confección tomando datos en un mes. A continuación, en la Figura 36 se muestra el diagrama de Pareto de los defectos en el área de confección.



**Figura 36.** Diagrama de Pareto de los defectos en el área de confección

**Fuente:** (Acuatex, 2020)

**Elaborado por:** Autora



En la Figura 36 se puede observar que el 91,5% de los problemas se encuentran en los dos primeros defectos por lo cual, estos serán lo que se tomarán en cuenta para elaborar el respectivo diagrama de Ishikawa. Estos problemas son: fallas al recubrir y fallas en la puntada.

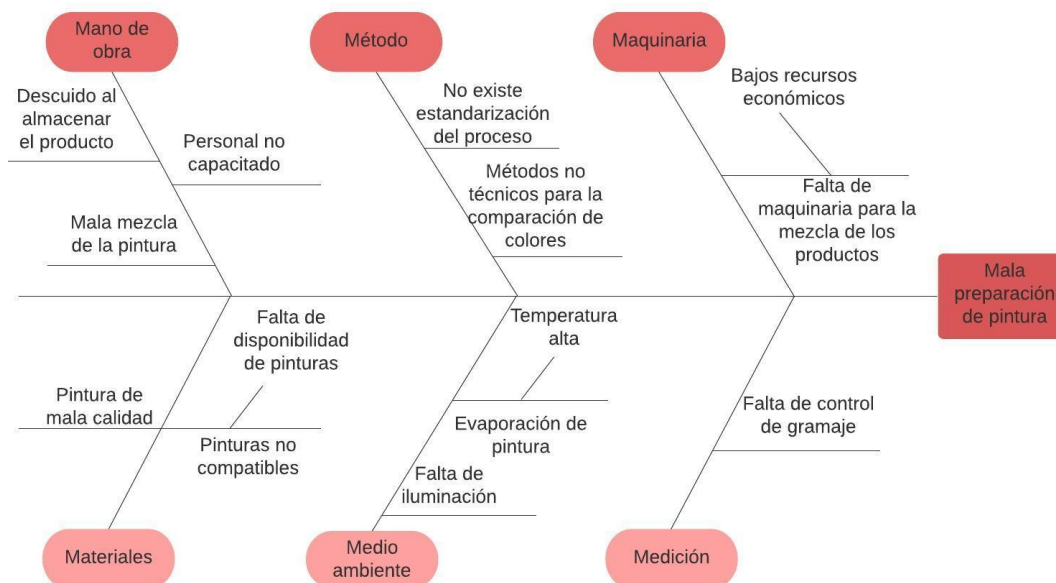
### **3.5.3.2. Diagrama de Ishikawa**

El diagrama de Ishikawa permitirá evaluar las 6M (mano de obra, método, maquinaria, materiales, medio ambiente y medición) con el objetivo de reducir desperdicios y minimizar reprocesos en el proceso de elaboración de camisetas básicas por medio de metodologías aplicables que permitan atacar a los problemas encontrados relacionados con problemas de la industria textil. En este apartado se realizó los diagramas de Ishikawa de los problemas principales mencionados en el apartado anterior.

#### **3.5.3.2.1. Diagrama de Ishikawa en estampado**

Tomando como base los resultados obtenidos en la Figura 35 se procedió a elaborar los diagramas de Ishikawa para identificar las causas que están generando estos problemas en el área de estampado.

En la Figura 37 se presenta el diagrama de Ishikawa de la mala preparación de pintura utilizando el método de las 6M.



**Figura 37.** Diagrama de Ishikawa de la mala preparación de pintura

**Fuente:** (Acuatex, 2020)

**Elaborado por:** Autora

La Figura 37 muestra los resultados en base a cada categoría del método de las 6M como se detalla a continuación:

**Mano de obra:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista una mala preparación de la pintura son: el descuido por parte del operario al momento de almacenar el producto por lo que en ocasiones se olvida de tapar los envases de pintura, la mala mezcla de la pintura y falta de capacitación.

**Método:** En esta categoría se encontró que las causas principales para que exista una mala preparación de la pintura son: no existe una estandarización del proceso por lo que no llevan el control del gramaje al momento de preparar la pintura y que existen métodos no técnicos para la comparación de colores, esta actividad se lo hace a simple vista.

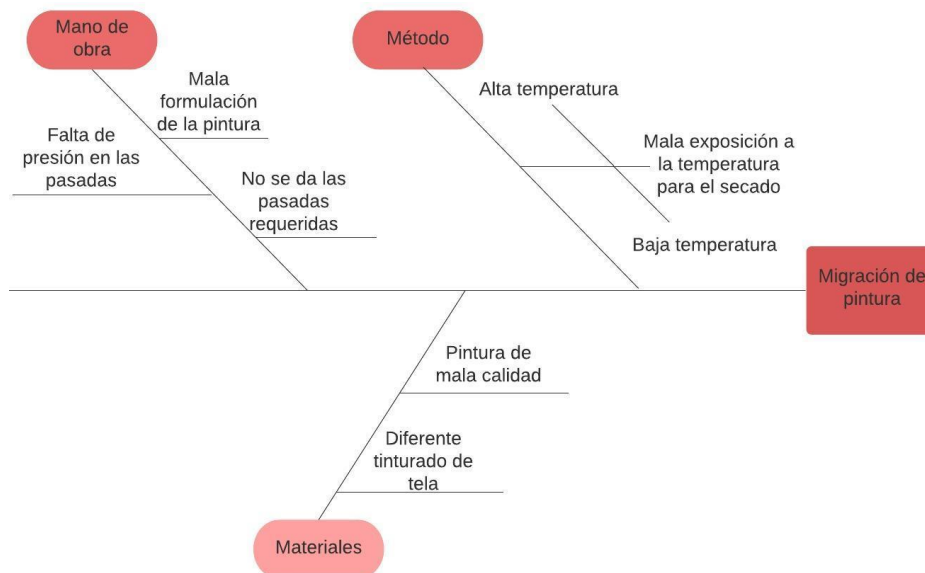
**Maquinaria:** En esta categoría se encontró que la causa principal para que exista una mala preparación de la pintura es la falta de maquinaria para la mezcla de los productos debido a que la empresa no cuenta con los recursos necesarios para realizar esta inversión.

**Materiales:** En esta categoría se encontró que las causas principales para que exista una mala preparación de la pintura son: pintura de mala calidad y pinturas no compatibles debido a que no se tiene disponibles las pinturas necesarias y se hace la combinación de colores solamente con las que ya existen en inventario.

**Medio ambiente:** En esta categoría se encontró que las causas principales para que exista una mala preparación de la pintura es la evaporación de la pintura debido a la temperatura alta que en ocasiones existe por el calor que se presenta en esta área y la falta de iluminación en el área de trabajo.

**Medición:** En esta categoría se encontró que la causa principal para que exista una mala preparación de la pintura es la falta de control del gramaje para determinar la cantidad exacta de pintura que se debe utilizar para sacar algún color.

En la Figura 38 se presenta el diagrama de Ishikawa de la migración de pintura utilizando el método de las 6M, pero en este problema se han identificado que solamente aplican 3M.



**Figura 38.** Diagrama de Ishikawa de la migración de pintura

**Fuente:** (Acuatex, 2020)

**Elaborado por:** Autora

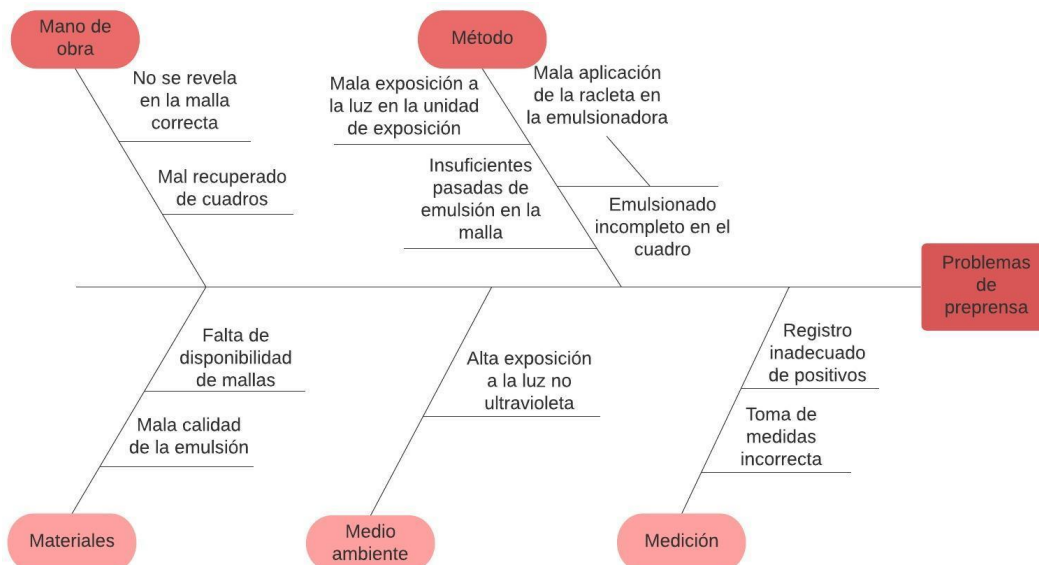
La Figura 38 muestra los resultados en base a cada categoría del método de las 6M enfocado en solamente 3M como se detalla a continuación:

**Mano de obra:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista una migración de pintura son: la falta de presión en las pasadas, mala formulación de la pintura y en ocasiones no se da las pasadas requeridas.

**Método:** En esta categoría se encontró que la causa principal para que exista una migración de pintura es la mala exposición de la temperatura para el secado ya sea esta alta o baja temperatura.

**Materiales:** En esta categoría se encontró que las causas principales para que exista una migración de pintura son: diferente tinturado de tela que no es compatible con la pintura utilizada para estampar y pintura de mala calidad.

En la Figura 39 se presenta el diagrama de Ishikawa de los problemas de pre prensa utilizando el método de las 6M, pero en este problema se han identificado que solamente aplican 5M.



**Figura 39.** Diagrama de Ishikawa de los problemas de pre prensa

**Fuente:** (Acuatex, 2020)

**Elaborado por:** Autora

La Figura 39 muestra los resultados en base a cada categoría del método de las 6M enfocado solamente 5M como se detalla a continuación:

**Mano de obra:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que existan problemas de pre prensa son: no se revela en la malla correcta y mal recuperado de cuadros.

**Método:** En esta categoría se encontró que las causas principales para que existan problemas de pre prensa son: mala exposición a la luz en la unidad de exposición, insuficientes pasadas de emulsión en la malla, emulsionado incompleto en el cuadro debido a la mala aplicación de la racleta en la emulsionadora.

**Materiales:** En esta categoría se encontró que las causas principales para que existan problemas de preprensa son: mala calidad de la emulsión y falta de disponibilidad de mallas.

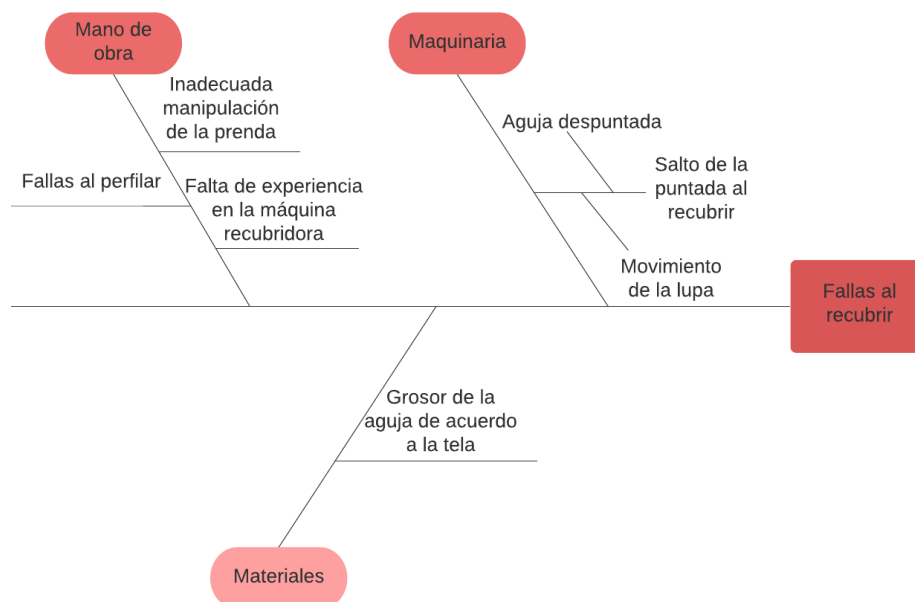
**Medio ambiente:** En esta categoría se encontró que la causa principal para que existan problemas de preprensa es la alta exposición a la luz no ultravioleta.

**Medición:** En esta categoría se encontró que las causas principales para que existan problemas de preprensa son: registro inadecuado de positivos y toma de medidas incorrecta debido a que solamente lo realizan a simple vista.

#### **3.5.3.2.2. Diagrama de Ishikawa en confección**

Tomando como base los resultados obtenidos en la Figura 36 se procedió a elaborar los diagramas de Ishikawa para identificar las causas que están generando estos problemas en el área de confección.

En la Figura 40 se presenta el diagrama de Ishikawa de las fallas al recubrir utilizando el método de las 6M, pero en este problema se han identificado que solamente aplican 3M.



**Figura 40.** Diagrama de Ishikawa de las fallas al recubrir

**Fuente:** (Acutex, 2020)

**Elaborado por:** Autora

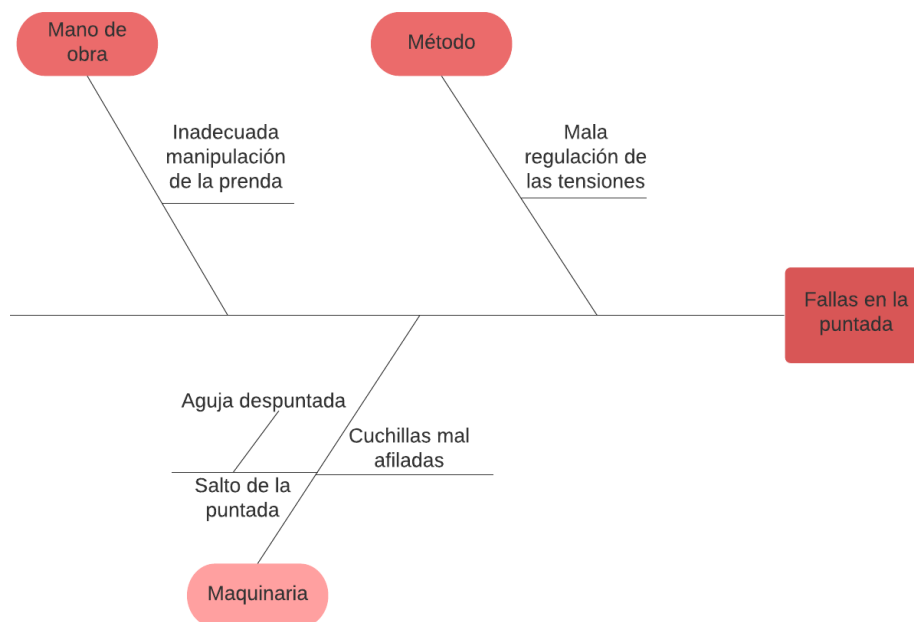
La Figura 40 muestra los resultados en base a cada categoría del método de las 6M enfocado en solamente 3M como se detalla a continuación:

**Mano de obra:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que existan fallas al recubrir son: fallas al perfilar, inadecuada manipulación de la prenda y falta de experiencia en la máquina recubridora.

**Maquinaria:** En esta categoría se encontró que la causa principal para que exista fallas al recubrir es el salto de la puntada al recubrir debido a la aguja despuntada y movimiento de la lupa.

**Materiales:** En esta categoría se encontró que la causa principal para que exista fallas al recubrir es que no se tiene el grosor de la aguja de acuerdo a la tela utilizada.

En la Figura 41 se presenta el diagrama de Ishikawa de las fallas en la puntada utilizando el método de las 6M, pero en este problema se han identificado que solamente aplican 3M.



**Figura 41.** Diagrama de Ishikawa de las fallas en la puntada

**Fuente:** (Acuatex, 2020)

**Elaborado por:** Autora

La Figura 41 muestra los resultados en base a cada categoría del método de las 6M enfocado en solamente 3M como se detalla a continuación:

**Mano de obra:** En esta categoría se determinó que la causa principal para que existan fallas en la puntada es la inadecuada manipulación de la prenda.

**Método:** En esta categoría se encontró que la causa principal para que existan fallas en la puntada es la mala regulación de las tensiones.

**Maquinaria:** En esta categoría se encontró que las causas principales para que existan fallas en la puntada son: las cuchillas de la máquina están mal afiladas y salto de la puntada debido a la aguja despuntada.



## CAPÍTULO IV

### 4. PROPUESTA DE MEJORA

Dentro de este capítulo se plantea la propuesta de mejora en base a los resultados obtenidos en el capítulo anterior. La propuesta comprende en aplicar las herramientas de las metodologías Lean Manufacturing y Six Sigma en las áreas de estampado y confección en la línea de producción de camisetas básicas, siguiendo la metodología científica de DMAIC con enfoque en las dos últimas fases como son: mejorar y controlar debido a que, las tres etapas anteriores ya fueron estudiadas en el Capítulo III, para proponer mejoras que ayuden a la solución de los problemas que desembocan en reprocesos.

#### 4.1. Fase Mejorar

Tomando como base los resultados obtenidos en el capítulo anterior, en esta fase se aplicaron herramientas de Lean Manufacturing que permitan resolver de mejor manera los problemas relacionados con reprocesos.

Las herramientas utilizadas son: 5'S, cambio rápido de herramientas o SMED, control visual o también conocida como Andon, balanceo de operaciones, manual de procedimientos del proceso de estampado y confección y Mapa de Flujo de Valor Futuro.

##### 4.1.1. Propuesta 5'S

Esta herramienta se propone a la empresa con el objetivo de convertir el ambiente de trabajo en un lugar cuya disposición facilite las actividades que se llevan a cabo dentro de ella por medio del orden y limpieza de las áreas de trabajo y de esta manera reducir el despilfarro y mejorar la

productividad. Para empezar, se tomará como piloto el área de estampado; sin embargo, esta propuesta se puede aplicar en cualquier otra área de la empresa y resultaría beneficioso.


#### **4.1.1.1. Planificación**


Antes de empezar con la implementación de esta metodología es necesario tener una reunión con todo el personal de la empresa y brindar una capacitación de los beneficios que tiene la empresa al implementar las 5'S, cómo se llevará a cabo su implementación y comprometerlos con la ejecución y mantenimiento de cada una de las etapas que se establecerán.


#### **4.1.1.2. Plan de implementación 5'S**

La Tabla 29 muestra el plan de implementación 5'S en donde se especifica cada una de las etapas de esta herramienta con sus respectivos objetivos, actividades, materiales necesarios, responsable y fuente de verificación.

Tabla 29. Plan de implementación 5'S

Etapas 5'S	Objetivo	Actividades	Materiales	Participantes	Fuente de verificación	Tiempo					
<p><b>Seiri/Clasificar o Seleccionar</b></p>	<p>Separar lo necesario de lo innecesario y eliminar los artículos innecesarios.</p>	<p>Toma de fotografías del área en la que se detecten problemas, en este caso del área de estampado.</p>  <p>Fotografía del área de estampado</p>	<p>Cámara</p>	<p>Operarios Jefe de planta Jefe de área</p>	<p>Fotografías</p>	<p>Semana 1</p>					
		<p>Establecer criterios de selección basados en la frecuencia de uso, la utilidad para el proceso y la cantidad necesaria como se muestra en la siguiente tabla:</p>	<p>Check List 5'S Cámara</p>		<p>Check List 5'S Fotografías</p>						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th><b>Necesario</b></th> <th><b>No necesario</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Frecuencia de uso</td> <td>Se usó en el último mes de trabajo</td> <td>No se usó en el último mes de trabajo</td> </tr> <tr> <td>Utilidad para el proceso</td> <td>Se utiliza en el proceso</td> <td>No se utiliza en el proceso</td> </tr> </tbody> </table>						<b>Necesario</b>	<b>No necesario</b>	Frecuencia de uso	Se usó en el último mes de trabajo
	<b>Necesario</b>	<b>No necesario</b>									
Frecuencia de uso	Se usó en el último mes de trabajo	No se usó en el último mes de trabajo									
Utilidad para el proceso	Se utiliza en el proceso	No se utiliza en el proceso									

		Cantidad necesaria	Cantidad requerida en el proceso	Excedente de lo que se necesita				
		Elaborar y aplicar tarjetas rojas en los elementos innecesarios como se muestra en el Anexo 4.		Tarjetas rojas Cámara		Fotografías		
		Realizar una lista de los artículos necesarios en el área y eliminar los objetos o elementos innecesarios (Ver Anexo 5).		Check List – Artículos necesarios		Check List 5'S Fotografías		
<b>Seiton/Ordenar</b>	Establecer un lugar adecuado para cada artículo.	Trasladar las herramientas, insumos, maquinaria, materia prima al lugar asignado.		Cámara Utensilios de limpieza	Operarios Jefe de planta Jefe de área	Fotografías Check List 5'S Layout	Semana 2	
		Definir y ubicar los artículos según su uso y utilidad.		Estanterías Check List 5'S				
		Colocar rótulos en el lugar de ubicación de cada elemento, de esta manera se disminuirá el tiempo de búsqueda y, por consiguiente, el tiempo de ciclo.		Laptop Cartulinas Cinta adhesiva Estanterías Impresora				
								
		Fotografía del área de estampado ordenada						

		Marcar o trazar las áreas de trabajo para mejorar la distribución en planta.	Flexómetro Layout Pintura Brocha			
<b>Seiso/Limpiar</b>	Implantar un programa de limpieza en el área de estampado y posteriormente en las demás áreas de producción de la empresa.	Establecer la frecuencia de limpieza del área, así como también sus máquinas y demás artículos necesarios para el proceso.	Cámara Artículos de limpieza Registro de limpieza	Operarios Jefe de planta Jefe de área	Fotografías Check List 5'S	Semana 3
		Definir los métodos de limpieza.				
		Determinar los equipos y herramientas de limpieza a utilizar.				
		Realizar un listado de las actividades de limpieza que se deben llevar a cabo.				
		Asignar responsables de las actividades de limpieza.				
		Documentar las actividades de limpieza en un procedimiento.				
		Fomentar una cultura de limpieza dentro de la empresa.				
	Fotografía del área de estampado limpia					
<b>Seiketsu/Estandarizar</b>	Mantener el estado de orden y limpieza	Establecer procedimientos de limpieza e integrarlos a los procedimientos de operación.	Laptop	Operarios Jefe de planta Jefe de área	Fotografías Check List 5'S	Semana 4



#### 4.1.2. Cambio Rápido de Herramientas (SMED)

La problemática actual que presenta la empresa Acuatex es que existe un tiempo de cambio entre productos o tiempo de preparación excesivo en el proceso de estampado con un tiempo equivalente a 69,18 minutos debido a que, el tiempo del montaje de un cuadro es considerablemente alto correspondiente a 14,42 minutos.

Por tal motivo, se ve la necesidad de proponer la aplicación de la técnica SMED de tal forma que permita disminuir el tiempo del montaje de un cuadro con el fin de eliminar desperdicios, aumentar la productividad de la empresa y mejorar la calidad del producto.

##### 4.1.2.1. Identificación de actividades internas y externas

Tomando como base la Tabla 9 que muestra el diagrama del proceso de estampado se procedió a identificar las actividades internas y externas considerando que, las actividades internas son aquellas actividades del cambio que pueden ejecutarse solamente cuando la máquina está parada mientras que, las actividades externas son aquellas que sí pueden ser realizadas mientras la máquina está trabajando o en movimiento.

A continuación, en la Tabla 30 se presenta la clasificación de las actividades de cambio del proceso de estampado en actividades internas y externas.

*Tabla 30. Clasificación de las actividades de cambio del proceso de estampado en actividades internas y externas*

N°	Actividad	Interna	Externa
1	Recuperado de cuadros		X
2	Recepción de la orden de estampado y negativos		X
3	Emulsionado		X

4	Secado		X
5	Cuadrado de negativos		X
6	Revelado		X
7	Sacado de imagen		X
8	Secado en las hornillas		X
9	Transporte a estanterías		X
10	Preparación de pintura de acuerdo a los tonos		X
11	Transporte de pintura a los pulpos		X
12	Transporte de cuadros hasta los pulpos		X
13	Montaje por cuadro	X	
14	Estampado de la primera muestra y registro de medidas	X	
15	Hacer aprobar por diseño		X
16	Engomado de tableros	X	
17	Estampar una prenda de la producción	X	
<b>TOTAL</b>		<b>4</b>	<b>13</b>

*Fuente: (Acuatex, 2020)*

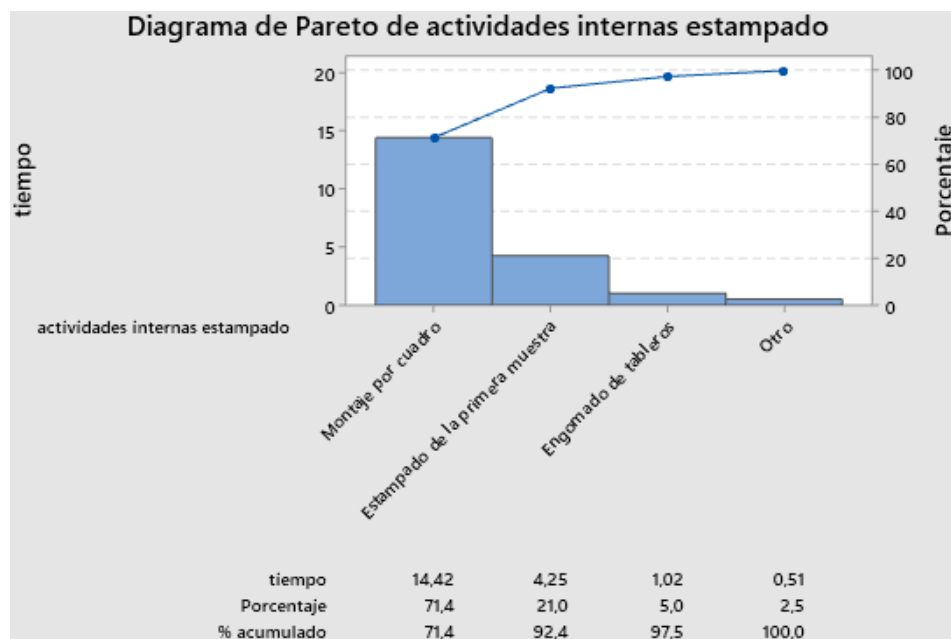
*Elaborado por: Autora*

En la Tabla 30 se observa que existen cuatro actividades internas como son: montaje por cuadro, estampado de la primera muestra y registro de medidas, engomado de tableros y estampar una prenda de la producción y las otras trece actividades corresponden a actividades externas.

#### **4.1.2.2. Análisis de las actividades de cambio**

De acuerdo con los tiempos de cada actividad que involucran el proceso de estampado detallados en la Tabla 9 y con las actividades internas descritas en la Tabla 30 se procedió a elaborar un diagrama de Pareto de tiempos de las actividades de cambio internas del proceso de estampado presentado en la Figura 42 para determinar cuál es la actividad que demanda mayor tiempo y a la cual atacar.





**Figura 42.** Diagrama de Pareto de tiempos de las actividades de cambio internas del proceso de estampado

**Fuente:** (Acuatex, 2020)

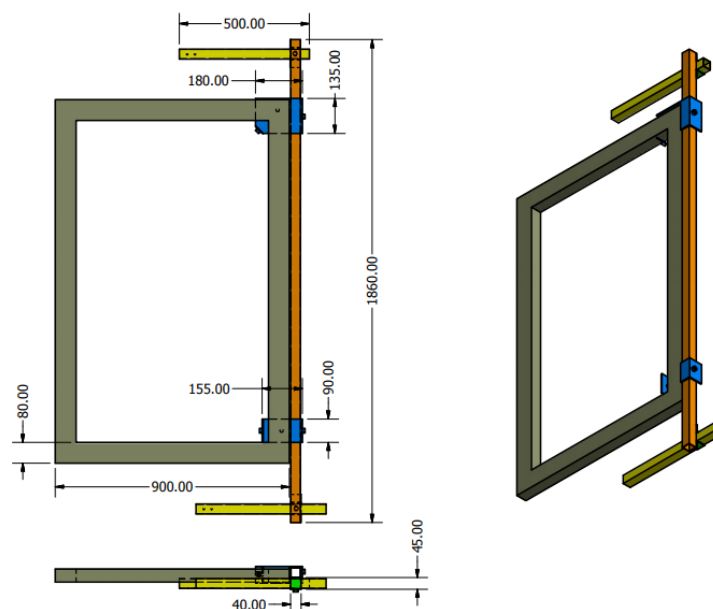
**Elaborado por:** Autora

En la Figura 42 se puede observar que el 71,4% de los problemas se encuentra en la actividad de montaje por cuadro, por lo cual, este es el problema principal al que se va a atacar por medio de la aplicación de la técnica SMED.

#### 4.1.2.3. Propuesta SMED

Para que el tiempo de preparación disminuya con especial énfasis en la actividad de montaje por cuadro se plantea aplicar un sistema de tres sellos considerado como un sistema de registro rápido para el registro en los cuadros para que el montaje del cuadro sea más efectivo.

A continuación, en la Figura 43 se muestra el diseño del sistema de tres sellos empleado para el registro en los cuadros.



**Figura 43.** Diseño del sistema de tres sellos empleado para el registro en los cuadros

**Fuente:** (Cabezas, 2020)

**Elaborado por:** Autora

El sistema de registro rápido o sistema de tres sellos está diseñado para proporcionar un registro rápido y preciso de las pantallas en las prensas manuales y automáticas. Los componentes de este sistema consisten en el marco principal de la unidad de exposición para las barras de pasador y las hojas de soporte, una paleta de tres cerraduras y un tope de paleta de tres cerraduras.

La primera barra de pasador está montada en la mesa de luz para permitir que las películas se alineen con precisión entre sí, las hojas de soporte se registran en la barra de pasador y las películas se pegan a las hojas de soporte.

Al utilizar una cuadrícula o un conjunto de marcas de alineación, las películas se registran entre sí. El marco principal de la unidad de exposición mantiene cada pantalla en exactamente la misma posición con respecto a la segunda barra. La barra de pasador mantiene cada película en registro con las demás durante el proceso de exposición.

Al registrar las películas montadas en la hoja portadora entre sí y las pantallas a las películas, las pantallas expuestas resultantes se registran antes de que lleguen a la prensa, el paso final es alinear las pantallas entre sí en la prensa. Una vez montadas en la prensa, la paleta del sistema de tres sellos coincide los mismos tres puntos de parada que se encuentran en el marco principal. La paleta se mueve fácilmente a cada cabezal de impresión y alinea rápidamente las pantallas en la prensa, el resultado son pantallas fácilmente registradas en minutos.

Una vez que el sistema de tres sellos está configurado correctamente, los trabajos se pueden registrar en una prensa manual para el muestreo y luego pasar rápida y fácilmente a una automática y registrar los trabajos de producción con la misma precisión, de esta manera se evitará errores de estampación y mejorar la calidad del producto terminado que en este caso son las camisetas básicas.

#### **4.1.3. Control Visual (Andon)**

Esta herramienta se propone a la empresa con el fin de alertar sobre problemas ocurridos en la línea de producción en tiempo real, tales como problemas de mantenimiento, faltante de materiales y problemas de calidad.

El sistema Andon se propone aplicar tanto en el área de estampado como en el área de confección que de acuerdo a la matriz de priorización detallada en la Tabla 13 se identificaron como procesos críticos.

##### **4.1.3.1. Proceso de implementación del sistema Andon**

Para la aplicación del sistema Andon no existen reglas establecidas, sin embargo, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Ubicar la torreta de colores en un lugar que permita gran visibilidad desde todos los puestos de trabajo de cada área.

En este caso, el sitio en el que se propone ubicar la torreta de colores en el área de estampado es al finalizar el secado de la prenda en el horno, mientras que en el área de confección se propone ubicar en el puesto de trabajo de control de calidad frente al módulo de producción. El sistema se colocará a una distancia de tres metros desde el suelo.

- Todos los trabajadores deben tener conocimiento acerca del significado de los colores de la torreta, para que la respuesta ante la condición anormal que se presente sea efectiva.
- Los trabajadores deben contar con autonomía y criterio para activar las señales correspondientes en las diferentes situaciones que se presenten durante las operaciones.

Para que no exista confusión ni desorganización dentro de la planta, se propone que la persona que va a accionar el sistema ante cualquier eventualidad es la encargada de control de calidad tanto del área de estampado como de confección.

#### **4.1.3.2. Código de colores**

Como se mencionó anteriormente es importante que todos los trabajadores dominen claramente el código de colores empleado para representar cada tipo de situación anormal. A continuación, en la Tabla 31 se presenta el código de colores para el sistema Andon propuesto a la empresa de confección Acuatex.

**Tabla 31.** Código de colores para el sistema Andon propuesto a la empresa de confección Acuatex

<b>Color</b>	<b>Tipo de situación</b>
Azul	Falta de materiales
Verde	Línea o célula funcionando satisfactoriamente
Amarillo	Línea o célula parada por falta de mantenimiento
Rojo	Línea o célula parada por problemas de calidad

*Fuente:* (Socconini, 2019)

*Elaborado por:* Autora

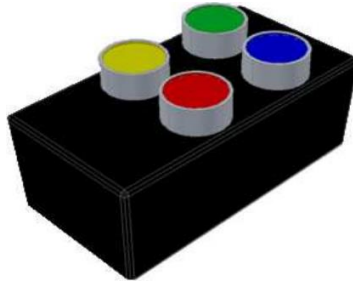
En la Tabla 31 se observa que existen cuatro colores como son el azul, verde, amarillo y rojo que representan la falta de materiales, línea o célula funcionando satisfactoriamente, problemas de mantenimiento y problemas de calidad respectivamente.

Este código de colores será empleado para resaltar visualmente alguna condición de operación para llamar la atención de la persona responsable de tomar alguna decisión.

#### **4.1.3.3. Funcionamiento del sistema Andon**

Para activar una de las luces de colores de la torreta se tendrá instalada una botonera en el puesto de trabajo de la persona encargada del control de calidad del área de estampado, así como también del área de confección.

Esta botonera constará de cuatro pulsadores de los colores establecidos en la Tabla 31 los mismos que corresponden a cada alarma posible y de esta manera poder reaccionar efectivamente ante cualquier situación anormal que se presente. A continuación, en la Figura 44 se presenta el diseño de la botonera para el sistema Andon.



*Figura 44. Diseño de la botonera para el sistema Andon*

*Fuente: (Cabezas, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

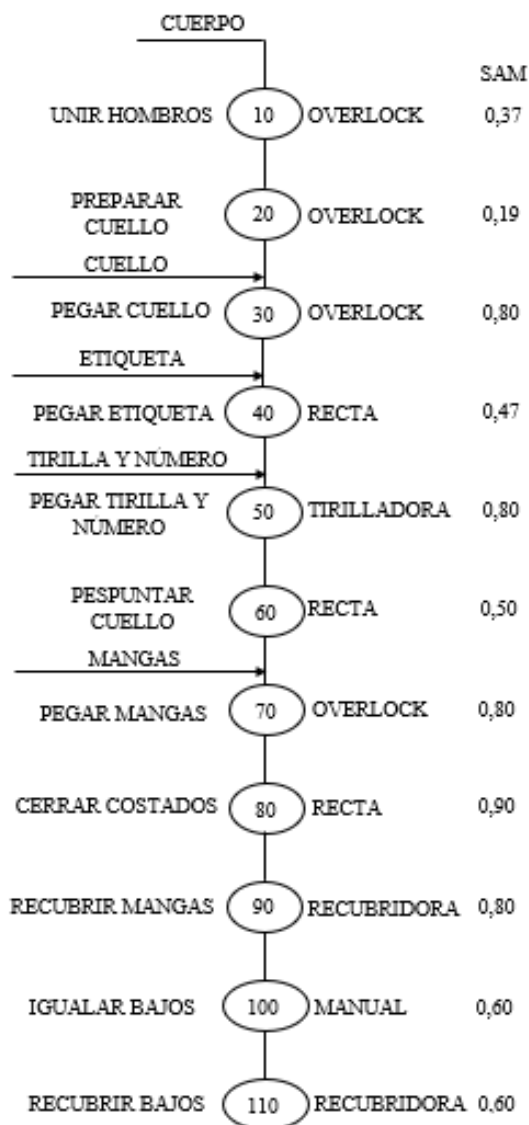
#### **4.1.4. Balanceo de Operaciones**

De acuerdo con la Figura 34 se identificó que el proceso de confección es el que demanda mayor tiempo por lo que se le denomina como cuello de botella. Por tal motivo, se ve la necesidad de balancear la línea de producción del área de confección para establecer las cargas de trabajo adecuadas a cada operario y de esta manera asegurar un flujo continuo y uniforme de los productos, el aprovechamiento máximo de la mano de obra y de las máquinas.

##### **4.1.4.1. Balanceo de línea asignando zonas de trabajo**

El principio básico de este sistema consiste en reducir a la mínima expresión posible el nivel de inventario en proceso, logrando de esta manera la máxima velocidad de respuesta. En efecto, el stock en proceso que se maneja en este sistema es, en general, de una prenda por cada persona que integra el módulo y el tiempo que transcurre desde que la prenda ingresa a la línea en la primera operación hasta que sale completamente terminada es muy próximo al tiempo standard o SAM del artículo (Rubinfeld, 2004).

Para empezar con el desarrollo del balanceo de operaciones de las camisetas básicas se toma como base el diagrama de operaciones presentado en la Figura 45.



**Figura 45.** Diagrama de operaciones de la camiseta básica

**Fuente:** (Aquatex, 2020)

**Elaborado por:** Autora

Para realizar los cálculos respectivos se emplean los siguientes datos:

SAM Total = 6,83 min/prenda

Cantidad de operarios en el módulo = 4 operarios

Tiempo neto de trabajo por operario = 480 min/día

#### 4.1.4.1.1. Dimensionamiento de la zona de trabajo

La zona de trabajo muestra qué parte del SAM total será establecido a cada operario y para dimensionarla se debe dividir este SAM por el total de operarios que formarán parte del módulo.

Por lo tanto, el cálculo se lo hace de la siguiente manera:

$$Zona\ de\ trabajo = \frac{SAM\ total}{N^{\circ}\ de\ operarios} \quad (5)$$

$$Zona\ de\ trabajo = \frac{6,83\ min/prenda}{4\ operarios}$$

$$Zona\ de\ trabajo = 1,71\ min/prenda \times operario$$

#### 4.1.4.1.2. Delimitación de la zona de trabajo

Una vez determinada la dimensión de la zona de trabajo se debe identificar la operación o grupo de operaciones involucradas en el proceso para especificar los límites de su zona a cada trabajador, considerando que dichas operaciones deben ser secuenciales, es decir que deben tener un orden sucesivo en el proceso de confección de camisetas básicas.

De acuerdo con el dimensionamiento de la zona de trabajo se conoce que cada trabajador completará un contenido de trabajo equivalente a 1,71 minutos por cada camiseta que sea producida en el módulo y, por consiguiente, se debe establecer cuatro zonas de trabajo.

Para realizar el cálculo de las cuatro zonas de trabajo se debe ir sumando los SAM's de las diferentes operaciones involucradas en el proceso de confección de camisetas básicas o fracciones de ellos hasta completar el valor indicado de 1,71 minutos tal y como se presenta a continuación:



$$\text{Zona 1} = \text{Operación 10} + \text{Operación 20} + \text{Operación 30} + 74\% \text{ Operación 40}$$

$$\text{Zona 1} = 0,37 \text{ min} + 0,19 \text{ min} + 0,80 \text{ min} + (0,74 \times 0,47 \text{ min})$$

$$\text{Zona 1} = 1,71 \text{ min}$$

En este caso se observa que para satisfacer la dimensión establecida de 1,71 minutos se necesita asignar a la zona una fracción correspondiente al 74% de la operación 40, calculada de la siguiente manera:

$$\text{Total Operaciones 10} + 20 + 30 = 0,37 \text{ min} + 0,19 \text{ min} + 0,80 \text{ min} = 1,36 \text{ min}$$

$$\text{Pendiente para cubrir la zona 1} = 1,71 \text{ min} - 1,36 \text{ min} = 0,35 \text{ min}$$

$$\text{Porcentaje de la operación 40 en la zona 1} = \frac{0,35 \text{ min}}{0,47 \text{ min}} \times 100 = 74\%$$

Por lo tanto, el 26% restante de la operación 40 será incluido en la zona 2.

$$\text{Zona 2} = 26\% \text{ Operación 40} + \text{Operación 50} + \text{Operación 60} + 36\% \text{ Operación 70}$$

$$\text{Zona 2} = (0,26 \times 0,47 \text{ min}) + 0,80 \text{ min} + 0,50 \text{ min} + (0,36 \times 0,80 \text{ min})$$

$$\text{Zona 2} = 1,71 \text{ min}$$

En este caso se observa que para satisfacer la dimensión establecida de 1,71 minutos se necesita asignar a la zona una fracción correspondiente al 36% de la operación 70, calculada de la siguiente manera:

$$\text{Total Operaciones 40} + 50 + 60 = 0,12 \text{ min} + 0,80 \text{ min} + 0,50 \text{ min} = 1,42 \text{ min}$$

$$\text{Pendiente para cubrir la zona 2} = 1,71 \text{ min} - 1,42 \text{ min} = 0,29 \text{ min}$$

$$\text{Porcentaje de la operación 70 en la zona 2} = \frac{0,29 \text{ min}}{0,80 \text{ min}} \times 100 = 36\%$$

Por lo tanto, el 64% restante de la operación 70 será incluido en la zona 3.

$$\text{Zona 3} = 64\% \text{ Operación 70} + \text{Operación 80} + 38\% \text{ Operación 90}$$

$$\text{Zona 3} = (0,64 \times 0,80 \text{ min}) + 0,90 \text{ min} + (0,38 \times 0,80 \text{ min})$$

$$\text{Zona 3} = 1,71 \text{ min}$$

En este caso se observa que para satisfacer la dimensión establecida de 1,71 minutos se necesita asignar a la zona una fracción correspondiente al 38% de la operación 90, calculada de la siguiente manera:

$$\text{Total Operaciones 70} + 80 = 0,51 \text{ min} + 0,90 \text{ min} = 1,41 \text{ min}$$

$$\text{Pendiente para cubrir la zona 3} = 1,71 \text{ min} - 1,41 \text{ min} = 0,30 \text{ min}$$

$$\text{Porcentaje de la operación 90 en la zona 3} = \frac{0,30 \text{ min}}{0,80 \text{ min}} \times 100 = 38\%$$

Por lo tanto, el 62% restante de la operación 90 será incluido en la zona 4.

$$\text{Zona 4} = 62\% \text{ Operación 90} + \text{Operación 100} + \text{Operación 110}$$

$$\text{Zona 4} = (0,62 \times 0,80 \text{ min}) + 0,60 \text{ min} + 0,60 \text{ min}$$

$$\text{Zona 4} = 1,71 \text{ min}$$

Tomando como base el orden secuencial de las operaciones para realizar el cálculo de la delimitación de las zonas de trabajo se determinó que, para que la prenda pase de zona a zona va a tardar mucho tiempo debido a que, cada operario realizará entre 3 o 4 actividades y para que el operario de la zona posterior reciba la prenda debe esperar todo el tiempo asignado de contenido de trabajo equivalente a 1,71 minutos y si se maneja un inventario de 25 prendas hasta que llegue al cuarto operario tomaría 128,25 minutos lo que dará lugar a la existencia de tiempo ocioso.

Por tal motivo, se ve la necesidad de delimitar las zonas de trabajo de la siguiente manera:

$$\text{Zona 1} = \text{Operación 10} + \text{Operación 40} + \text{Operación 70} + 12\% \text{ Operación 100}$$

$$\text{Zona 1} = 0,37 \text{ min} + 0,47 \text{ min} + 0,80 \text{ min} + (0,12 \times 0,60 \text{ min})$$

$$\text{Zona 1} = 1,71 \text{ min}$$

En este caso se observa que para satisfacer la dimensión establecida de 1,71 minutos se necesita asignar a la zona una fracción correspondiente al 12% de la operación 100, calculada de la siguiente manera:

$$\text{Total Operaciones } 10 + 40 + 70 = 0,37 \text{ min} + 0,47 \text{ min} + 0,80 \text{ min} = 1,64 \text{ min}$$

$$\text{Pendiente para cubrir la zona 1} = 1,71 \text{ min} - 1,64 \text{ min} = 0,07 \text{ min}$$

$$\text{Porcentaje de la operación 100 en la zona 1} = \frac{0,07 \text{ min}}{0,60 \text{ min}} \times 100 = 12\%$$

Por lo tanto, el 88% restante de la operación 100 será incluido en las zonas 3 y 4.

$$\text{Zona 2} = \text{Operación 20} + \text{Operación 30} + 90\% \text{ Operación 50}$$

$$\text{Zona 2} = 0,19 \text{ min} + 0,80 \text{ min} + (0,90 \times 0,80 \text{ min})$$

$$\text{Zona 2} = 1,71 \text{ min}$$

En este caso se observa que para satisfacer la dimensión establecida de 1,71 minutos se necesita asignar a la zona una fracción correspondiente al 90% de la operación 50, calculada de la siguiente manera:

$$\text{Total Operaciones 20 + 30} = 0,19 \text{ min} + 0,80 \text{ min} = 0,99 \text{ min}$$

$$\text{Pendiente para cubrir la zona 2} = 1,71 \text{ min} - 0,99 \text{ min} = 0,72 \text{ min}$$

$$\text{Porcentaje de la operación 50 en la zona 2} = \frac{0,72 \text{ min}}{0,80 \text{ min}} \times 100 = 90\%$$

Por lo tanto, el 10% restante de la operación 50 será incluido en la zona 3.

$$\text{Zona 3} = 10\% \text{ Operación 50} + \text{Operación 60} + \text{Operación 80} + 34\% \text{ Operación 100}$$

$$\text{Zona 3} = (0,10 \times 0,80 \text{ min}) + 0,50 \text{ min} + 0,90 \text{ min} + (0,34 \times 0,60 \text{ min})$$

$$\text{Zona 3} = 1,71 \text{ min}$$

En este caso se observa que para satisfacer la dimensión establecida de 1,71 minutos se necesita asignar a la zona una fracción correspondiente al 34% de la operación 100 del 88% restante que sobraba anteriormente, calculada de la siguiente manera:

$$\text{Total Operaciones 50 + 60 + 80} = 0,08 \text{ min} + 0,50 \text{ min} + 0,90 \text{ min} = 1,48 \text{ min}$$

$$\text{Pendiente para cubrir la zona 3} = 1,71 \text{ min} - 1,48 \text{ min} = 0,23 \text{ min}$$

$$\text{Porcentaje de la operación 100 en la zona 3} = \frac{0,23 \text{ min}}{0,60 \text{ min}} \times 88 = 34\%$$

Por lo tanto, el 54% restante de la operación 100 será incluido en la zona 4.

$$\text{Zona 4} = \text{Operación 90} + 54\% \text{ Operación 100} + \text{Operación 110}$$

$$\text{Zona 4} = 0,80 \text{ min} + (0,54 \times 0,60 \text{ min}) + 0,60 \text{ min}$$

$$\text{Zona 4} = 1,71 \text{ min}$$

En la Tabla 32 se presenta la síntesis de los datos relacionados con la definición de las zonas de trabajo:

*Tabla 32. Síntesis de los datos relacionados con la definición de las zonas de trabajo*

Operario	Zona de trabajo	Operación asignada	Contenido de trabajo
A	1	10, 40, 70 y 100 (12%)	1,71 minutos
B	2	20, 30 y 50 (90%)	1,71 minutos
C	3	50 (10%), 60, 80 y 100 (34%)	1,71 minutos
D	4	90, 100 (54%) y 110	1,71 minutos
4	4	11	6,83 min = SAM

*Fuente:* (Acuatex, 2020)

*Elaborado por:* Autora

En la Tabla 33 se muestra las operaciones y máquinas asignadas a cada operario de acuerdo con las cuatro zonas definidas:

*Tabla 33. Operaciones y máquinas asignadas a cada operario de acuerdo con las cuatro zonas definidas*

Operario	Operación	Máquina	SAM
A	10 Unir hombros	Overlock	0,37 minutos
	40 Pegar etiqueta	Recta	0,47 minutos
	70 Pegar mangas	Overlock	0,80 minutos
	100 Igualar bajos	Manual	0,07 minutos
<b>Total zona</b>			<b>1,71 minutos</b>
B	20 Preparar cuello	Overlock	0,19 minutos

	30 Pegar cuello	Overlock	0,80 minutos
	50 Pegar tirilla y número	Tirilladora	0,72 minutos
<b>Total zona</b>			<b>1,71 minutos</b>
C	50 Pegar tirilla y número	Tirilladora	0,08 minutos
	60 Pespuntar cuello	Recta	0,50 minutos
	80 Cerrar costados	Recta	0,90 minutos
	100 Igualar bajos	Manual	0,22 minutos
<b>Total zona</b>			<b>1,71 minutos</b>
D	90 Recubrir mangas	Recubridora	0,80 minutos
	100 Igualar bajos	Manual	0,31 minutos
	110 Recubrir bajos	Recubridora	0,60 minutos
<b>Total zona</b>			<b>1,71 minutos</b>

*Fuente:* (Acuatex, 2020)

*Elaborado por:* Autora

Para que los trabajadores del área de confección tengan claro qué cantidad de prendas por hora van a realizar, primero se debe calcular los minutos disponibles por trabajador tomando en cuenta a los cuatro operarios del módulo como se muestra a continuación:

$$\text{Minutos disponibles por trabajador} = 60 \text{ min} \times 4 \text{ operarios}$$

$$\text{Minutos disponibles por trabajador} = 240 \text{ min/operario}$$

Posteriormente se calcula el número de prendas que va a realizar cada operario en cada actividad del proceso de confección de camisetas básicas de la siguiente manera:

$$N^{\circ} \text{ de prendas} = \frac{\text{minutos disponibles por trabajador}}{\text{SAM total}} \quad (6)$$

$$N^{\circ} \text{ de prendas} = \frac{240 \text{ min/operario}}{6,83 \text{ min/prenda}}$$

$$N^{\circ} \text{ de prendas} = 35 \text{ prendas/operario}$$

Por lo tanto, en la Tabla 34 se especifica el número de prendas por hora que va a realizar cada uno de los operarios del módulo en cada operación:

**Tabla 34.** Número de prendas por hora que va a realizar cada uno de los operarios del módulo en cada operación

<b>Operario</b>	<b>Operación</b>	<b>Máquina</b>	<b>Número de prendas</b>
A	10 Unir hombros	Overlock	35 camisetas
	40 Pegar etiqueta	Recta	35 camisetas
	70 Pegar mangas	Overlock	35 camisetas
	100 Igualar bajos	Manual	4 camisetas
<b>Total prendas</b>			<b>109 camisetas</b>
B	20 Preparar cuello	Overlock	35 camisetas
	30 Pegar cuello	Overlock	35 camisetas
	50 Pegar tirilla y número	Tirilladora	31 camisetas
<b>Total prendas</b>			<b>101 camisetas</b>
C	50 Pegar tirilla y número	Tirilladora	4 camisetas
	60 Pespuntar cuello	Recta	35 camisetas
	80 Cerrar costados	Recta	35 camisetas
	100 Igualar bajos	Manual	12 camisetas
<b>Total prendas</b>			<b>86 camisetas</b>
D	90 Recubrir mangas	Recubridora	35 camisetas
	100 Igualar bajos	Manual	19 camisetas
	110 Recubrir bajos	Recubridora	35 camisetas
<b>Total prendas</b>			<b>89 camisetas</b>

*Fuente:* (Acuatex, 2020)

*Elaborado por:* Autora

#### 4.1.4.1.3. Cálculo de la producción proyectada

A continuación, se procede a calcular la producción proyectada standard que podría conseguir el módulo con un nivel de eficiencia del 100%.

$$\text{Producción standard} = \frac{N^{\circ} \text{ de operarios} \times \text{Tiempo neto}}{\text{SAM total}} \quad (7)$$

$$\text{Producción standard} = \frac{4 \text{ operarios} \times 480 \text{ min/operario} \times \text{día}}{6,83 \text{ min/prenda}}$$

$$\textit{Producción standard} = 281 \textit{ prendas/día}$$

#### 4.1.4.1.4. Cálculo de los minutos por operación

A continuación, se realiza el cálculo de los minutos necesarios a establecer en cada operación para alcanzar la producción standard por medio de la siguiente fórmula:

$$\textit{Minutos por operación} = \textit{Producción standard} \times \textit{SAM} \quad (8)$$

Todos los resultados obtenidos se detallan en la Tabla 35.

#### 4.1.4.1.5. Cálculo del grado de ocupación de las máquinas

El grado de ocupación de las máquinas muestra qué porcentaje del tiempo de trabajo del módulo está ocupada cada máquina en las distintas operaciones y su cálculo se realiza con la siguiente fórmula:

$$\textit{Grado de ocupación de las máquinas} = \frac{\textit{Minutos necesarios por operación}}{\textit{Tiempo neto de trabajo}} \times 100 \quad (9)$$

Todos los resultados obtenidos se especifican en la Tabla 35 que muestra la síntesis de los cálculos efectuados para el balanceo de operaciones y de esta manera establecer la necesidad de las máquinas para el módulo para satisfacer los requerimientos de cada una de las operaciones.



*Tabla 35. Síntesis de los cálculos efectuados para el balanceo de operaciones*

Código de la operación	Operación	Máquina	SAM (min)	Zona	Operario	Minutos por operación	Grado de ocupación de las máquinas	Máquinas requeridas
10	Unir hombros	Overlock	0,37	1	A	104	21,7%	1
40	Pegar etiqueta	Recta	0,47	1	A	132	27,5%	1
70	Pegar mangas	Overlock	0,80	1	A	225	46,9%	-
100	Igualar bajos	Manual	0,60	1/3/4	A/C/D	169	-	-
20	Preparar cuello	Overlock	0,19	2	B	53	11,0%	1
30	Pegar cuello	Overlock	0,80	2	B	225	46,9%	-
50	Pegar tirilla y número	Tirilladora	0,80	2/3	B/C	225	46,9%	1
60	Pespuntar cuello	Recta	0,50	3	C	141	29,4%	1
80	Cerrar costados	Recta	0,90	3	C	253	52,7%	-
90	Recubrir mangas	Recubridora	0,80	4	D	225	46,9%	1
110	Recubrir bajos	Recubridora	0,60	4	D	169	35,2%	-
<b>Total</b>			<b>6,83</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1921</b>	<b>365,1%</b>	<b>6</b>

*Fuente: (Acuatex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

En la tabla 35 se evidencia que se necesitan en total seis máquinas para el módulo determinadas de la siguiente manera: se observa que las operaciones 10 y 70 pueden ser realizadas en una misma máquina ya que las dos están asignadas al operario A y en conjunto representan un grado de ocupación del 68,6%. Lo mismo sucede con las operaciones 20 y 30 asignadas al operario B que representan un grado de ocupación del 57,9%, de la misma manera ocurre con las operaciones 60 y 80 asignadas al operario C que en conjunto dan como resultado un grado de ocupación del 82,1% y esta situación también sucede con las operaciones 90 y 110 asignadas al operario D dando como resultado un grado de ocupación del 82,1%. En las operaciones 40 y 50 se definió una máquina por cada puesto debido a que se realizan en máquinas distintas a las otras operaciones y son ejecutadas por operarios diferentes. Si bien la operación 50 es compartida por el operario B y C no se justifica colocar dos máquinas para realizar esta operación dado que su grado de ocupación tan

solo es del 46,9%. Finalmente, se calculó el promedio de esta columna para determinar el grado de ocupación de máquinas promedio, dando como resultado un índice del 60,9%.

#### **4.1.5. Manual de procedimientos del proceso de Estampado y Confección**

Una de las propuestas de mejora que se plantea es elaborar el manual de procedimientos del proceso de estampado y confección con el fin de estandarizar los procesos y de esta manera evitar errores.

##### **4.1.5.1. Manual de procedimientos del proceso de estampado**

Se procedió a elaborar un manual de procedimientos del proceso de estampado con el propósito de estandarizarlo y que existe un orden secuencial dentro del proceso (Ver Anexo 7).

##### **4.1.5.2. Manual de procedimientos del proceso de confección**

Se elaboró un manual de procedimientos del proceso de confección para que exista un proceso estandarizado y se disminuyan los defectos al momento de confeccionar las prendas y de esta manera reducir los reprocesos y producto no conforme (Ver Anexo 8).

#### **4.1.6. Mapa de Flujo de Valor Futuro**

El Mapa de Flujo de Valor Futuro o Propuesto permitirá a la empresa mirar hacia el futuro e identificar la mejor manera de operar un flujo de valor. Para desarrollar el mapa futuro se tomó como base el mapa del estado actual en donde se puede distinguir oportunidades de mejora. A continuación, en la Figura 46 se presenta el Mapa de Flujo de Valor Futuro para la empresa Acuatex.

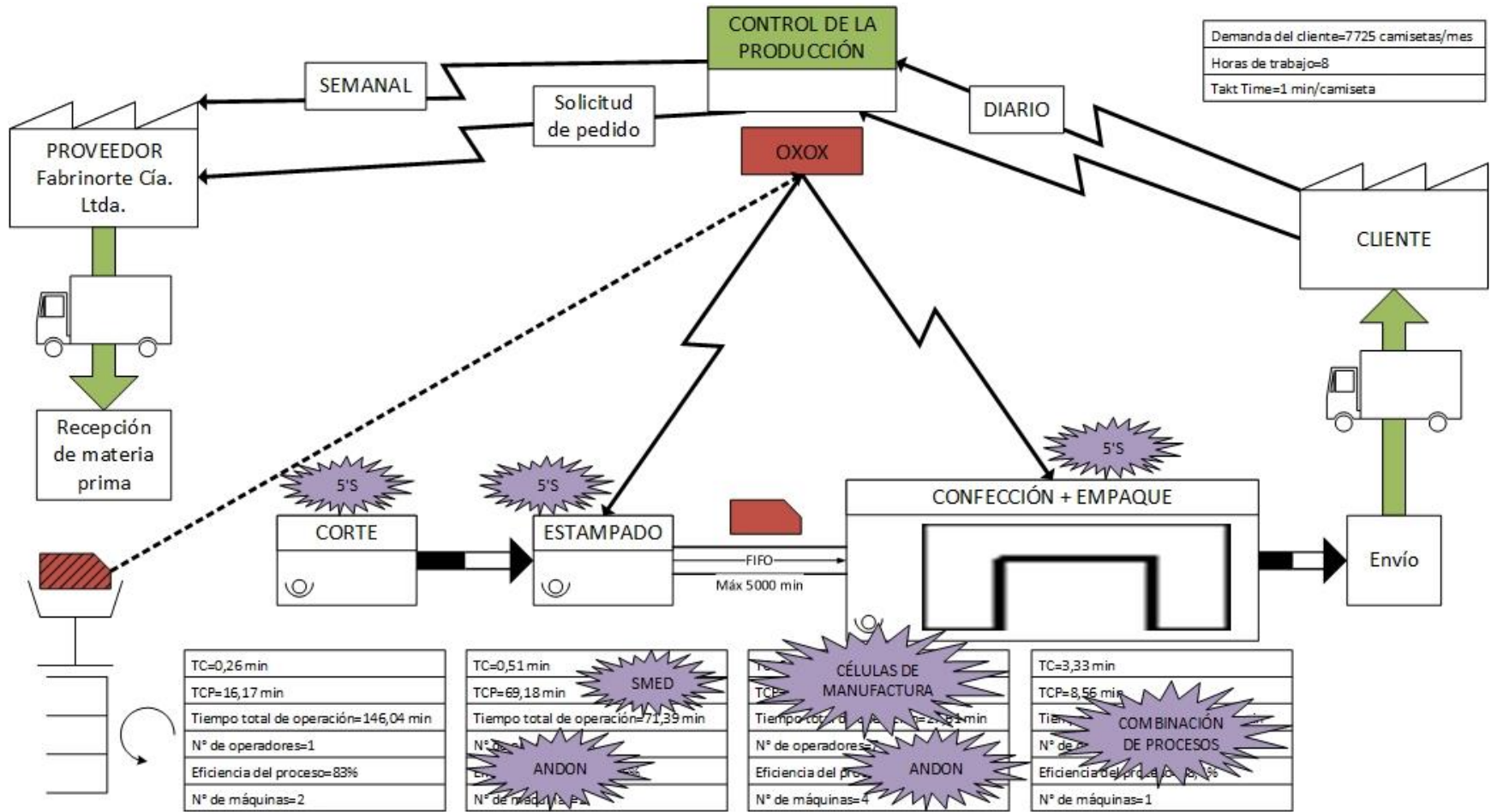


Figura 46. Mapa de Flujo de Valor Futuro para la empresa Acuatex

Fuente: (Acuatex, 2020)

Elaborado por: Autora

Las propuestas de mejora realizadas fueron planteadas con el fin de reducir o eliminar los problemas identificados en el proceso de fabricación presentados en el mapa de estado actual las mismas que se describen a continuación:

- Se decidió implementar una nivelación de carga con la finalidad de nivelar la variedad y el volumen de producción de camisetas básicas.
- Antes de empezar con las actividades del proceso de producción de camisetas básicas se vio necesario implementar un supermercado para asegurar un suministro continuo en función de la demanda sin que se generen roturas de stock donde el cliente de la etapa siguiente puede obtener el inventario necesario mientras que el proveedor de la etapa anterior ejecuta la reposición del producto.
- Además, sobre el supermercado se ubicó un Kanban de retirada que da una señal a la persona que esté encargada de administrar los materiales para que traslade las piezas o materiales necesarios para la producción de camisetas desde el supermercado al proceso posterior.
- En el área de corte se planteó aplicar la herramienta de las 5'S con el objetivo de tener organizada y limpia el área de trabajo para llevar a cabo las actividades de una manera efectiva que permita reducir el despilfarro y mejorar la productividad, lo mismo se recomienda aplicar en el área de estampado, confección y empaque.
- En el área de estampado se propone aplicar la herramienta SMED para reducir el tiempo de cambio entre productos con énfasis en el montaje de cuadros para que no existan desperdicios y aumentar la productividad de la empresa.
- Se propone aplicar un sistema Andon tanto en el área de estampado como en confección de manera que alerten a los operarios sobre problemas ocurridos en la línea de producción

en tiempo real sean estos problemas de mantenimiento, faltante de materiales o problemas de calidad.

- Por medio de la teoría de las células de manufactura se plantea implementar un balanceo de operaciones en el proceso de confección para dividir la carga de trabajo adecuada a cada operario tomando en cuenta sus habilidades y la maquinaria empleada en cada actividad involucrada en el proceso y de esta manera reducir o eliminar el tiempo ocioso.
- Se ve necesario reorganizar en una celda de trabajo al proceso de confección y empaque de manera que estos dos procesos se integren en una sola área de trabajo y exista un flujo continuo entre sus operaciones.
- Finalmente, entre el proceso de estampado y confección se propone implementar un canal FIFO que significa que lo primero que entra es lo primero en salir de tal forma que, se limite la entrada del inventario. La capacidad máxima de inventario que se propone es de 5000 minutos. Además, entre estos dos procesos se propone aplicar un Kanban de producción que representa la producción necesaria para suministrar las prendas al proceso posterior.

## **4.2. Fase Controlar**

Dentro de la última etapa del DMAIC que es la fase controlar se mostrará mecanismos de control los mismos que tienen como objetivo monitorear las mejoras propuestas en la fase anterior, detectar si existen problemas que afecten al proceso para posteriormente realizar los ajustes necesarios para que los procesos se mantengan bajo control. A continuación, se propone los siguientes mecanismos de control.

Utilizar gráficas de control para dar seguimiento a los defectos presentes en el área de

estampado por medio de la utilización de la gráfica P, además de dar seguimiento a las medidas de las prendas, para las dos variables críticas del proceso de confección como son el ancho pecho y largo total por medio del empleo de la carta de control de Medias y Rangos ( $\bar{X}$ -R) con la ayuda del software Minitab.

Implementar hojas de verificación de defectos tanto en el área de estampado como en confección ya que es necesario comprobar y registrar la ocurrencia de defectos en las dos áreas críticas. El jefe del área de estampado y confección será la persona encargada de supervisar el trabajo de los operarios de esta. El formato que se propone para las hojas de verificación de defectos se presenta en el Anexo 9.

Adicionalmente se propone un modelo de check list (Ver Anexo 6) para monitorear que se estén cumpliendo a cabalidad las actividades descritas en el programa de las 5'S.

## CONCLUSIONES

- La recopilación de información bibliográfica permitió analizar la metodología Lean Six Sigma, las herramientas que se utilizan y para qué sirven de manera que ayudó a la aplicación de las herramientas necesarias enfocadas en la reducción de reprocesos.
- Mediante la matriz de priorización se estableció que los procesos críticos de la empresa para que con frecuencia existan reprocesos se encuentran en las áreas de estampado y confección. Además, se aplicó la metodología DMAIC empleando las tres primeras fases que son: Definir, Medir y Analizar. En la primera fase se delimitó el proyecto, estableciendo el equipo de trabajo, definiendo el problema principal referente a los controles de calidad no técnicos los que provocan la existencia de reprocesos y estableciendo el alcance dentro de las áreas de estampado y confección en la camiseta básica de la línea infantil. En la segunda fase, por medio de las cartas de control P en el proceso de estampado y las cartas de control  $\bar{X}$ -R en el proceso de confección para las variables ancho de pecho y largo total de las camisetas básicas de la línea infantil entre el rango de tallas 2-6 se identificó que los procesos se encuentran bajo control y que además el proceso de confección en su mayoría se encuentra en categoría 2 y que es necesario realizar mejoras. En esta misma etapa, mediante el VSM actual se identificó que los principales problemas son: alto tiempo de ciclo en el proceso de confección establecido como cuello de botella con un tiempo equivalente a 6,83 minutos y excesivo tiempo de cambio entre productos en el proceso de estampado con un tiempo igual a 69,18 minutos. En la tercera fase se analizó el proceso en donde se pudo llegar a la causa raíz del problema mediante el diagrama de Pareto y diagrama Ishikawa y en base a ello se plantea acciones de mejora.

- Se planteó propuestas de mejora para implementar en la empresa por medio de la aplicación de las siguientes herramientas: 5'S, cambio rápido de herramientas o SMED, control visual o también conocida como Andon, balanceo de operaciones, manual de procedimientos del proceso de estampado y confección y Mapa de Flujo de Valor Futuro, las mismas que ayudarán a eliminar los desperdicios y atacar a las fuentes de variación con el fin de mantener el proceso estable, controlar las variables y reducir la cantidad de producto no conforme. Además, se propuso como herramientas de control la aplicación de gráficas de control, hojas de verificación de defectos y check list 5'S para monitorear las mejoras propuestas en la fase anterior.



## RECOMENDACIONES

- Se sugiere aplicar la propuesta planteada dentro de la línea de producción de Acuatex para obtener una mejora continua y eliminar los desperdicios existentes de tal manera que se descarten las actividades que no agregan valor para conseguir mayor eficiencia.
- Se recomienda efectuar el seguimiento de los indicadores como: lead time, takt time, tiempo de ciclo, inventario en proceso, capacidad de producción, eficiencia, entre otros, que permitirán cumplir con las entregas del producto a tiempo y garantizar la reducción de desperdicios para optimizar los recursos.
- Es recomendable involucrar a la alta gerencia y operarios de cada una de las áreas de producción en el mejoramiento de los procesos, realizando reuniones para analizar las causas de las variaciones existentes dentro del proceso de producción y capacitaciones en herramientas de Lean Manufacturing y Seis Sigma para lograr una mejora dentro del proceso de producción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AITE. (2016). *Asociación de Industrias Textiles del Ecuador*. Obtenido de Asociación de Industrias Textiles del Ecuador: <http://aite.com.ec/industria.html>
- Añaguari Yarasca, M. A. (2016). *Integración Lean Manufacturing y Seis Sigma. Aplicación pymes*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Besterfield, D. H. (2019). *Control de calidad*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Chimbay, R. C. (2017). *Mejoramiento de la Productividad*. Ibarra.
- Cruz, J. (2010). *Manual para la implementación sostenible de las 5S*. Santo Domingo. República Dominicana: Instituto Nacional de Formación Técnico Profesional (INFOTEP).
- Cuatrecasas, L., & González Babón, J. (2017). *Gestión integral de la calidad: Implantación, control y certificación*. Barcelona: Profit Editorial.
- de la Hera Criado, N. (2019). *Estandarización de la recogida del material utilizado para la formación Justo a Tiempo Avanzado en la Escuela Lean*. Valladolid.
- Furterer, S. L. (2016). *Lean Six Sigma in Service: Applications and Case Studies*. CRC Press.
- GEO Tutoriales. (3 de Marzo de 2017). *Gestión de Operaciones*. Obtenido de Gestión de Operaciones: <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>
- George, M. L. (2013). *Lean Six Sigma for Service*. London: McGraw-Hill.
- Guamán Aymar, F. R. (2015). *Diseño de un esquema para la implementación de la metodología Lean Six Sigma en las empresas industriales ecuatorianas*. Guayaquil: Guamán Aymar Flavio Roberto.
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad total y productividad*. México: McGraw-Hill.
- ISO 9000:2015. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad-Fundamentos y vocabulario*. Ginebra:

ISO.

Jilcha, K., & Kitaw, D. (2016). Lean Philosophy for Global Competitiveness in Ethiopia Chemical Industries. *Review. J Comput Sci Syst Biol*, 304-321.

Jugulum, R., & Samuel, P. (2008). *Lean Six Sigma*. USA: John Wiley y Sons, Inc.

León, G. E., Marulanda, N., & González, H. H. (2017). Factores claves de éxito en la implementación de Lean Manufacturing en algunas empresas con Sede en Colombia. *TENDENCIAS: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas*, 90,91.

López Lemos, P. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad. Métodos para la mejora continua y la solución de problemas*. Madrid: FC Editorial.

Manzano Ramírez, M., & Gisbert Soler, V. (2016). Lean Manufacturing: Implantación 5S. *3C Tecnología*, 16-26.

Paz Rodríguez, J. (2016). *Estudio de pre-factibilidad sobre la implementación de la metodología Lean Six Sigma para la mejora del proceso de fabricación de zunchos de polipropileno en una empresa del rubro de embalaje*. Lima: Paz Rodríguez Jessica Gabriela.

Rewers, P., Trojanowska, J., & Chabowski, P. (2016). Tools and methods of Lean Manufacturing - a literature review. *Technological forum 2016*, 135-139.

Rodrigo Oltra, Á., Gisbert Soler, V., & Pérez Molina, A. I. (2016). *Qué es Seis Sigma, barreras y claves de funcionamiento en las Pymes*. Área de Innovación y Desarrollo, S.L.

Rubinfeld, H. L. (2004). *Sistemas de manufactura flexible: Un enfoque práctico (2a. ed.)*. Hugo L. Rubinfeld.

Senplades. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida*. Quito: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, Senplades.

Snee, R. D., & Hoerl, R. (2007). *Integración Lean y Six Sigma*. USA: Forum Magazine.

Socconini, L. (2015). *Certificación Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios*.

Barcelona: Marge Books.

Socconini, L. (2019). *Lean Company. Más allá de la manufactura*. Valencia: Marge Books.

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

Vidal Boluda, M. Á., & Gisbert Soler, V. (2016). *Implementación de los diez principios del Kaizen para Pymes: Mejora Continua*. Área de Innovación y Desarrollo, S.L.

Wiesenfelder, H. (1 de febrero de 2018). *Cuida tu dinero*. Obtenido de Cuida tu dinero:

<https://www.cuidatudinero.com/13125596/historia-de-lean-six-sigma>

# ANEXOS

**Anexo 1.** Fichas de entrevista para lluvia de ideas

**Anexo 1.1.** Ficha de entrevista para lluvia de ideas en corte

		<b>FICHA DE ENTREVISTA EN CORTE</b>	
<b>FICHA 1</b>	Lluvia de ideas	<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA</b>	
<b>ÁREA</b>	Corte	En esta área se realiza el tendido de la tela de manera uniforme a lo largo de la mesa de corte y posteriormente se corta conforme a las piezas dadas por el patrón.	
<b>PRODUCTO</b>	Camisetas básicas		
<b>OBJETIVO</b>			
Identificar los defectos más comunes causantes de los reprocesos que se presentan en el área de corte.			
<b>DEFECTOS</b>			
<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>		
1	Fallas de tela		
2	Diferenciación de tonos		
3	Defectos por trazo mal realizado		
4	Falta de tela		
<b>ENTREVISTADOS</b>			
<b>NOMBRE</b>		<b>FIRMA</b>	
Esteban Lafuente			
Carlos Menacho			
Jairo Montalvo			

*Fuente:* (Cabezas, 2020)

*Elaborado por:* Autora

## Anexo 1.2. Ficha de entrevista para lluvia de ideas en estampado

		<b>FICHA DE ENTREVISTA EN ESTAMPADO</b>	
<b>FICHA 2</b>	Lluvia de ideas	<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA</b>	
<b>ÁREA</b>	Estampado	En esta área se realiza el estampado en las piezas con los colores y técnicas requeridos por el cliente.	
<b>PRODUCTO</b>	Camisetas básicas		
<b>OBJETIVO</b>			
Identificar los defectos más comunes causantes de los reprocesos que se presentan en el área de estampado.			
<b>DEFECTOS</b>			
<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>		
1	Fallas de tela		
2	Fallas de corte		
3	Diferenciación de tonos en la tela		
4	Diferenciación de tonos en la pintura		
5	Definición de malla para efectos		
6	Mala preparación de pintura		
7	Corridos de pintura en el estampado		
8	Migración de pintura		
9	Cortes incompletos		
10	Problemas de pre prensa		
<b>ENTREVISTADOS</b>			
<b>NOMBRE</b>		<b>FIRMA</b>	
Esteban Lafuente			
Marco Ipiales			

*Fuente: (Cabezas, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

## Anexo 1.3. Ficha de entrevista para lluvia de ideas en confección

		<b>FICHA DE ENTREVISTA EN CONFECCIÓN</b>	
<b>FICHA 3</b>	Lluvia de ideas	<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA</b>	
<b>ÁREA</b>	Confección	En esta área se ensambla las piezas que componen el producto, las cuales van a pasar por diferentes máquinas tales como: overlock, recta, tirilladora y recubridora dependiendo del tipo de costura de las piezas.	
<b>PRODUCTO</b>	Camisetas básicas		
<b>OBJETIVO</b>			
Identificar los defectos más comunes causantes de los reprocesos que se presentan en el área de confección.			
<b>DEFECTOS</b>			
<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>		
1	Fallas al recubrir		
2	Fallas al pegar la etiqueta		
3	Fallas en la puntada		
<b>ENTREVISTADOS</b>			
<b>NOMBRE</b>		<b>FIRMA</b>	
Esteban Lafuente			
Erica Lliquín			
Janeth Túquerez			

*Fuente: (Cabezas, 2020)*

*Elaborado por: Autora*



**Anexo 2.** Factores para calcular líneas centrales y límites de control  $3\sigma$  para gráficas de  $\bar{X}$ ,  $s$  y  $R$ 

OBSERVACIONES EN LA MUESTRA, $n$	TABLA DE PROMEDIOS			TABLA DE DESVIACIONES ESTÁNDAR					TABLA DE RANGOS					
	FACTORES PARA LÍMITES DE CONTROL			FACTOR PARA LÍNEA CENTRAL	FACTORES PARA LÍMITES DE CONTROL				FACTOR PARA LÍNEA CENTRAL	FACTORES PARA LÍMITES DE CONTROL				
	$A$	$A_2$	$A_3$	$c_4$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	$d_2$	$d_3$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	0	3.267	0	2.606	1.128	0.853	0	3.686	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	0	2.568	0	2.276	1.693	0.888	0	4.358	0	2.574
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	0	2.266	0	2.088	2.059	0.880	0	4.698	0	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	0	2.089	0	1.964	2.326	0.864	0	4.918	0	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.848	0	5.078	0	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.9727	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.9794	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608
19	0.688	0.187	0.698	0.9862	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597
20	0.671	0.180	0.680	0.9869	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585

*Fuente: (Besterfield, 2019)*

**Anexo 3.** Valores del  $C_p$  y su interpretación

Valor del índice $C_p$	Clase o categoría de proceso	Decisión (si el proceso está centrado)
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma.
$C_p > 1.33$	1	Adecuado.
$1 < C_p \leq 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
$0.67 < C_p \leq 1$	3	No adecuado para el trabajo. Un análisis del proceso es necesario. Requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$C_p \leq 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere modificaciones muy serias.

Nota: Si el  $C_{pk} < C_p$ , entonces una vez que se centre el proceso se tendrá la clase de proceso que se indica.

*Fuente: (Gutiérrez Pulido, 2010)*

## Anexo 4. Tarjeta roja

<b>TARJETA ROJA 5'S</b>	
<b>N°</b>	
<b>Propuesta por</b>	
<b>Área/Departamento</b>	
<b>Responsable del área</b>	
<b>Descripción del artículo</b>	
<b>CATEGORÍA</b>	
<b>Máquina/Equipo</b>	
<b>Herramienta</b>	
<b>Instrumento</b>	
<b>Partes eléctricas</b>	
<b>Partes mecánicas</b>	
<b>Material gastable</b>	
<b>Materia prima</b>	
<b>Trabajo en proceso</b>	
<b>Producto terminado</b>	
<b>Otros (Especificar)</b>	
<b>RAZÓN DE TARJETA</b>	
<b>Innecesario</b>	
<b>Fuera de especificaciones</b>	
<b>Defectuoso</b>	
<b>Otros (Especificar)</b>	
<b>ACCIÓN REQUERIDA</b>	
<b>Eliminar</b>	
<b>Agrupar en espacio separado</b>	
<b>Retornar</b>	
<b>Otros (Especificar)</b>	
<b>Fecha inicio</b>	
<b>Final de la acción</b>	

*Fuente: (Cruz, 2010)*

*Elaborado por: Autora*

**Anexo 5.** Lista de artículos necesarios en el área de estampado

<b>LISTA DE ARTÍCULOS NECESARIOS EN ESTAMPADO</b>	
<b>N°</b>	<b>Artículo</b>
1	Pulpos
2	Marcos
3	Raclets
4	Espátula
5	Pintura
6	Tarrinas
7	Thinner
8	Gasolina
9	Oasis
10	Recuperador
11	Máquina de recuperado
12	Emulsionadora
13	Máquina de secado
14	Máquina de exposición
15	Estanterías
16	Horno de secado
17	Adhesivo de mesa
18	Escarcha
19	Masking
20	Cinta de embalaje
21	Correctores
22	Esferos
23	Reglas
24	Flexómetro
25	Brocha
26	Balanza
27	Papel foil
28	Gas
29	Mesas
30	Planchas
31	Pantone de colores
32	Hojas
33	Impresora
34	Computadora
35	Máquina láser
36	Aceite
37	Cartulinas
38	Papel doble propósito
39	Grapadora
40	Perforadora

41	Resaltadores
42	Tableros
43	Lápiz
44	Papel seda
45	Retazos de tela
46	Tachos

*Fuente: (Acuatex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

**Anexo 6.** Modelo de auditoría 5'S en el proceso de estampado

EVALUACIÓN: 1=MUY MALO; 2=MALO; 3=PROMEDIO; 4=BUENO; 5=MUY BUENO							
ESTAMPADO							
HERRAMIENTAS	Nº	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE		% DE CUMPLIMIENTO	
				Actual	Propuesta	Actual	Propuesta
SELECCIONAR (SEIRI)	1	Herramienta	¿Están clasificadas las herramientas a usarse en el proceso? ¿Se cuenta con estrictamente lo necesario?				
	2	Maquinaria	¿Están clasificadas las máquinas de estampar? ¿Se cuenta con máquinas que funcionen y que agreguen valor a la prenda?				
	3	Materiales e insumos	¿Están clasificados los materiales e insumos a utilizarse en el estampado?				
	4	Control visual	¿Existe control visual en las estaciones del área de estampado?				
	5	Documentos	¿Están establecidos parámetros de 5'S en el área de estampado?				
ORDENAR (SEITON)	6	Herramienta	¿Existen lugares establecidos y				

			claramente identificados para colocar las herramientas?				
	7	Maquinaria	¿Existen lugares establecidos y claramente identificados para colocar la maquinaria?				
	8	Materiales e insumos	¿Existen lugares establecidos y claramente identificados para colocar las pinturas preparadas?				
	9	Indicadores de lugar	¿Las estaciones se encuentran marcadas, señalizadas y rotuladas en el área de estampado?				
	10	Posición de los artículos	¿Están marcados los lugares en donde se deben colocar los artículos utilizados en el área de estampado?				
	11	Indicadores de calidad	¿Están establecidos e identificados máximos y mínimos en el área de estampado?				
	12	Vías de acceso	¿Están establecidas e identificadas vías de acceso en el área de estampado?				
	13	Áreas de almacenaje	¿Están establecidas e identificadas áreas de almacenaje e				

			inventario en proceso?				
LIMPIAR (SEISO)	14	Maquinaria	¿Están limpias y listas las máquinas para su uso?				
	15	Estaciones de trabajo	¿Están despejadas y limpias las estaciones de trabajo?				
	16	Pisos y pasillos	¿Están limpios y libres de obstáculos los pisos y pasillos del área de estampado?				
	17	Limpieza e inspección	¿Se cuenta con una planificación adecuada en donde se menciona responsables para la limpieza e inspección del área de estampado?				
	18	Normas de limpieza	¿Se encuentran definidas las normas de limpieza? ¿Es de conocimiento de todos los miembros del área de estampado dichas normas?				
	19	Hábito de limpieza	¿El operario regularmente limpia los pisos y maquinaria?				
ESTANDARIZAR (SEIKETSU)	20	Estándar Seiri	¿Existen estándares para la herramienta Seiri en el área de estampado?				
	21	Estándar Seiton	¿Existen estándares para la herramienta Seiton en el área de estampado?				

	22	Estándar Seiso	¿Existen estándares para la herramienta Seiso en el área de estampado?				
	23	Procedimientos	¿Se encuentran documentados los procesos de la herramienta 5'S en el área de estampado?				
	24	Mejora continua	¿Existe planificación de talleres de mejora continua referentes a la herramienta 5'S en el área de estampado?				
DISCIPLINA (SHITSUKE)	25		¿Se aplica las primeras cuatro "S"?				
	26		¿Se cumplen las normas de la empresa y del equipo de trabajo?				
	27		¿Se usa uniforme de trabajo?				
	28		¿Se cumple con la programación de las acciones 5'S?				

**Fuente:** (Acuatex, 2020)

**Elaborado por:** Autora

Anexo 7. Manual de procedimientos del proceso de estampado

**ACUATEX**



***MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DEL PROCESO DE  
ESTAMPADO***

***VERSIÓN: 01***

**FIRMAS DE REVISIÓN Y APROBACIÓN**

	<b>Nombre/ Cargo</b>	<b>Firma</b>	<b>Fecha</b>
<b>Elaborado por:</b>	Cabezas Joselin/ Estudiante		
<b>Revisado por:</b>	Ing. Esteban Lafuente/ Jefe de planta		
<b>Aprobado por:</b>	Ing. Carlos Narváez/ Gerente		



	<b>ACUATEX</b>	
	<b>ESTAMPADO</b>	Versión: 01
		Código: P.G.PRO.3.
Página: 2 de 7		

## CONTROL E HISTORIAL DE CAMBIOS

<b>Versión</b>	<b>Descripción del cambio</b>	<b>Fecha de Actualización</b>
01	Edición original	

	<b>ACUATEX</b>	
	<b>ESTAMPADO</b>	Versión: 01
		Código: P.G.PRO.3.
		Página: 3 de 7

## CONTENIDO

1. OBJETIVO .....	4
2. RESPONSABILIDAD.....	4
3. GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS.....	4
4. REFERENCIAS NORMATIVAS .....	4
5. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROCEDIMIENTO.....	5
6. FLUJOGRAMA.....	6
7. DOCUMENTOS Y REGISTROS .....	7
8. ANEXOS .....	7

## 1. OBJETIVO

Realizar la producción de acuerdo con la planificación receptada por el jefe de planta.

## 2. RESPONSABILIDAD

- Jefe de planta
- Jefe de estampado
- Departamento técnico

## 3. GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

### Abreviaturas:

- **N/A:** No Aplica
- **DT:** Departamento Técnico
- **MP:** Materia Prima

### Definiciones:

- **Documento:** Escrito en que constan datos fidedignos o susceptibles de ser empleados como tales para probar algo.
- **Registro:** Es un documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades realizadas. Los registros son un tipo especial de documentos.

## 4. REFERENCIAS NORMATIVAS

- NORMATIVA ISO 9001:2015: Sistemas de gestión de la calidad-Requisitos
- Reglamento interno Acuatex

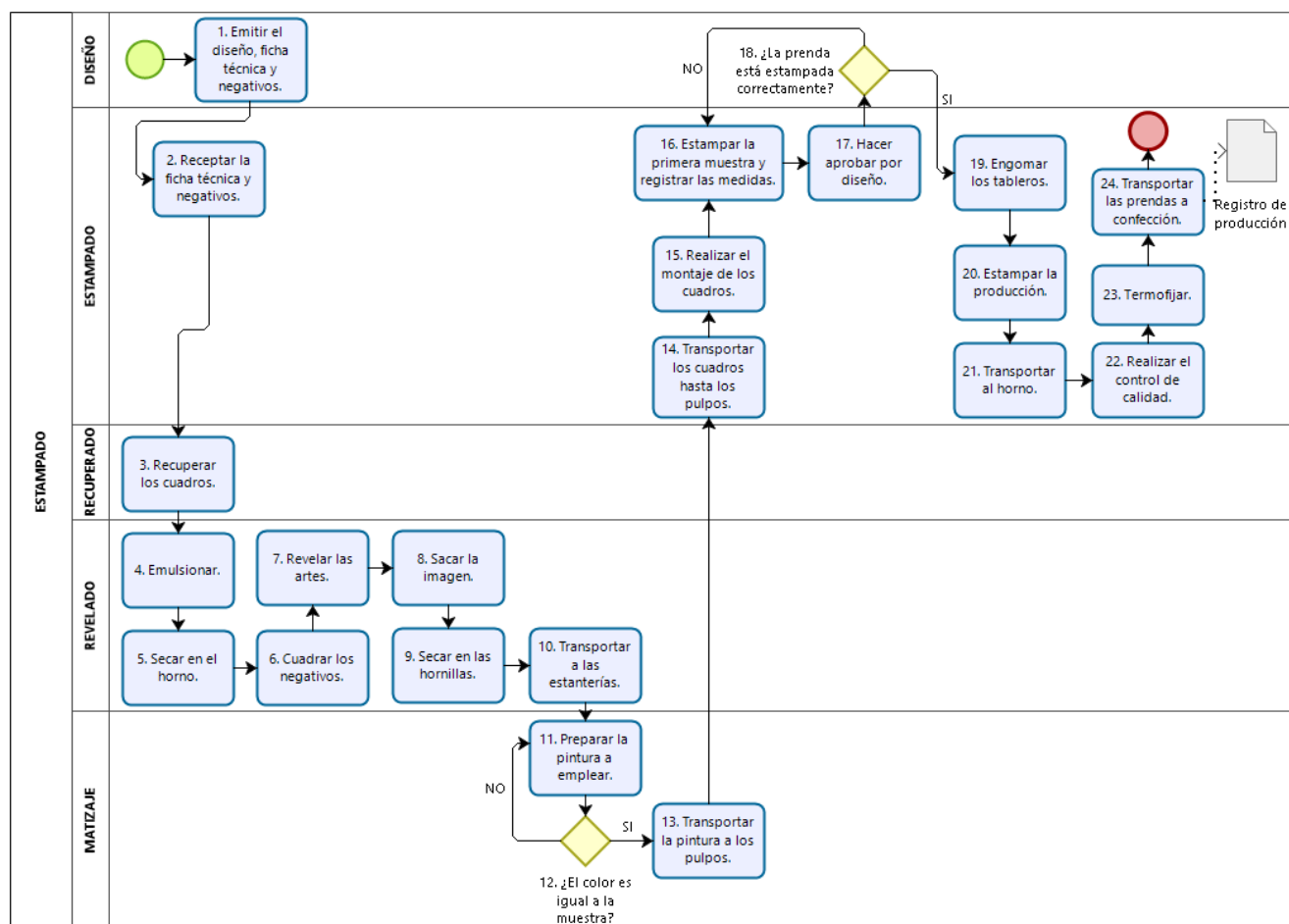
## 5. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROCEDIMIENTO

Nº	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
1	Equipo de diseño	Emitir el diseño, ficha técnica y negativos.	NORMATIVA ISO 9001:2015
2	Jefe de estampado	Receptar la ficha técnica y negativos.	
3	Equipo de recuperado	Recuperar los cuadros limpiándolos con gasolina, quitar la cinta, lavar con la hidrolavadora, lavar con thinner y oasis, lavar con jabón y nuevamente lavar utilizando la hidrolavadora y sacar a secar en las hornillas.	
4	Equipo de revelado	Aplicar la emulsión en el cuadro y llevarlo a la máquina emulsionadora.	
5	Equipo de revelado	Transportar al horno para que se seque el cuadro.	
6	Equipo de revelado	Cuadrar los negativos.	
7	Equipo de revelado	Revelar las artes.	
8	Equipo de revelado	Sacar la imagen por medio del uso de la máquina de lavado.	
9	Equipo de revelado	Transportar a las hornillas para que se sequen los cuadros.	
10	Equipo de revelado	Ya que los cuadros están secos transportar a las estanterías.	
11	Equipo de matizaje	Preparar la pintura de acuerdo a los tonos especificados en la ficha técnica.	
12	Equipo de matizaje	Validar si el color es igual al de la muestra continuar al punto 13, caso contrario regresar al punto 11.	
13	Equipo de matizaje	Transportar la pintura a los pulpos encargados de realizar la respectiva producción.	
14	Equipo de estampado	Transportar los cuadros hasta los pulpos.	
15	Equipo de estampado	Realizar el montaje de los cuadros.	
16	Equipo de estampado	Colocar la pieza a estampar en el brazo del pulpo y estampar la primera muestra y registrar las medidas.	
17	Equipo de estampado	Llevar al equipo de diseño para que sea aprobada.	
18	Equipo de diseño	Validar si la prenda está estampada correctamente, si esto sucede continuar al punto 19, caso contrario regresar al punto 16.	
19	Equipo de estampado	Engomar los tableros para que la pieza quede fija.	

20	Equipo de estampado	Estampar toda la producción de acuerdo a las especificaciones de la ficha técnica.
21	Equipo de estampado	Transportar al horno para que las piezas se sequen.
22	Equipo de estampado	Realizar el control de calidad de las prendas.
23	Equipo de estampado	Termofijar las prendas en las planchas.
24	Equipo de estampado	Transportar las prendas al área de confección.

- **Documento y/o Registro del proceso:** Registro de producción de estampado
- **Documento y/o Registro de otros procesos o entes externos:** N/A

## 6. FLUJOGRAMA



## 7. DOCUMENTOS Y REGISTROS

DOCUMENTOS						
NOMBRE	ORIGEN		TIPO		DISTRIBUCIÓN	
	INT	EXT	IMP	DIG	FUNCIONARIO	LUGAR DE ARCHIVO
Registro de producción	X			X	Jefe de estampado	Computador del jefe de estampado

## 8. ANEXOS

Anexo1: Registro de producción de estampado

Anexo 8. Manual de procedimientos del proceso de confección

**ACUATEX**




***MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DEL PROCESO DE  
CONFECCIÓN***

***VERSIÓN: 01***

**FIRMAS DE REVISIÓN Y APROBACIÓN**


	<b>Nombre/ Cargo</b>	<b>Firma</b>	<b>Fecha</b>
<b>Elaborado por:</b>	Cabezas Joselin/ Estudiante		
<b>Revisado por:</b>	Ing. Esteban Lafuente/ Jefe de planta		
<b>Aprobado por:</b>	Ing. Carlos Narváez/ Gerente		

	<b>ACUATEX</b>	
	<b>CONFECCIÓN</b>	Versión: 01
		Código: P.G.PRO.4.
		Página: 2 de 6

### CONTROL E HISTORIAL DE CAMBIOS

Versión	Descripción del cambio	Fecha de Actualización
01	Edición original	



	<b>ACUATEX</b>	
	<b>CONFECCIÓN</b>	Versión: 01
		Código: P.G.PRO.4.
		Página: 3 de 6

## CONTENIDO

1. OBJETIVO .....	4
2. RESPONSABILIDAD.....	4
3. GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS.....	4
4. REFERENCIAS NORMATIVAS .....	4
5. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROCEDIMIENTO.....	5
6. FLUJOGRAMA.....	6
7. DOCUMENTOS Y REGISTROS .....	6
8. ANEXOS .....	6

## 1. OBJETIVO

Realizar la producción de acuerdo con la planificación receptada por el jefe de planta.

## 2. RESPONSABILIDAD

- Jefe de planta
- Jefe de confección
- Departamento técnico

## 3. GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

### Abreviaturas:

- **N/A:** No Aplica
- **DT:** Departamento Técnico
- **MP:** Materia Prima

### Definiciones:

- **Documento:** Escrito en que constan datos fidedignos o susceptibles de ser empleados como tales para probar algo.
- **Registro:** Es un documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades realizadas. Los registros son un tipo especial de documentos.
- **Módulo:** Conjunto de máquinas que, con el fin de simplificar movimientos de materia prima, materiales y objetos, con un fin determinado.

#### 4. REFERENCIAS NORMATIVAS

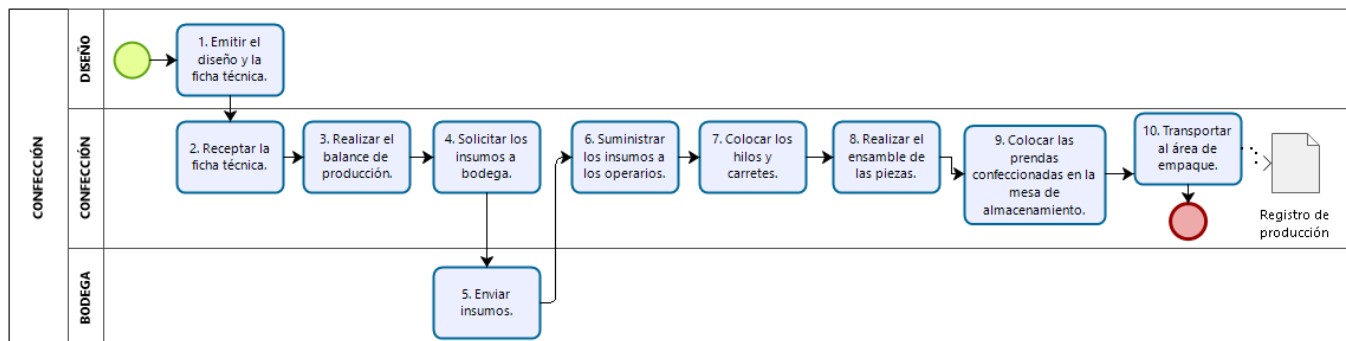
- NORMATIVA ISO 9001:2015: Sistemas de gestión de la calidad-Requisitos
- Reglamento interno Acuatex

#### 5. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROCEDIMIENTO

Nº	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
1	Equipo de diseño	Emitir el diseño y la ficha técnica.	NORMATIVA ISO 9001:2015
2	Jefe de confección	Receptar la ficha técnica.	
3	Jefe de confección	Realizar el balance de producción.	
4	Jefe de confección	Solicitar los insumos al jefe de bodega.	
5	Jefe de bodega	Enviar los insumos necesarios para la confección de las prendas.	
6	Jefe de confección	Suministrar todos los insumos necesarios a cada operario de acuerdo a los módulos.	
7	Equipo de confección	Colocar los hilos y carretes de acuerdo al balance de producción.	
8	Equipo de confección	Realizar el ensamble de las piezas cumpliendo con lo establecido en el balance de producción.	
9	Equipo de confección	Colocar todas las prendas confeccionadas en la mesa de almacenamiento hasta completar toda la producción.	
10	Equipo de confección	Transportar la producción al área de empaque.	

- **Documento y/o Registro del proceso:** Registro de producción de confección
- **Documento y/o Registro de otros procesos o entes externos:** N/A

## 6. FLUJOGRAMA



## 7. DOCUMENTOS Y REGISTROS


DOCUMENTOS						
NOMBRE	ORIGEN		TIPO		DISTRIBUCIÓN	
	INT	EXT	IMP	DIG	FUNCIONARIO	LUGAR DE ARCHIVO
Registro de producción	X			X	Jefe de confección	Computador del jefe de confección

## 8. ANEXOS

Anexo1: Registro de producción de confección

**Anexo 9.** Hojas de verificación de defectos

**Anexo 9.1.** Hoja de verificación de defectos en estampado

	<b>HOJA DE VERIFICACIÓN DE DEFECTOS EN ESTAMPADO</b>						
<b>Producto:</b>		<b>Fecha:</b>		<b>Inspector:</b>	Marisol Granda	<b>N° de prendas:</b>	
<b>N°</b>	<b>Defectos</b>		<b>Frecuencia</b>			<b>Subtotal</b>	
1	Fallas de tela						
2	Fallas de corte						
3	Diferenciación de tonos en la tela						
4	Diferenciación de tonos en la pintura						
5	Definición de malla para efectos						
6	Mala preparación de pintura						
7	Corridos de pintura en el estampado						
8	Migración de pintura						
9	Cortes incompletos						
10	Problemas de pre prensa						
11	Otros (Especificar)						
<b>TOTAL</b>							

*Fuente:* (Acuatex, 2020)

*Elaborado por:* Autora

## Anexo 9.2. Hoja de verificación de defectos en confección

	<b>HOJA DE VERIFICACIÓN DE DEFECTOS EN CONFECCIÓN</b>						
<b>Producto:</b>		<b>Fecha:</b>		<b>Inspector:</b>	Victoria Cali	<b>N° de prendas:</b>	
<b>N°</b>	<b>Defectos</b>	<b>Frecuencia</b>				<b>Subtotal</b>	
1	Fallas al recubrir						
2	Fallas al pegar la etiqueta						
3	Fallas en la puntada						
4	Otros (Especificar)						
<b>TOTAL</b>							

*Fuente: (Acuatex, 2020)*

*Elaborado por: Autora*

