



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO PARA CONTROL ESTADÍSTICO  
EN LA CALIDAD DE MEDIDAS, APLICANDO METOLOGÍA SIX SIGMA, EN UNA EMPRESA  
DEDICADA A LA CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR UBICADA EN MIXCO,  
GUATEMALA**

**Luisa Betsaida Jiménez Morales**

Asesorado por M.A Ing. Jorge Mario García Chinchilla

Guatemala, abril de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO PARA CONTROL ESTADÍSTICO  
EN LA CALIDAD DE MEDIDAS, APLICANDO METOLOGÍA SIX SIGMA, EN UNA EMPRESA  
DEDICADA A LA CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR UBICADA EN MIXCO,  
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LUISA BETSAIDA JIMÉNEZ MORALES**

ASESORADO POR LA M.A. ING. JORGE MARIO GARCÍA CHINCHILLA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Godínez Orozco
EXAMINADOR	Ing. Selvin Estuardo Joaquín Juárez
EXAMINADORA	Ing. María Martha Wolford Estrada
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO PARA CONTROL ESTADÍSTICO  
EN LA CALIDAD DE MEDIDAS, APLICANDO METOLOGÍA SIX SIGMA, EN UNA EMPRESA  
DEDICADA A LA CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR UBICADA EN MIXCO,  
GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 05 de agosto de 2021.

**Luisa Betsaida Jiménez Morales**



**EEPFI-PP-0359-2022**

Guatemala, 14 de enero de 2022

**Director**  
**César Ernesto Urquizú Rodas**  
**Escuela Ingeniería Mecánica Industrial**  
**Presente.**

**Estimado Ing. Urquizú**

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO PARA CONTROL ESTADÍSTICO EN LA CALIDAD DE MEDIDAS, APLICANDO METOLOGÍA SIX SIGMA, EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR UBICADA EN MIXCO, GUATEMALA**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Sistemas Integrados de Gestión - Calidad**, presentado por la estudiante **Luisa Betsaida Jiménez Morales** carné número **201122835**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestión Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

**Jorge Mario García Chinchilla**  
INGENIERO INDUSTRIAL  
Colegiado No 8566

Mtro. Jorge García  
Asesor(a)

Mtro. Carlos Humberto Aroche Sandoval  
Coordinador(a) de Maestría

Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería





EEP-EIMI-0359-2022

El Director de la Escuela Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO PARA CONTROL ESTADÍSTICO EN LA CALIDAD DE MEDIDAS, APLICANDO METODOLOGÍA SIX SIGMA, EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR UBICADA EN MIXCO, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Luisa Betsaida Jiménez Morales**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS




Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial


Guatemala, enero de 2022

LNG.DECANATO.OI.227.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO PARA CONTROL ESTADÍSTICO EN LA CALIDAD DE MEDIDAS, APLICANDO METOLOGÍA SIX SIGMA, EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR UBICADA EN MIXCO, GUATEMALA**, presentado por: **Luisa Betsaida Jiménez Morales**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova 

Decana

Guatemala, abril de 2022

AACE/gaoc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por sus múltiples bendiciones y permitirme alcanzar una más de mis metas.
- Mis padres** Por darme la vida, guiarme y brindarme su apoyo para hacer realidad este sueño.
- Mis abuelos** Marcelino Morales y Rosario López (q. d. e. p.), por su apoyo incondicional y por ser mi motivación para seguir progresando en la vida.
- Mi tía** Mayra Morales por brindarme su apoyo para continuar con mis estudios.
- Mis hermanos** Eder, Gabriela Jiménez y Juan Ocegueda por acompañarme a lo largo de mi vida, motivarme a seguir adelante, alegrarse conmigo y sentirse orgullosos con cada uno de mis logros.



## AGRADECIMIENTOS A:

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser la <i>alma mater</i> que me permitió nutrirme de conocimientos.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.
<b>Mi asesor</b>	M.A Ing. Jorge Mario García Chinchilla, por haberme guiado durante el trabajo de graduación.
<b>Mi novio</b>	Luis Mijangos por estar a mi lado en todo momento brindándome su amor y apoyo incondicional, por motivarme a superarme en todos los ámbitos de mi vida y celebrar conmigo cada meta que alcanzo.
<b>Mis amigos</b>	Norma Calo y Robin Maldonado por haberme acompañado y brindado su apoyo durante la carrera.
<b>Karen Herrera</b>	Por ser mi confidente, mi mejor amiga y apoyarme en todo momento.

**Familia y amigos en general**

Alma, Nancy y Sandra Morales, Joselyn Gramajo, Jennifer Buezo, Jorge Mario Castillo, Familia Mijangos Guzmán, Familia Herrera Vásquez por motivarme, apoyarme y aportar a mi crecimiento personal.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	9
3.1. Descripción del problema .....	9
3.2. Formulación del problema .....	10
3.2.1. Pregunta central .....	10
3.2.2. Preguntas de investigación.....	10
3.3. Delimitación del estudio.....	11
3.3.1. Límite temporal.....	11
3.3.2. Límite geográfico .....	11
3.3.3. Límite espacial.....	11
3.3.4. Límite institucional .....	12
3.4. Viabilidad de la investigación.....	12
3.5. Consecuencias de realizar la investigación .....	12
3.5.1. De realizarse.....	13
3.5.2. De no realizarse.....	13
4. JUSTIFICACIÓN .....	15

5.	OBJETIVOS.....	17
5.1.	General .....	17
5.2.	Específicos.....	17
6.	NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN .....	19
6.1.	Etapas de la investigación.....	19
6.1.1.	Fase 1. Revisión documental .....	19
6.1.2.	Fase 2. Diagnóstico.....	20
6.1.3.	Fase 3. Definición del proceso y sus variables.....	20
6.1.4.	Fase 4. Definición del indicador .....	20
6.2.	Esquema de solución .....	21
7.	MARCO TEÓRICO .....	23
7.1.	Industria textil.....	23
7.1.1.	Procesos de la industria textil.....	23
7.2.	Metodología six sigma.....	24
7.2.1.	Principios de six sigma .....	26
7.3.	Control estadístico.....	27
7.3.1.	Capacidad de los procesos .....	28
7.4.	Calidad.....	29
7.4.1.	Evolución del desarrollo de la calidad .....	30
7.4.2.	Fundamentos de la calidad .....	31
	7.4.2.1. Orientado al cliente .....	31
	7.4.2.2. Compromiso de la organización .....	31
	7.4.2.3. Prevención .....	32
	7.4.2.4. Medida, calibración y trazabilidad .....	32
	7.4.2.5. Aseguramiento de la calidad .....	33
	7.4.2.6. Mejora continua e innovación.....	33
7.5.	Procedimiento .....	34

7.5.1.	Ventajas de elaborar procedimientos .....	34
7.5.2.	Etapas para elaborar procedimientos .....	35
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	37
9.	METODOLOGÍA.....	39
9.1.	Diseño .....	39
9.2.	Enfoque .....	39
9.3.	Tipo .....	40
9.4.	Alcance.....	40
9.5.	Variables e indicadores .....	40
9.6.	Operativización de las variables .....	41
9.7.	Fases de la investigación .....	43
9.8.	Población y muestra .....	46
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS .....	49
11.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	51
11.1.	Recursos .....	51
11.1.1.	Recursos humanos.....	51
11.1.2.	Recursos físicos .....	51
11.1.3.	Recursos financieros .....	52
12.	CRONOGRAMA.....	53
	REFERENCIAS .....	55
	APÉNDICES .....	59



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Fases de la Investigación .....	21
2.	Cronograma de trabajo.....	53

### TABLAS

I.	Operativización de las variables.....	42
II.	Cálculo de muestra .....	47
III.	Presupuesto .....	52





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>C<sub>p</sub></b>	Capacidad del proceso
<b>σ</b>	Desviación estándar
<b>e</b>	Error
<b>=</b>	Igual
<b>C<sub>pk</sub></b>	Índice de capacidad del proceso
<b><math>\bar{X}</math></b>	Media aritmética
<b>Q</b>	Quetzales
<b><math>\sum_i^N</math></b>	Sumatoria desde el subíndice I hasta N
<b>N</b>	Tamaño de la población
<b>X<sub>i</sub></b>	Valor en la posición del subíndice I



## GLOSARIO

<b>Capacidad del proceso</b>	Habilidad de un proceso de cumplir con las expectativas del cliente.
<b>Desviación estándar</b>	Medida que indica que tan dispersos están los datos con respecto a la media, mientras mayor sea el valor de la desviación estándar, más dispersos se encuentran los datos.
<b>DMAIC</b>	Herramienta utilizada para mejorar los procesos, la palabra corresponde al acrónimo en inglés para cinco pasos: definir, medir, analizar, controlar y mejorar.
<b>Error</b>	Diferencia no conocida entre el valor estimado y el valor verdadero.
<b>FMEA</b>	Por sus siglas en inglés: Análisis de modos de falla y efectos. Es un método utilizado para prevenir fallas futuras y analizar los riesgos del proceso.
<b>Kaizen</b>	Filosofía japonesa orientada a la búsqueda de la perfección.
<b>Kanban</b>	Sistema visual para gestionar el trabajo a medida que avanza en un proceso.

<b>Lean Manufacturing</b>	Método de organización del trabajo que se centra en la mejora continua y optimización del sistema mediante la eliminación de desperdicios.
<b>LEI</b>	Límite de especificación inferior
<b>LES</b>	Limite de especificación superior
<b>MIN</b>	Valor menor
<b>Minitab</b>	Programa de computadora diseñado para ejecutar funciones estadísticas básicas y avanzadas.
<b>NCM</b>	Nivel de calidad de medidas
<b>PCS</b>	Cantidad de prendas
<b>PDCA</b>	Por sus siglas en inglés: planificar, hacer, verificar y actuar. Corresponde a una metodología de gestión que tiene como objeto la mejora constante de los procesos.
<b>R&amp;R</b>	Sistema de medición de la repetitividad y reproducibilidad, para evaluar si la variabilidad en las mediciones se debe al dispositivo utilizado o por la mano de obra.

<b>SIPOC</b>	Diagrama que sirve para trazar un proceso a través de la documentación de proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes.
<b>Six sigma</b>	Filosofía de trabajo para mejora continua y solución de problemas complejos.
<b>SMED</b>	Acrónimo de la lengua inglesa de Single Minute Exchange of Die, que significa “Cambio de matriz en menos de 10 minutos”, es una técnica que permite la reducción del tiempo en el cambio entre lotes de producción.
<b>SPC</b>	Por sus siglas en inglés Statistical Process Control, que significa en español “control estadístico del proceso”, herramienta que busca mejorar la eficacia y eficiencia de los procesos industriales.
<b>5S</b>	Método que se basa en la aplicación de 5 principios, representados por las palabras japonesas Seiri (sentido de utilización), Siton (sentido de organización), Seiso (sentido de limpieza), Seiketsu (sentido de normalización) y Shirsuke (sentido de disciplina).



## **RESUMEN**

El control estadístico de calidad consiste en la aplicación de distintas herramientas estadísticas para determinar si los procesos industriales tienen la capacidad de cumplir con las especificaciones.

Six sigma corresponde a un modelo para gestionar la calidad que está compuesto por cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar y contralar; con el fin de llevar a los procesos a cumplir con un nivel de calidad cercanos a la perfección.

El presente diseño de investigación pretende a través de la aplicación de la metodología six sigma determinar el índice de capacidad en la calidad de medidas, basado en los datos históricos de las auditorias de calidad en los distintos procesos de confección de prendas de vestir, evaluar las variables del proceso que afectan la calidad de medidas y establecer un proceso estándar que permita aumentar el desempeño y controlar la calidad de medidas de las prendas de vestir, para asegurar al cliente que se pueden cumplir con las especificaciones.





# 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo es documentar la investigación que se realizó para determinar la sistematización del procedimiento de control estadístico para la calidad de medidas en prendas de vestir que son sometidas a programas de técnicas especiales, el proceso de investigación se llevó a cabo utilizando la herramienta DMAIC de la metodología six sigma en el área de producción de una empresa dedicada a la confección de prendas de vestir ubicada en Mixco, Guatemala.

La importancia de la investigación es diseñar un procedimiento estándar que permita analizar, mejorar y controlar los factores críticos que influyen en la calidad de medidas durante el proceso productivos, esto se realiza a través de la herramienta DMAIC de la metodología six sigma utilizando análisis de capacidad del proceso, para determinar si el este es capaz de cumplir con las especificaciones del producto, ya que al satisfacer estas reducirán los reprocesos, desperdicios de materia prima y tiempo de producción, lo que a su vez permitirá realizar las exportaciones en las fechas planificadas y reducir los reclamos de los clientes.

La estructura de la investigación está dividida en cuatro capítulos, el capítulo uno es el marco teórico, en este se definen los conceptos necesarios para comprender la industria textil, la calidad y su importancia, la definición de procesos estándar, así mismo, se define la metodología de six sigma y sus herramientas y los objetivos de esta, como se elabora y se analizan los resultados del control estadístico del proceso.

En el capítulo dos se realiza la documentación del desarrollo de la investigación: iniciando con el diagnóstico situacional del proceso de pre producción y producción de prendas de vestir en la empresa, en las áreas de pruebas de laboratorio, corte, costura y plancha, así mismo plantear que análisis se realizan con respecto a las medidas y la reacción de las mismas durante la producción de prendas de vestir con técnicas especiales; establecer la capacidad del proceso al momento de realizar el diagnóstico y analizar los factores que impactan en los resultados obtenidos.

En el capítulo tres se presentan los resultados del análisis de capacidad del proceso, así como el listado de factores que impactan en los resultados obtenidos, definiendo cuales de estos representan factores críticos, así mismo se presenta el indicador ideal para mejorar y controlar la calidad de las medidas de las prendas de vestir durante el proceso productivo.

En el capítulo cuatro se desarrolla y plantea la propuesta del procedimiento estándar que debe ejecutarse a lo largo del proceso productivo, así como la discusión de los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación.

## 2. ANTECEDENTES

Aragón, Ordoñez y Torres (2014) en la conferencia de América Latina y el Caribe para la ingeniería y tecnología titulada Aplicación de la metodología DMAIC para reducir las pérdidas en una empresa textil establece que DMAIC es una metodología que se utiliza generalmente en proyecto de six sigma, presenta una secuencia de pasos a seguir basada en el círculo de mejora continua PDCA, donde el principal objetivo es la mejorar procesos centrándose en la reducción de la desviación estándar de los mismo para lograr un nivel de calidad que permita tener ventaja de forma que la empresa puede mantenerse competitiva y así lograr un mayor ingreso.

“La metodología DMAIC por sus siglas en ingles se basa 5 fases Define (Definir), Measure (Medir), Analyze (Analizar), Improve (Mejorar) y Control (Controlar)” (Aragón *et al.*, 2014, p. 2).

En el artículo de la conferencia los expositores desarrollaron 3 de las 5 fases que comprende la metodología DEMAIC, las cuales fueron desarrolladas en uno de los tres departamentos del proceso productivo que la investigación analiza, durante estas fases fue posible determinar el punto crítico del proceso, al definir el punto crítico del proceso los investigadores elaboraron un diagrama de causa raíz, esto permitió a los investigadores detectar las raíces del problema en la calidad de medidas y así mismo concluir que el proceso no era capaz de cumplir con la especificación.

La contribución de este artículo en el desarrollo de investigación ha permitido establecer la metodología a seguir para la evaluación del proceso de

producción, dejando como enseñanza que al realizar las primeras 3 fases de la metodología es posible realizar el diagnóstico del proceso productivo y determinar los factores que se deben mejorar de forma que nos permitan cumplir con la especificación de medidas en las prendas de vestir.

En la tesis titulada por Sepúlveda (2008), *Aplicación de Lean Management al ciclo de maduración en una empresa industrial*.

En el desarrollo de la tesis el autor elabora un diagrama SIPOC. El diagrama SIPOC por sus siglas en inglés, es un diagrama que relaciona el proceso con todos los actores que están en su entorno; las relaciones son: proveedores, entradas al proceso, los pasos específicos del proceso, el resultado o salidas del proceso y quienes son los clientes del proceso.

A través de este diagrama se obtiene una representación gráfica detalla y de fácil comprensión, así mismo presenta claridad en cuales son los requerimientos de los clientes ya sean interno del proceso o externos al proceso.

Esta investigación aporta la base a la etapa de diagnóstico, ya que nos proporciona la herramienta que nos permitirá conocer cuáles son las entradas (materias primas) en cada departamento y proceso, los pasos ejecutados durante el proceso productivo de los cuatro departamentos de estudio, las salidas para cada uno de los departamentos y así mismo, detallar cuales son los requerimientos de los clientes en todos los procesos que van a permitir satisfacer la especificación en las medidas de las prendas de vestir.

En cuanto a las herramientas utilizadas para mejorar la calidad, Brito (2018) explica que nos permite identificar adecuadamente los factores o variables

críticas que alteran la calidad del proceso productivo, así mismo planificar o proponer alternativas que nos permitan encontrar una solución.

Entre las principales herramientas de calidad se encuentran: lluvia de ideas, diagrama Pareto, análisis de causa efecto, histogramas, polinomios, dispersión, 6M, 5 por qué, entre otros.

La identificación de factores críticos o variables dependientes e independientes nos permiten conocer los puntos clave que deben estar controlados en el proceso de producción, esto nos permitirá generar un producto de calidad cumpliendo con la especificación del cliente.

Las 6M o factores críticos que deben contemplarse son: Mano de obra, método, Materia Prima, medición, medio ambiente y maquinaria.

En el desarrollo de la investigación se identifican problemas en 2 (mano de obra y método) de los 6 factores críticos, con lo cual le permite analizar y proponer distintas alternativas de solución. Uno de los factores restantes que también es clasificado como crítico, se identificaron problemas que no estaban relacionados directamente con este factor crítico (maquinaria), estos problemas estaban relacionados por el mal manejo que el personal (mano de obra) hace de la maquinaria (Brito, 2018).

El aporte de la tesis en la investigación es que permite conocer cuáles son los factores críticos que se ven involucrados durante el proceso productivo, esto será de utilidad para determinar que variables pueden afectar el desempeño de la calidad de las medidas en el proceso de producción; identificarlas adecuadamente, proponer mejoras que ayuden a obtener mejoras en el

desempeño de calidad a través del control de variables independientes (factores críticos) en el proceso que afectan el desempeño de las medidas.

Para determinar la eficiencia del proceso es necesario realizar un diagnóstico con las mediciones históricas de calidad, si estos datos reflejan que el proceso está en control y además modelan una distribución normal; es posible establecer el índice de capacidad de proceso generalmente en dos plazos (corto y largo). Este índice nos indica cómo se comporta el proceso y si cuenta con la capacidad de satisfacer las especificaciones predefinidas por el cliente (Mosquera, Artamonova y Mosquera, 2012).

El diagnóstico realizado permite determinar el indicador ideal para medir el desempeño de las medidas dentro de especificación durante la investigación, tomando en cuenta que índice de capacidad del proceso presenta de 3 a 4 escalas de valoración para determinar si el proceso está apto para cumplir con la especificación o requiere de modificaciones.

“Un manual de procedimiento es el documento que contiene la descripción de actividades que deben seguirse a cabalidad para asegurar que los objetivos de una organización se cumplan” (Pineda, 2016, p. 58).

El autor concluye que al contar con procedimiento y aplicarlo, el personal puede proceder de una forma ordenada y sistemática; ya que cuentan con una guía que describe todas las actividades que se van a ejecutar, en qué momento se realizan, quien o quienes responsabilizan de las actividades, a quien debe reportarle los resultados y que documentos o formularios serán necesarios para realizar las tareas o actividades de una forma eficiente.

La referencia de este documento ha dado un aporte fundamental al progreso de la investigación al realizar el diseño del proceso adecuado para mejorar y controlar la calidad en las medidas durante el proceso productivo de prendas de vestir.

En el artículo los autores realizan un diagnóstico utilizando indicadores de capacidad en el proceso de inspección, la inspección del producto terminado y materias primas ha tomado relevancia debido a la elevación de exigencia de calidad que presenta el cliente final. Debido a esto se resalta la importancia de que existan procesos de inspección controlados, para asegurar el control en los procesos de inspección se debe poseer con un procedimiento que permita realizar una medición eficiente para determinar la capacidad del proceso.





### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Incumplimiento de la especificación en medidas de los puntos críticos de las prendas de vestir está impactando en la productividad generando desperdicios de tiempo, reproceso y aumentando el costo de producción.

#### **3.1. Descripción del problema**

La empresa dedicada a la confección de prendas de vestir ubicada en la ciudad de Guatemala cuenta con 12 líneas de producción, de las cuales pueden confeccionar prendas de vestir de estilos básicos y prendas de vestir con técnicas especiales (serigrafía / pigmentación); al momento de realizar la investigación el 100% de las líneas de producción se encuentran confeccionando prendas de vestir con programa de técnicas especiales

Los programas de técnicas especiales son procesos que impactan negativamente en el control de medidas debido a las características del proceso, ya que las prendas son sometidas a químicos y procesos con calor que tienden a encoger las prendas; esto último no permite cumplir con la especificación de medidas a pesar de que el encogimiento ha sido analizado durante el proceso de elaboración de muestras de preproducción.

Durante el análisis de muestras de pre producción la cantidad de prendas analizadas no es adecuada de acuerdo al volumen de producción, por lo que se puede deducir que el análisis no se ajusta a las condiciones con las que se trabaja la producción en masa, ya que durante la producción en masa se debe considerar que la calidad de la tela presenta diferentes consistencias y defectos; debido a la

escasez de materia prima para la producción de la tela; es por ello que en algunas ocasiones la tela ingresa con atrasos y con el tiempo demasiado justo, lo cual impacta de forma negativa en los tiempos de relajación de la misma, agregando a esto que los métodos de tendido y corte de tela suelen modificar las medidas de las prendas cuando esta ha cumplido con un tiempo de relajación pertinente.

En el área de producción (confección) algunos operarios no ejecutan el método de costura correctamente ya que pueden influir al realizar cortes excesivos o al realizar estiramientos excesivos en la prenda en ciertas operaciones, los estiramientos de la prenda se pueden dar debido a un mal ajuste de maquinaria, así como una mala ejecución del método de costura; por último, las prendas ingresan a un proceso de planchado lo que también afecta las medidas de las prendas y por lo tanto algunas prendas no se encuentran dentro de la especificación.

### **3.2. Formulación del problema**

Al describir y analizar el problema es necesario formularse una serie de preguntas, que serán la base para determinar los objetivos de la investigación.

#### **3.2.1. Pregunta central**

¿Qué proceso y herramienta permite mejorar y controlar la calidad de las medidas en el área de producción para cumplir con la especificación del cliente?

#### **3.2.2. Preguntas de investigación**

- ¿Cómo se realiza el proceso de control de calidad enfocado a las medidas cuando inicia la producción de un estilo nuevo?

- ¿Cuáles son las variables que influyen durante el proceso de producción de prendas de vestir en la calidad de las medidas?
- ¿Cuál es el indicador ideal para medir el desempeño de las medidas dentro de especificación?

### **3.3. Delimitación del estudio**

Para llevar a cabo la investigación es necesario establecer el tiempo necesario, así como la ubicación geográfica y los departamentos de la empresa donde se realizará la investigación.

#### **3.3.1. Límite temporal**

El estudio se desarrolla durante los meses comprendidos entre los cursos de Seminario I a Seminario III de mayo 2021 a noviembre 2022.

#### **3.3.2. Límite geográfico**

El estudio se desarrollará en el municipio de Mixco de la Ciudad de Guatemala.

#### **3.3.3. Límite espacial**

El estudio se llevará a cabo en el Departamento de Laboratorio, corte, costura y plancha del área de producción, en los procesos de preproducción y producción en masa, siendo estos los procesos que influyen en el desempeño de la calidad de medidas.

#### **3.3.4. Límite institucional**

El estudio se realiza en el municipio de Mixco de la ciudad de Guatemala, la empresa dedicada a la confección de prendas de vestir tiene presencia 3 países del continente americano.

#### **3.4. Viabilidad de la investigación**

Al identificar el problema en la calidad de medidas en la organización y detectar la oportunidad de mejora en el proceso de análisis y control de calidad de medidas en las prendas de vestir, la dirección de la organización solicita al investigador el diseño de un proceso para control estadístico en la calidad de las medidas, al evaluar los recursos necesarios para llevar a cabo la investigación se identificaron los siguientes:

- Registro histórico de resultado de medidas de las prendas de vestir, de por lo menos seis meses de antigüedad, registro de los procesos estándar para control de medidas en el área de laboratorio, corte, costura y plancha.
- Recursos de tiempo y monetarios, contando con la autorización de los dirigentes de la organización para acceder a información necesaria para efectuar el estudio, de igual forma contar con disponibilidad de tiempo y monetaria por parte del investigador para efectuar la investigación se valida la viabilidad de esta.

#### **3.5. Consecuencias de realizar la investigación**

En la búsqueda de la solución al problema planteado en esta investigación se identifican ventajas y desventajas de realizar o no el estudio.

### **3.5.1. De realizarse**

Al realizar la investigación se espera un aumento productividad en el área de producción, debido a la reducción de desperdicios de: defectos, reproceso y tiempo, así como optimizar la utilización de la materia prima.

La investigación puede formar parte del sistema de gestión de calidad de la empresa, lo cual impactará la toma de decisiones desde el proceso de preproducción para prevenir defecto de medidas fuera de especificación de las prendas de vestir.

### **3.5.2. De no realizarse**

Continuar con el bajo desempeño de productividad debido al no cumplimiento de la especificación de medidas y estar en riesgo de rechazo en auditorias antes de que el producto se exporte o cuando este se encuentre en exhibido en la tienda.



## 4. JUSTIFICACIÓN

El estudio se sitúa dentro de la línea de investigación calidad en el área de sistemas integrados de gestión de la Maestría de Gestión Industrial de la facultad de Ingeniería de la universidad de San Carlos de Guatemala, ya que se basa en analizar la capacidad del proceso de medidas en la elaboración de prendas de vestir a través de la metodología DMAIC de six sigma.

La necesidad de realizar la investigación consiste es determinar las variables que afectan la calidad de medidas en el proceso de producción de prendas de vestir, así como calcular el índice de capacidad en que se encuentran, a través de la metodología DMAIC, para planificar actividades que permitan minimizar el impacto negativo de la mala calidad y así cumplir con las especificaciones establecidas por el cliente.

La importancia de la investigación radica en la calidad del proceso, así como la satisfacción del cliente final, esto último se logra a través del cumplimiento de especificaciones, al no cumplir con ellas se provocan defectos que pueden afectar el buen desempeño del producto y por lo tanto generar pérdidas tanto para la empresa productora como la empresa distribuidora.

La motivación de la investigación es determinar que especificaciones del producto no se están cumpliendo, las cuales afectan las ventas de producto; se pretende que a través de están investigación se mejore: el proceso productivo, el control de los factores críticos del proceso, cumplir con el índice de capacidad del proceso y a su vez con la especificación, ya que al mejorar la calidad del producto

se cumplen con las expectativas de los clientes y por consiguiente aumenta la venta del producto.

Los beneficios de esta investigación son: mejorar la calidad de medidas en las prendas de vestir, reducir los reprocesos en el área de producción y por lo tanto aumentar la productividad de la empresa, aumentar las ventas del producto y en consecuencia recibir más ordenes de trabajo, mantenernos competitivos a nivel nacional e internacional al cumplir con los requerimientos de los clientes.



## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Diseñar el proceso y definir la herramienta a utilizar para mejorar y controlar la calidad de las medidas en las prendas de vestir a lo largo del proceso de producción.

### **5.2. Específicos**

- Realizar un diagnóstico para definir el proceso de control de medidas al inicio de producción de estilos nuevos.
- Definir el listado de constantes y variables que afectan el resultado de medidas durante el proceso de producción desde el ingreso de estilo.
- Definir el indicador que permita medir el porcentaje de mejora en la calidad de medidas de las prendas al ejecutar el diseño propuesto.



## **6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

La necesidad por cubrir en la elaboración de la investigación es diseñar un proceso eficiente para el control estadístico en la calidad de las medidas de las prendas de vestir que se confeccionadas en programas de técnicas especiales utilizando la metodología six sigma.

El esquema de solución engloba elaborar el diagnóstico a partir de la información obtenida durante la etapa de revisión documental, la cual se basa en la observación de las distintas áreas involucradas en el proceso productivo, entrevistas con el personal a cargo de las actividades de cada una de las áreas y la digitalización de los documentos de inspecciones de calidad en medidas, la cual es utilizada para para sustentar la investigación.

### **6.1. Etapas de la investigación**

La investigación se desarrollará en 4 fases.

#### **6.1.1. Fase 1. Revisión documental**

Se realizan visitas al área de producción en los departamentos de laboratorio, corte, costura y plancha durante siete semanas; para evaluar el proceso en cada uno de los departamentos y verificar la documentación de las auditorias de medidas realizadas en cada uno de ellos.

Las consultas, entrevistas y revisión de documentación proporcionan al investigador conocimientos teóricos de los procesos realizados al llevar a cabo la investigación y los datos pertinentes para elaborar la situación inicial.

### **6.1.2. Fase 2. Diagnóstico**

Con la información obtenida en la fase de revisión documental, durante seis semanas se realiza el levantamiento del proceso actual en el área de laboratorio, corte, costura y plancha, así mismo se digitaliza la información de calidad de medidas para elaborar gráficos de control y calcular los índices de capacidad lo cual es parte fundamental para realizar el diagnóstico.

### **6.1.3. Fase 3. Definición del proceso y sus variables**

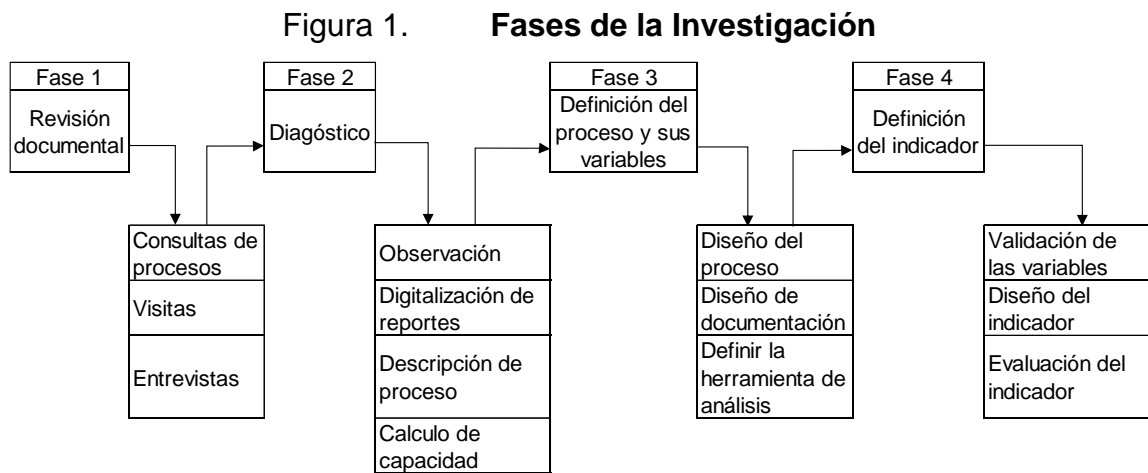
Con la disponibilidad de seis semanas se realiza el diseño del procedimiento para digitalizar las medidas de las inspecciones de calidad en las áreas de corte, costura y plancha, definir el tamaño de la muestra a analizar y la frecuencia con que se debe realizar cada uno de los procesos; así mismo definir la herramienta de análisis de datos y las variables de considerar en cada una de las áreas, para planificar mejoras en el desempeño de la calidad de medidas.

### **6.1.4. Fase 4. Definición del indicador**

Posterior a la definición del proceso y sus variables, durante cuatro semanas el proceso propuesto se valida a través del diseño del indicador de calidad de medidas para evaluar el desempeño de estas.

## 6.2. Esquema de solución

El esquema de solución se desarrolla de acuerdo con las fases que se describen en la siguiente figura.



Fuente: elaboración propia.



## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1. Industria textil**

Se define la industria textil como “la actividad económica dedicada a la manufactura de hilos, fibras, telas y otros materiales para obtener productos derivados como la ropa” (Weistercher, 2020).

#### **7.1.1. Procesos de la industria textil**

El proceso de la industria textil se describe como obtención de la fibra, hilandería, tejido, tintorería y confección (Weistercher, 2020). En general se puede describir estos procesos de la siguiente forma:

- Hilandería: proceso al que se someten las fibras naturales, sintéticas y/o artificiales para obtener como resultado hilo, el cuál puede sufrir distintos procedimientos de acabado como: tintura, blanqueado o gaseado.
- Tejido: proceso que utiliza como materia prima el hilo, en el cual se entrelaza la materia prima lo que da como resultado tela.
- Tintorería o acabado: en este proceso se realiza un teñido de la tela es decir darle color, entre otros acabados como: darle brillo a través de calandrado, modificar la textura de la tela con el esmerilado, mantener la consistencia de la tela con el sanforizado o compactado.

- Confección: proceso por el que se obtiene prendas de vestir o distintos productos del hogar, realizando corte en la tela para posteriormente confeccionarlo utilizando hilo.

## **7.2. Metodología six sigma**

Six sigma es una metodología que utiliza la herramienta DMAIC, la cual se enfoca en mejorar los procesos a través de la optimización (reducción) de la variabilidad de los mismo.

Según Navarro, Gisbert y Pérez (2017), “Six sigma es aumentar la capacidad de los procesos, de tal forma que estos generen los mínimos defectos por millón de unidad producidas” (p. 76).

Lal (2019) en el libro Lean Manufacturing y six sigma: detrás de la máscara. Amplia la definición de DMAIC, la cual por sus siglas en inglés consta de cinco etapas que se definen como:

- Definir: en esta etapa debe establecerse los objetivos que se esperan lograr al ejecutar el proyecto o proceso, los beneficios que se esperan alcanzar, así como los medios por los cuales se lograrán estos objetivos. En esta etapa se debe validar el proyecto con el patrocinador de este.
  - Las actividades recomendadas para esta etapa son: desarrollar el estatuto del proyecto, identificar los factores críticos, determinar los pasos del proceso, calcular los beneficios económicos esperados.
  - Las herramientas por utilizar para ejecutar esta etapa son: carta del proyecto, árbol de problemas o factores críticos, SIPOC, Mapa de flujo de valor.



- Medir: en esta etapa se reúnen los datos que serán utilizados para elaborar el análisis y así mismo evaluar la situación.
  - Las actividades recomendadas para esta etapa son: Establecer un plan para toma y tabulación de datos, definir la frecuencia, los responsables y los formatos en que los datos serán capturados, evaluar o verificar que las mediciones realizadas sean sustentables, realizar cálculos estadísticos para definir el índice de capacidad del proceso y realizar un mapeo del proceso.
  - Generalmente en la etapa de medición se utilizan las siguientes herramientas: Plan de recopilación de datos, calculadora de la muestra a medir, estudio R&R, determinar el desempeño del proceso (CPk) mapeo de proceso y diagrama espagueti.
  
- Analizar: etapa en la cual se debe identificar y verificar la o las causas raíz del problema a solucionar, esto se logra con el análisis de datos actuales e históricos.
  - Las actividades recomendadas para esta etapa son: analizar los datos, identificar las fuentes que provocan variaciones, evaluar las causas raíz, revisar el estado de todas las etapas anteriormente descritas antes de proseguir a la siguiente etapa.
  - Las herramientas útiles para esta etapa son: análisis de Pareto, histograma, hoja de estratificación, análisis de tiempo, diagrama de causa-raíz (espina de pescado), diagrama de dispersión y análisis estadístico.

- **Mejorar:** en esta etapa corresponde implementar acciones y soluciones de mejora para subsanar las oportunidades de mejora detectadas en la etapa anterior.
  - Las actividades recomendadas para la etapa de mejora son: generación de posibles soluciones, evaluar y seleccionar la o las soluciones optimas, implementar las soluciones y verificar la efectividad de estas.
  - Las herramientas que generalmente se utilizan en esta etapa son: kanban, 5S, SMED, Kaizen, diseño de experimentos, lluvia de ideas, simulación, FMEA, prueba piloto.
  
- **Control:** establecer los controles que nos permiten garantizar que las acciones implementadas sean sostenibles a lo largo de todo el sistema y se perduren en el tiempo.
  - Las actividades que son útiles para ejecutar esta etapa son: desarrollar planes de controles en el proceso, establecer un tablero de métricas, documentar el proyecto.
  - Las herramientas por utilizar pueden ser: SPC, auditorias, cuadro de mando integral, procesos estandarizados y plan de control del proceso.

### **7.2.1. Principios de six sigma**

Los cinco principios básicos de six sigma son, de acuerdo con Navarro, Gisbert y Pérez (2017), “Enfoque al cliente, centrado en los procesos, Metodología para la realización de los proyectos, estructura organizacional, lucha contra la variación” (p. 76).

El enfoque al cliente es el primer principio y esto se debe a que six sigma se enfoca a cumplir los requerimientos del cliente.

Centrarse en los procesos se refiere a llevar todo el análisis y las acciones directamente al proceso, esto permitirá que los esfuerzos invertidos en las acciones sean los mínimos, pero el impacto sea sustancial y se logre en un tiempo reducido, con el fin de lograr la satisfacción del cliente.

La estructura organizacional es importante ya que esto permite definir los roles del personal involucrado en el proyecto, así como definir al grupo que se encargará de implementar las actividades planificadas, es muy importante que los gerentes estén comprometidos e involucrados en la reducción de la variación y búsqueda de las mejoras. El ultimo principio es luchar contra la variación esto logra generando nuevas ideas o formas de trabajo que nos permitan mantener la mejora continua.

### **7.3. Control estadístico**

Pulido (citado en Ormaza, 2017) Establece que los objetivos de realizar un control estadístico del proceso son los siguientes:

- Visualizar en el menor tiempo posible las causas asignables del proceso las cuales provocan una variabilidad del proceso.
- Encontrar la causa raíz de las causas asignables para planificar acciones que permitan eliminar las causas comunes.
- Comunicar los resultados del control estadístico del proceso a los involucrados para tomar decisiones y así, disminuir la cantidad de unidades defectuosas que generara el proceso.

- Reducir al máximo desviación estándar del proceso para poder satisfacer las especificaciones del producto.

### **7.3.1. Capacidad de los procesos**

Con respecto a la capacidad de los procesos, Falco (2006) Establece que: los procesos en cualquier industria poseen variaciones, lo cual hace imposible que dos productos posean exactamente las mismas características, sin embargo, es posible reducir al mínimo esta variación de forma que los productos permanezcan dentro de los límites de especificación aceptados, esto se logra a través del control estadístico del proceso.

Falco (2006), “El Control Estadístico de Procesos es una herramienta útil para alcanzar este segundo objetivo. Dado que su aplicación es en el momento de la fabricación, puede decirse que esta herramienta contribuye a la mejora de la calidad de la fabricación” (p. 5).

De acuerdo con Falco (2006), “un proceso está bajo control estadístico cuando no hay causas asignables presentes” (p. 10).

Las causas asignables o especiales son todos aquellos factores que provocan una variación en el proceso y por lo tanto aumentan la desviación estándar del proceso, así mismo, existen las causas comunes que son los factores que se detectan durante el proceso productivo, sin embargo, al encontrar causas comunes en el proceso productivo este permanece estable, es decir no afecta el índice de desempeño que presenta el proceso (Falco, 2006).

Heizer (citado en Orzama, 2017) Indica que la capacidad del proceso depende del grado en que el proceso o el producto logre cumplir con la

especificación, es decir que todos los valores o resultados del proceso se encuentre dentro de los límites de especificación (superior e inferior), en otras palabras, un proceso es capaz cuando al contar con la media de los datos estos se encuentran distribuidos en más o menos tres desviaciones estándar a partir de la media.

Orzama (2017) Interpreta los valores de capacidad del proceso de la siguiente forma:

- $C_p \geq 2$ , Se tiene calidad del control estadístico de la calidad.
- $C_p > 1.33$ , Adecuado.
- $1 < C_p < 1.33$ , Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
- $0.67 < C_p < 1$ , No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
- $C_p < 0.67$ , No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.

#### **7.4. Calidad**

“La calidad está definida de acuerdo con el grado de satisfacción que el cliente percibe al consumir un producto o servicio en base a la ausencia de defectos, relación precio – calidad, conformidad de las especificaciones y nivel de excelencia” (Alcalde, 2009, p.6).

En síntesis, el resultado de la calidad es el grado de satisfacción que un producto o servicio otorga al consumidor, es decir al cliente.

#### **7.4.1. Evolución del desarrollo de la calidad**

La evolución de la calidad a lo largo de la historia ha atravesado por las siguientes etapas: “Inspección, control de calidad, aseguramiento de la calidad y gestión de la calidad total” (Alcalde, 2009, p. 5).

En el inicio el enfoque de la calidad era evaluar el cien por ciento de los productos o bien establecer una muestra a inspeccionar con el fin de detectar defectos.

Posterior a la inspección se procedió con el control de calidad, en esta etapa la calidad se enfocaba al establecimiento de límites dentro del proceso productivo y la definición de metas, para al ser evaluados y detectar desviaciones del producto de acuerdo con la especificación; al detectar las desviaciones ajustar el proceso con rapidez para alcanzar los objetivos trazados y cumplir con las especificaciones.

Aseguramiento de calidad se basa en normas internacionales ISO 9000, se establecen procedimientos para mantener los procesos sistematizados de forma que se genera la confianza que el producto va a satisfacer las especificaciones y satisfacer los requisitos ejecutando lo planificado.

Por último, la gestión total de calidad se basa en un sistema donde todo personal y recursos de la organización se enfocan a lograr la mejora continua, ya que esto permite reducir los defectos y así poder concluir que el proceso se realiza bien desde la primera vez.

## **7.4.2. Fundamentos de la calidad**

Los fundamentos de calidad en una empresa deben basarse en seis principios como mínimo los cuales son: “Orientado al cliente, compromiso de toda la organización, prevención, medida, calibración y trazabilidad, aseguramiento de la calidad, mejora continua e innovación” (Alcalde, 2009, p. 16).

### **7.4.2.1. Orientado al cliente**

Toda empresa depende de sus clientes, debido a ello, un sistema de gestión de calidad debe de enfocar sus esfuerzos a estar atentos a los gustos y preferencias del cliente, los cuales cambian frecuentemente, debido a ello se recomienda utilizar herramientas que permitan medir la satisfacción del cliente, esto permitirá que la empresa oriente sus estrategias a generar productos que produzcan la mayor satisfacción de los clientes (Alcalde, 2009).

### **7.4.2.2. Compromiso de la organización**

Para contar con un sistema de gestión de calidad es necesario que exista un genuino compromiso por parte del recurso humano, siendo de total relevancia el compromiso de la dirección para que a través del desarrollo de su liderazgo activo promueva la participación de todas las personas de la organización. La importancia del compromiso de la organización radica en la importancia que la calidad tiene para la organización como para que sea responsabilidad de una sola parte del personal, es decir el departamento de calidad (Alcalde, 2009).

#### **7.4.2.3. Prevención**

La clave para un sistema de gestión de calidad eficiente es la prevención, es decir evaluar los factores que provocarán defecto en el proceso productivo, para evitar que estos ocurren y a su vez provoquen defectos. Para evaluar o analizar los factores que pueden provocar defectos son: la mano de obra, los métodos ejecutados en el proceso, los materiales utilizados y la organización del medio ambiente. Una vez analizados los factores y detectados los posibles problemas, es vital que se planifiquen acciones enfocadas a la prevención, es decir que esos posibles errores o problemas no ocurran y nos permita hacerlo bien desde la primera vez (Alcalde, 2009).

#### **7.4.2.4. Medida, calibración y trazabilidad**

Este principio se enfoca en la validación de las actividades ejecutadas a través de la medición, la medición de los resultados obtenidos en cada fase del proceso nos permitirá determinar si el producto está siguiendo las especificaciones del cliente (Alcalde, 2009).

Por su parte la calibración de los instrumentos de medición nos permite descartar cualquier desviación provocada por no contar con herramientas que cumple con el margen de medición aceptable.

Por último, la trazabilidad es un código (que puede ser de cualquier denominación existente) con el cual se puede establecer en que etapas del proceso el producto fue modificado e incluso determinar los materiales que se utilizaron y de que lote se extrajeron; es decir, el código de trazabilidad me permitirá conocer información de todas las etapas del proceso para rastrear la raíz de los problemas detectados.



#### **7.4.2.5. Aseguramiento de la calidad**

Consiste en actividades planeadas para garantizar que un producto o servicio sea elaborado de acuerdo con los requisitos de calidad, las actividades principales del aseguramiento de la calidad son: realizar auditorías periódicas donde se evalúa los procesos y los objetivos de los mismo, tener documentación de los procesos para que sea claro para todo el personal que se va a hacer y cómo se debe realizar, contar con un registro de las actividades y los resultados obtenidos para demostrar que se realizan adecuadamente. Aseguramiento de la calidad es dar confianza a nuestros consumidores que los productos o servicios cumplen con los estándares acordados (Alcalde, 2009).

#### **7.4.2.6. Mejora continua e innovación**

La mejora continua está definida como: “La creación de un sistema organizado para conseguir cambios continuos en todas las actividades de la organización que den lugar a un aumento de la calidad total” (Alcalde, 2009, p. 20).

Este aumento de la calidad puede lograrse realizando pequeños cambios de mejorar consistentemente en el proceso productivo o a través de la innovación en cuanto a nuevas tecnologías o un cambio radical en el proceso.

Para lograr la mejora continua la empresa puede crear un equipo de mejora, este equipo será encargado de trabajar periódicamente de forma estructurada para analizar las posibles oportunidades de mejora y proponer un plan de acción para alcanzar la mejora continua, el equipo de mejora trabajar estrechamente con el círculo de la mejora continua; ya que esta herramienta les permite mantener una estructura y desarrollar los proyectos de forma ordenada.

## **7.5. Procedimiento**

Un procedimiento es un documento donde se describe una serie de pasos ordenados que describen: con detalle cómo, quién, cuándo y dónde se realizan las actividades definidas (Ortega, 2002). De forma que las actividades se ejecuten secuencialmente, estas actividades nos encaminen al logro de los objetivos plasmados y que no permita la existencia de improvisación, lo cual puede generar desviaciones en el proceso, a su vez provocar problemas, defectos o cualquier otro desperdicio en el proceso.

### **7.5.1. Ventajas de elaborar procedimientos**

Un procedimiento debe contar con la característica de definir un estándar por lo que también son conocidos como Procedimiento operativo estándar (POE) o por sus siglas en inglés (SOP), de forma que permita reducir la variabilidad, facilitar la comprensión, proporcionar una guía y encaminar al logro de los objetivos.

- Reducir la variabilidad: al ser una secuencia de paso ordenados, permite que cualquier persona encargada de ejecutar el proceso cuenta con un estándar el cual debe seguir, esto reduce o previene la improvisación la cual da como resultado variaciones en el proceso.
- Fácil comprensión y proporciona una guía: al estar ordenado secuencialmente ayuda a la persona encargada de la elaboración analizar los puntos del proceso que se ejecutan o no adecuadamente, además de ayudar al encargado del proceso en la guía de pasos a seguir.
- Encamina al logro de objetivos: un procedimiento operativo estandarizado debe incluir el indicador con el cual se va a evaluar el cumplimiento del

proceso, así como evaluar la mejora, esto permitirá el logro de los objetivos del procedimiento y el logro de los objetivos generales de la organización.

### **7.5.2. Etapas para elaborar procedimientos**

Las etapas para elaborar un procedimiento operativo son elaborar el borrador, lanzamiento, aprobación, distribución y revisión (Ortega, 2002). Las cuales se detallan a continuación:

- Etapa de elaboración del borrador: las personas encargadas de generar los documentos de los procedimientos operativos deben crear el procedimiento; el cual corresponde a la versión uno o borrador, ya que este sujeta a cambios una vez que haya atravesado un proceso de revisión o verificación.
- Etapa de lanzamiento: la versión uno del procedimiento debe ser compartida con el personal que es el encargado de ejecutar la secuencia de pasos definidos, el personal a cargo debe realizar observaciones o sugerencias en cuanto a modificaciones que sufrirá la versión uno del documento del procedimiento para una fácil comprensión y optimización de este. La fase de lanzamiento finaliza la redacción definitiva, en base al borrador y las sugerencias recibidas (Ortega, 2002).
- Etapa de aprobación: posterior a la publicación y distribución del procedimiento este debe ser aprobado por personal de mayor rango o jerarquía del encargado de la redacción del documento, un ejemplo de esta etapa puede ser: un procedimiento que se realice para el área de producción de una organización, el procedimiento debe ser aprobado por el jefe del departamento de producción, el gerente de calidad y el gerente general.

- Etapa de distribución: en esta etapa se debe entregar una copia de la versión aprobada a todo el personal de los departamentos involucrados en el procedimiento, se debe contar con un registro de las entregas realizadas para verificar y asegurar que todos los involucrados mantengan el procedimiento operativo actualizado.
- Etapa de revisión: se utiliza esta etapa cuando alguien del personal o inclusive un representante del cliente, solicita una revisión para evaluar las oportunidades de mejora que permitan optimizar el proceso y por lo tanto obtener mejores resultados, cuando se requiere ejecutar esta etapa debe seguirse la secuencia de las etapas anteriores (Ortega, 2002).

## **8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS**

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

JUSTIFICACIÓN

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

### **1. MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. Industria textil**

##### **1.1.1. Procesos de la industria textil**

#### **1.2. Metodología Six Sigma**

##### **1.2.1. Principios de Six Sigma**

#### **1.3. Control estadístico**

##### **1.3.1. Capacidad de los procesos**

#### **1.4. Calidad**

##### **1.4.1. Evolución del desarrollo de la calidad**

##### **1.4.2. Fundamentos de la calidad**

###### **1.4.2.1. Orientado al cliente**

###### **1.4.2.2. Compromiso de la organización**

###### **1.4.2.3. Prevención**

###### **1.4.2.4. Medida, calibración y trazabilidad**

- 1.4.2.5. Aseguramiento de la calidad
      - 1.4.2.6. Mejora continua e innovación
    - 1.5. Procedimiento
      - 1.5.1. Ventajas de elaborar procedimientos
      - 1.5.2. Etapas para elaborar procedimientos
- 2. RECOLECCIÓN DE DATOS
  - 2.1. Revisión de procesos estándar predefinidos
  - 2.2. Entrevistas al personal
  - 2.3. Evaluación de documentos de auditorías de calidad
  - 2.4. Elaboración de diagrama SIPOC
  - 2.5. Digitalización de reportes históricos de auditorías de medidas
  - 2.6. Elaboración de gráficos de control
  - 2.7. Cálculo de índice de capacidad del proceso
- 3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS
  - 3.1 Variables del proceso en pruebas de laboratorio
  - 3.2 Variables del proceso en corte
  - 3.3 Variables del proceso en costura
  - 3.4 Variables del proceso en plancha
  - 3.5 Gráficos de control de los procesos
  - 3.6 Índice de capacidad de cada proceso
  - 3.7 Discusión de resultados

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

## **9. METODOLOGÍA**

La investigación que se desarrolla en este documento se basa en un enfoque mixto, tiene un alcance descriptivo y diseño no experimental, con una ocurrencia prospectiva y retrospectiva. La recolección de los datos es de tipo longitudinal.

### **9.1. Diseño**

Se ha trabajado bajo un diseño no experimental registrando la ocurrencia de forma prospectiva durante el desarrollo de la investigación y ejecutando un análisis retrospectivo de los datos históricos de la calidad en las medidas en el proceso de pruebas de laboratorio, corte, costura y plancha para identificar tendencias, capacidad del proceso y causas comunes que afectan el desempeño de la empresa.

### **9.2. Enfoque**

El enfoque es mixto, ya que está compuesto de análisis cuantitativo como cualitativo. En la parte cuantitativa se analizan resultados históricos de medidas en pruebas de laboratorio, paneles cortados y costura y en la parte cualitativa se establecen los factores o variables que afectan positiva o negativamente el desempeño de las medidas en las prendas de vestir.

### **9.3. Tipo**

De acuerdo con el periodo y secuencia de la investigación se cataloga de tipo mixto retrospectivo, ya que se analiza la tendencia de medidas de mayo a julio de 2021 y prospectivo, debido a que se utiliza la información de mayo a julio para proyectar el comportamiento de las medidas en 2022.

### **9.4. Alcance**

El alcance de la investigación es descriptivo, debido a que el propósito es demostrar y analizar la tendencia de las medidas de los puntos críticos de la prenda en cada uno de los procesos, las variables que inciden en el resultado de medidas y la secuencia de pasos del proceso de medición que se ejecuta.

### **9.5. Variables e indicadores**

Las variables que se analizan en esta investigación son conceptuales y operacionales permitiendo realizar estimaciones de tipo matemático y estadístico con sus valores, también son de tipo cuantitativo continuo pues admiten valores intermedios en su cálculo.

Se consideran tres variables conceptuales y operacionales.

- Diagnóstico de la calidad de medidas de prendas de vestir en el proceso de producción.

Es una variable de tipo cuantitativo continuo, la cual es definida en la fase de diagnóstico del proceso productivo. Es una variable independiente ya que



corresponde a la calidad del proceso de producción y se asocia al indicador: Nivel de calidad de medias.

- Definir el proceso para el análisis y control de medidas de prendas de vestir

Es una variable de tipo cualitativo y se define en la fase de definición del proceso. Esta variable es dependiente pues se va a establecer en función una variable independiente, se relaciona con el indicador: Nivel de calidad aceptable.

- Evaluar el desempeño de la calidad de medidas de prendas de vestir en el proceso de producción

Esta variable es de tipo cuantitativo continuo y se desarrolla en la fase final de la investigación, en donde se define el proceso para controlar y mejorar el desempeño de las medidas en el proceso de producción. Es una variable independiente y se asocia con el indicador: Índice de capacidad del proceso.

#### **9.6. Operativización de las variables**

A continuación, se muestran las variables por utilizar en el desarrollo de la investigación y como serán medidas estas variables.

Tabla I. **Operativización de las variables**

Nombre de la variable	Tipo de variable	Indicador	Técnica de recolección
<p>Diagnóstico de la calidad de medidas de prendas de vestir en el proceso de producción.</p>	<p>Conceptual y operacional, tipo cuantitativo continuo, variable independiente</p>	<p>1. Media de medidas en auditorias en el departamento de laboratorio, corte, costura y plancha.</p> $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$ <p>2. Desviación estándar de medidas en auditorias en el departamento de laboratorio, corte, costura y plancha.</p> $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N}}$ <p>3. Nivel de calidad de medidas (N.C.M):</p> $N.C.M = \frac{PCS \text{ fuera de telarancia}}{PCS \text{ evaluadas}} * 100$	<p>Revisión de documentación Digitación de datos</p>

Continuación de la tabla I.

Nombre de la variable	Tipo de variable	Indicador	Técnica de recolección
Definir el listado de constantes y variables que afectan el desempeño de las medidas	Conceptual y operacional, tipo cuantitativo, variable dependiente	1. Desviación estándar de medidas en auditorias en el departamento de laboratorio, corte, costura y plancha: $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N}}$ ○ Requerimiento: $\sigma \leq$ (Limite de especificación/3)	Observación Tabulación
Evaluar el desempeño de la calidad de medidas de prendas de vestir en el proceso de producción	Conceptual y operacional, tipo cuantitativo continuo, variable independiente	1. Índice de capacidad del proceso (CPk) $CPk = \min\left(\frac{LES - \bar{x}}{3\sigma}, \frac{\bar{x} - LEI}{3\sigma}\right)$ ○ Requerimiento: $CPk \geq 1$	Digitación de datos Graficar datos

Fuente. elaboración propia.

## 9.7. Fases de la investigación

La investigación se compone de 4 fases:

- Fase 1: Revisión documental: al inicio de la investigación se realizará la revisión documental la cual tiene una duración de siete semanas, el tiempo para esta fase se divide se la siguiente forma:
  - Semana 1 y 2: revisión de los procesos predefinidos de: preproducción, corrida piloto y producción en masa; la revisión se

realiza con énfasis en la evaluación y control de medidas en todo el proceso productivo.

- Semana 3 y 4: entrevistas al personal de calidad y jefes de producción para cada uno de los procesos y las distintas áreas a estudiar.
  - Semana 5 y 6: revisión y evaluación de documentos de auditoría de medidas en el departamento de laboratorio, corte, costura y plancha, para verificar que se tenga la información necesaria para la siguiente fase.
  - Semana 7: consultas sobre los procesos predefinidos, documentos revisados e información recabada en las entrevistas a Jefe de calidad y encargada de sistema de calidad para clarificar el panorama general del proceso.
- Fase 2: Diagnóstico: la fase de diagnóstico está comprendida por cuatro actividades principales las cuales corresponden a:
    - Semana 1: descripción del proceso ejecutado en los departamentos de laboratorio, corte, costura y plancha, al momento de realizar la investigación.
    - Semana 2, 3 y 4: digitalización de reportes de auditoría de medidas en los departamentos involucrados en la elaboración de la investigación.

- Semana 5: elaboración de gráficos de control de los distintos procesos realizados en los departamentos a estudiar en la investigación.
- Semana 6: establecer el índice de capacidad inicial con la información obtenida en la actividad dos, realizada durante las semanas dos a cinco.
- Fase 3: definición del proceso: para la etapa de diseño del proceso para controlar y mejorar la calidad en las medidas se dispone de la siguiente forma:
  - Semana 1: evaluar las variables del proceso en el departamento de laboratorio y corte.
  - Semana 2: evaluar las variables del proceso en el departamento de costura y plancha.
  - Semana 3 y 4: establecer los factores críticos del proceso en los departamentos de Laboratorio, corte, costura y plancha, factores que serán nuestras oportunidades de mejora.
  - Semana 5 y 6: diseñar el proceso que permita realizar el análisis, control y mejora en calidad de medidas de prendas de vestir.
- Fase 4: definición del indicador: para la definición del indicador se toman cuatro semanas del desarrollo de la investigación. En las cuales se establece el indicador para evaluar el desempeño del proceso, se define el objetivo a alcanzar y la frecuencia con la que se evaluará, la herramienta

que se utilizará obtener los resultados del indicador y así mismo definir a los responsables de realizarlo, analizarlo y mejorarlo. En la semana 3 y 4 se realizará el entrenamiento al personal a cargo del indicador y se realizará un seguimiento para comprobar que sea ejecutado correctamente y que el indicador definido sea el adecuado para el proceso.

### 9.8. Población y muestra

La población total comprende los 422 colaboradores que laboran en el departamento de laboratorio, corte, costura y calidad. Para el desarrollo de la investigación se ha determinado tomar a todos los colaboradores que participan en la confección de prendas de vestir del área de producción pues la diferencia con la muestra calculada técnicamente no es representativa. Maximiza los resultados al utilizar el 100 % de la población.

Aplicando el análisis de muestreo estadístico con un nivel de confianza del 95 % y con un erro del 5 % se calcula el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

$$n = \frac{422 * 0.5^2 * 1.95^2}{(422 - 1) * 0.005^2 + 0.5^2 * 1.95^2}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N= tamaño de la población

$\sigma$ = desviación estándar de la población (0.5 por convención)

Z= Tipificación del nivel de confianza de la distribución normal, para este caso 1.95

e = error de la muestra (0.005 por convención)

Lo que arroja un valor de 417 colaboradores, como se mencionó previamente se toma la decisión de utilizar toda la muestra para la investigación.

Tabla II. **Cálculo de muestra**

Variable	Valor
N	422
Z	1.95
$\Sigma$	0.5
E	0.05
N	417
<b>N</b>	<b>422</b>

Fuente: elaboración propia.





## 10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS

El análisis de los datos se realizará utilizando estadística descriptiva, para generar la información a analizar se realizará una tabulación de los datos históricos de las auditorías de medidas realizadas en los departamentos de laboratorio, corte, costura y plancha; estos se ordenarán y graficarán.

Los datos históricos que serán utilizados para el análisis de información son: encogimiento de la tela y prendas en el departamento de laboratorio, medidas de ancho y largo de las auditorías de medidas realizadas en el departamento de corte, resultado de medidas de seis puntos de las prendas de vestir antes del proceso de técnicas especiales y después de realizado el proceso de planchado.

La herramienta para realizar la digitalización de los datos es Excel, donde será organizada por los distintos procesos a los que es sometida la tela hasta que se tiene como resultado una prenda terminada, con la información digitalizada se utilizará Minitab para elaborar gráficos de control y gráficos de capacidad del proceso para realizar el análisis necesario de acuerdo con los datos obtenidos.



## **11. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO**

Los recursos disponibles para llevar a cabo el desarrollo de la investigación son los que se definen a continuación.

### **11.1. Recursos**

Los recursos para el desarrollo de la investigación se componen de: Recursos humanos, físicos y financieros.

#### **11.1.1. Recursos humanos**

- Asesor de la investigación.
- Estudiante que desarrollará el estudio de investigación.
- Gerente general.
- Gerente de calidad.
- Encargada del control del sistema de calidad
- Personal de calidad ubicados en el departamento de laboratorio, corte, costura y plancha.
- Jefes de área de los departamentos ya mencionados.

#### **11.1.2. Recursos físicos**

- Computadora portátil
- Hojas papel bond tamaño carta
- Impresora
- Tinta para impresora

- Bolígrafos

### 11.1.3. Recursos financieros

Los recursos financieros necesarios para llevar a cabo la investigación se detallan en la siguiente tabla.

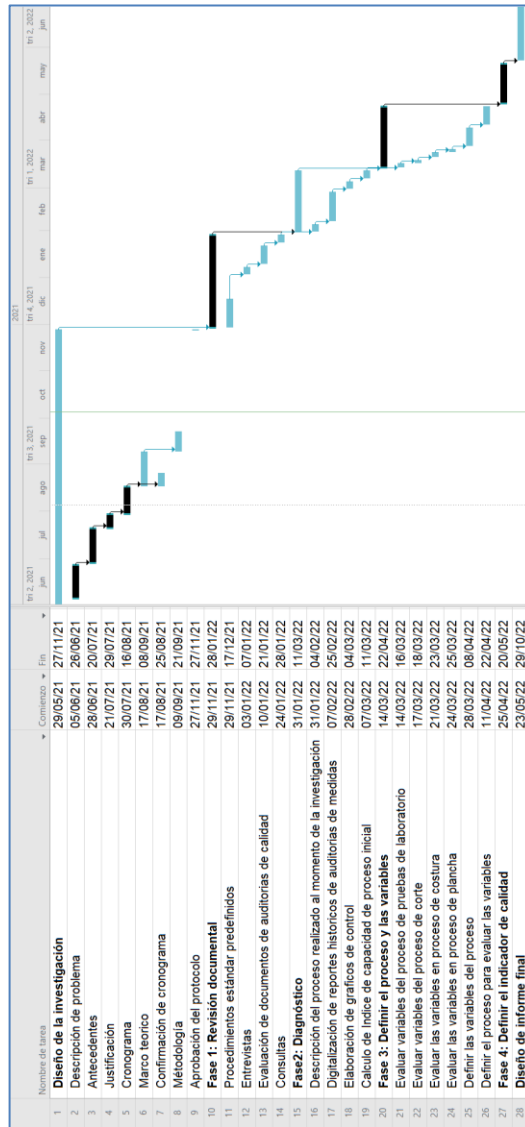
Tabla III. Presupuesto

Descripción	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
<b>Recursos humanos</b>			
Honorarios del asesor	1	Q _	Q –
Honorarios del estudiante	6	Q 2,500.00	Q 15,000.00
<b>Recursos físicos</b>			
Hojas papel bond	1	Q 30.00	Q 30.00
Tinta para impresora	1	Q 170.00	Q 170.00
<b>Servicios</b>			
Servicio telefónico e internet	6	Q 100.00	Q 600.00
<b>Total</b>			<b>Q 15,800.00</b>

Fuente: elaboración propia.

## 12. CRONOGRAMA

Figura 2. Cronograma de trabajo



Fuente: elaboración propia.



## REFERENCIAS

1. Alcalde, P. (2009). *Calidad*. Madrid, España: Paraninfo, S.A. Recuperado de <https://books.google.es>
2. Aragón, Ordoñez y Torres (julio, 2014). Excellence in Engineering To Enhance a Country's Productivity. *12th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*. Conferencia llevada a cabo en Guayaquil, Ecuador.
3. Brito, D. (2018). *Factores críticos que afectan la calidad del proceso productivo de la confección en el sector textil*. (Tesis de maestría). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/27511/1/08%20GMC.pdf>
4. Hernández, C y Da Silva, S. (12 de marzo 2016) *Aplicación del control estadístico de procesos (CEP) en el control de su calidad*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v36n1/rtq10116.pdf>
5. Industria Textil. (30 de abril 2020). Economipedia. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://economipedia.com/definiciones/industria-textil.html>
6. Lal, H. (2020). *Lean Six Sigma in Manufacturing: A Comprehensive Review*. India: IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.89859

7. Mendoza, V y De la Parra, P (s.f) El control estadístico de procesos (SPC): aplicaciones y beneficios en la industria. México: Docplayer. Recuperado de <https://docplayer.es/57610667-El-control-estadistico-de-procesos-spc-aplicaciones-y-beneficios-en-la-industria.html>
8. Mosquera, A. M. (julio, 2012) Diagnóstico del proceso de inspección mediante índices de capacidad. *Revista Chilena de Ingeniería*, 22 (1), pp. 53 – 61. Recuperado de [https://pdfs.semanticscholar.org/21ec/9bea1ed3815a8079e5725a184ca081f5f1d8.pdf?\\_ga=2.42512549.1411555666.1647741746-569301632.1647741746](https://pdfs.semanticscholar.org/21ec/9bea1ed3815a8079e5725a184ca081f5f1d8.pdf?_ga=2.42512549.1411555666.1647741746-569301632.1647741746)
9. Navarro, E.; Gisbert Soler, V. y Pérez Molina, A.I. (2017). Metodología e implementación de Six Sigma. 3C Empresa. DOI: 10.17993/3cemp.2017.especial.73-80
10. Ormaza, M (2017). *La calidad del proceso productivo y la aplicación del control estadístico en el sector de la confección textil*. (Tesis de maestría). Universidad técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26996/1/O4%20GMC.pdf>
11. Pineda, J. (2016). *Implementación del control estadístico para la calidad en la empresa "Sofos Multisport" en la línea de confección de calentadores para mejorar la capacidad del proceso y productividad*. (Tesis de maestría). Escuela politécnica nacional, Quito, Ecuador. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/15194/1/CD-6969.pdf>

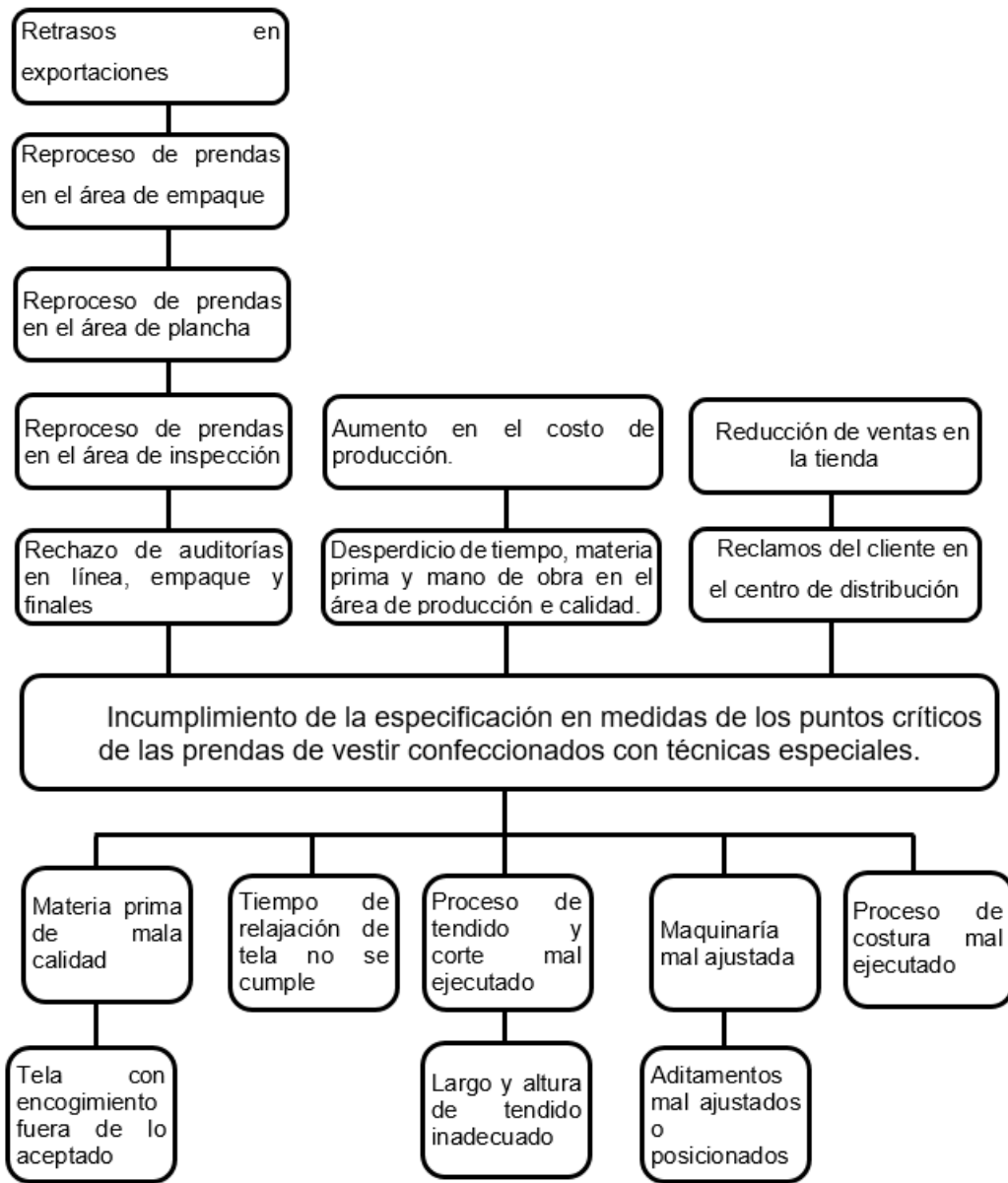


12. Ruíz, A. (2006). Control Estadísticos de procesos. Madrid, España: Cortland. Recuperado de [https://web.cortland.edu/matresearch/Control Procesos.pdf](https://web.cortland.edu/matresearch/Control%20Procesos.pdf)
13. Secretaría de Finanzas, Planeación y Administración (2020). *Guía técnica para la elaboración de manuales de procedimientos*. México: Autor.
14. Sepúlveda, J. (2008). *Aplicación de lean managment al ciclo de maduración en una empresa industrial*. (Tesis de maestría). Universidad de Chile, Chile. Recuperado de <https://docplayer.es/5126987-Universidad-de-chile-facultad-de-ciencias-fisicas-y-matematicas-departamento-de-ingenieria-industrial.html>
15. SixSigma.US. (2016). *What is the different Lean Six Sigma Tools?* 6Sigma. Recuperado de: <https://www.6sigma.us/lean-six-sigma-articles/what-are-the-different-lean-six-sigma-tools/>



# APÉNDICES

Apéndice 1. **Árbol del problema**



Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Matriz de coherencia

TEMA	TITULO	PROBLEMA	PREGUNTA CENTRAL	PREGUNTAS SECUNDARIAS	OBJETIVO GUÍA	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
Incumplimiento de la especificación de medidas en prendas de vestir	DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO PARA CONTROL ESTADÍSTICO EN LA CALIDAD DE MEDIDAS, APLICANDO METODOLOGIA SIX SIGMA, EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR UBICADA EN MIXCO, GUATEMALA	Incumplimiento de la especificación en medidas de los puntos críticos de las prendas de vestir confeccionados con técnicas especiales.	¿Qué proceso y herramienta permite mejorar y controlar la calidad de las medidas en el área de producción para cumplir con la especificación del cliente?	<p>1. ¿Cómo se realiza el proceso de control de calidad enfocado a las medidas cuando inicia la producción de un estilo nuevo?</p> <p>2. ¿Cuáles son las variables que influyen durante el proceso de producción de prendas de vestir en la calidad de las medidas?</p> <p>3. ¿Cuál es el indicador ideal para medir el desempeño de las medidas dentro de especificación?</p>	Diseñar el proceso y definir la herramienta a utilizar para mejorar y controlar la calidad de las medidas en las prendas de vestir a lo largo del proceso de producción.	<p>1. Realizar un diagnóstico para definir el proceso de control de medidas al inicio de producción de estilos nuevos.</p> <p>2. Definir el listado de constantes y variables que afectan el resultado de medidas durante el proceso de producción desde el ingreso de estilo.</p> <p>3. Definir el indicador que permita medir el porcentaje de mejora en la calidad de medidas de las prendas al ejecutar el diseño propuesto.</p>

Fuente: elaboración propia.