

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**“MEJORA DE LA CALIDAD EN UNA EMPRESA DE CONFECCIONES EMPLEANDO
LA METODOLOGÍA SIX SIGMA”**

Tesis presentado por la Bachiller:

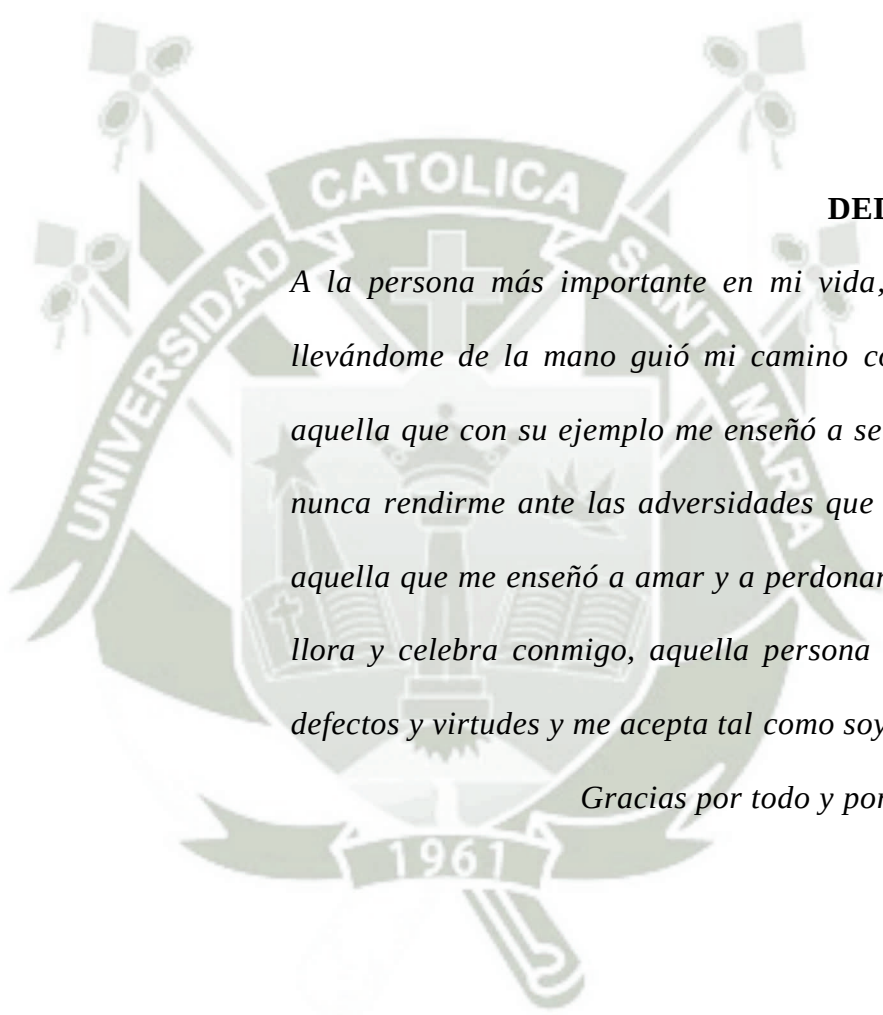
LESLIE JOHANI VILLARREAL URQUIZO

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AREQUIPA-PERÚ

2016



DEDICATORIA

A la persona más importante en mi vida, aquella que llevándome de la mano guió mi camino correctamente, aquella que con su ejemplo me enseñó a ser valiente y a nunca rendirme ante las adversidades que se presenten, aquella que me enseñó a amar y a perdonar, aquella que llora y celebra conmigo, aquella persona que ama mis defectos y virtudes y me acepta tal como soy.

Gracias por todo y por tanto mamá.

AGRADECIMIENTOS

A Madyori y a Steve por darme la oportunidad de realizar esta tesis en su empresa de confecciones, por su apoyo incondicional y demostrarme con el ejemplo que con esfuerzo, dedicación y perseverancia se puede hacer empresa en nuestro país.

A mis amigas de universidad, por compartir y convertir todos estos años de amistad en una familia, por compartir este amor a la profesión que escogimos, por su incondicional apoyo y todos los consejos y palabras de aliento recibidos para la realización de esta tesis.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo nace de la necesidad de mejorar la calidad de los abrigos confeccionados, aplicando como herramienta de mejora la metodología Six Sigma. Como se sabe los productos deben ser atractivos para el cliente ofreciendo mejores productos que la competencia y en una industria como la textil es fundamental que las empresas se diferencien por la calidad de sus prendas y por cumplir a tiempo con la fecha de entrega de la producción. Con este trabajo se pretende mejorar en estos aspectos que contribuyan con el crecimiento eficiente y sostenible de la empresa.

En el primer capítulo se presentan los antecedentes del proyecto donde se revisará la problemática del proyecto, la justificación y los objetivos.

En el segundo capítulo describe el marco teórico detallando la metodología del Six Sigma y las herramientas necesarias para su desarrollo.

En el tercer capítulo se presenta la situación actual de la empresa, describiendo su entorno de trabajo, herramientas y maquinarias utilizadas, destacando al producto principal y crítico para la empresa.

En el cuarto capítulo se desarrolla la metodología Six Sigma en las fases de Definición, Medición, Análisis, Mejora y Control para el producto abrigo del área de confecciones.

Como quinto capítulo se presentan la evaluación económica, describiendo los beneficios alcanzados luego de ejecutarse la fase de mejora, obteniendo como resultado la viabilidad del proyecto.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo mejorar la calidad en una empresa de confecciones haciendo uso de la metodología Six Sigma, identificando los problemas principales, planteando soluciones de mejora e implementándolas para obtener un proceso mucho más eficiente y productivo.

Se aplicó la metodología Six Sigma al proceso de confección de abrigos, por ser el producto principal para la empresa y crítico ya que presenta altos niveles de productos defectuosos lo que conlleva a no cumplir con la entrega a tiempo de las órdenes de trabajo.

Se determinó los principales defectos en las prendas confeccionadas a través de un levantamiento de información en campo por un periodo de tiempo determinado, se evaluaron las causas principales, se propusieron mejoras y se implementaron con éxito en el área de confecciones de la empresa en estudio.

Los resultados obtenidos mostraron que se puede conseguir una mejor calidad en la producción de abrigos, disminuyendo notablemente la cantidad de productos defectuosos y la cantidad de defectos por prenda confeccionada, aumentando la eficiencia y productividad del proceso al lograr cumplir con las fechas de entrega programadas por el cliente.

Palabras Clave:

Metodología Six Sigma, Industria, Textil.

ABSTRACT

This work aims to improve the quality in a clothing company using Six Sigma methodology, identifying the main problems, proposing solutions for improvement and implementing them for a much more efficient and productive process.

Six Sigma methodology was applied to the process of making coats, being the main product for the company and critical because it has high levels of defective products which leads to not meet the timely delivery of work orders.

The major flaws in the ready-made garments are determined through a survey of information in the field for a period of time, the main causes were evaluated, improvements were proposed and implemented successfully in the area apparel company under study.

The results showed that you can get better quality in the production of coats, significantly decreasing the amount of defective products and the amount of wear garment defects, increasing efficiency and productivity of the process to achieve compliance with delivery dates programmed by the customer.

Keywords:

Six Sigma Methodology, Industry, Textile.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
INTRODUCCIÓN	IV
RESUMEN	V
ABSTRACT.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DEL PROYECTO	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.2.1. OBJETIVO PRINCIPAL.....	2
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3.1. POR SU RELEVANCIA	2
1.3.2. EN LO ECONÓMICO.....	3
1.4. VARIABLES	4
1.5. HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. CALIDAD Y COMPETITIVIDAD.....	6
2.2. PRODUCTIVIDAD.....	9
2.3. VARIABILIDAD Y PENSAMIENTO ESTADÍSTICO.....	9
2.4. SIX SIGMA.....	12
2.4.1. ANTECEDENTES DEL SIX SIGMA	12
2.4.2. ¿QUÉ ES SIGMA?	14
2.4.3. INSTRUMENTO DE MEDIDA DE LA CALIDAD.....	14
2.4.4. METODOLOGÍA SIX SIGMA.....	17
2.4.5. RESULTADOS DE SIX SIGMA.....	21

2.4.6.	RAZONES POR LA QUE FUNCIONA SIX SIGMA.....	21
2.4.7.	INFRAESTRUCTURA DE APOYO A SIX SIGMA	22
2.4.8.	HERRAMIENTAS DE CALIDAD	22
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....		36
3.1.	LA ORGANIZACIÓN	36
3.2.	FINES DE LA ORGANIZACIÓN	36
3.2.1.	MISIÓN	36
3.2.2.	VISIÓN	36
3.3.	ENTIDADES PARTICIPANTES EN EL MODELO DEL NEGOCIO.....	37
3.3.1.	CLIENTES.....	37
3.3.2.	PROVEEDORES.....	37
3.3.3.	COMPETIDORES.....	37
3.4.	INSTALACIONES Y MEDIOS OPERATIVOS	38
3.4.1.	PLANTA.....	38
3.4.2.	TIPO DE DISTRIBUCIÓN	38
3.5.	MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	39
3.6.	MATERIA PRIMA E INSUMOS	41
3.6.1.	MATERIA PRIMA.....	41
3.6.2.	INSUMOS.....	42
3.7.	RECURSOS HUMANOS.....	43
3.8.	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	43
3.9.	EL PRODUCTO	44
3.10.	CONTROL DE CALIDAD	45
CAPÍTULO IV: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA.....		46
4.1.	ETAPA DEFINIR	46
4.1.1.	IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE	46
4.1.2.	IDENTIFICACIÓN DE CTQ's	46
4.1.3.	EL CUADRO DEL PROYECTO.....	52
4.2.	ETAPA MEDIR	53
4.2.1.	PROCESO PRODUCTIVO.....	53
4.2.2.	EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN	56

4.2.3.	EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL PROCESO.....	58
4.3.	ETAPA ANALIZAR.....	61
4.3.1.	IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS RAÍCES	61
4.3.2.	ANÁLISIS MODAL FALLA EFECTO (AMFE).....	67
4.3.3.	DISEÑO DE EXPERIMENTOS	69
4.4.	ETAPA MEJORAR	77
4.4.1.	OPTIMIZACIÓN DE DISEÑO DE EXPERIMENTOS.....	77
4.4.2.	PLAN DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL	79
4.4.3.	IMPLEMENTACIÓN DE LA FILOSOFÍA 5S´	80
4.4.4.	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	83
4.5.	ETAPA CONTROLAR.....	85
4.5.1.	GRÁFICOS DE CONTROL POR ATRIBUTO DESPUÉS DE LA MEJORA	85
4.5.2.	CAPACIDAD DEL PROCESO DEPUÉS DE LA MEJORA.....	87
4.5.3.	LEAD TIME DE ENTREGA DE PRODUCCIÓN DESPUÉS DE LA MEJORA	88
4.5.4.	MONITOREO DE LAS MEJORAS	88
CAPÍTULO V: EVALUACIÓN ECONÓMICA		90
5.1.	COSTOS DE PROPUESTAS DE MEJORA.....	90
5.2.	AHORRO GENERADO	96
5.3.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	97
CONCLUSIONES		100
RECOMENDACIONES.....		102
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		103
ANEXOS		106
ANEXO N°1: LAYOUT DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA		106
ANEXO N°2: ORGANIGRAMA DE LA ORGANIZACIÓN		107
ANEXO N°3: FORMATO DE TARJETA DE INSPECCIÓN		108
ANEXO N°4: DATOS PARA REALIZAR LA GRÁFICA P		109
ANEXO N°5: DATOS PARA REALIZAR LA GRÁFICA U.....		110
ANEXO N°6: ESCALA DE SEVERIDAD, OCURRENCIA Y DETECCIÓN		111
ANEXO N°7: CAPACITACIÓN AL PERSONAL		112
ANEXO N°8: MODELO DE TARJETA ROJA		113

ANEXO N°9: ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES	114
ANEXO N°10: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MÁQUINAS DE COSTURA	115
ANEXO N°11: TARJETA DE CONTROL DE MAQUINARIA	116
ANEXO N°12: FICHA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO.....	117
ANEXO N°13: SOLICITUD DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	118
ANEXO N°14: DATOS PARA REALIZAR LA GRÁFICA P DESPUÉS DE LA MEJORA	119
ANEXO N°15: DATOS PARA REALIZAR LA GRÁFICA U DESPUÉS DE LA MEJROA	120
ANEXO N°16: FORMATO DE SUPERVISIÓN DE DEFECTOS EN LA PRODUCCIÓN	121



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de un proceso.....	6
Figura 2: Factores de la competitividad.....	7
Figura 3: Mala calidad y competitividad.....	8
Figura 4: Variabilidad de un proceso.....	11
Figura 5: Nivel de sigma.....	17
Figura 6: Ejemplo de Diagrama de Pareto.....	23
Figura 7: Ejemplo de Histograma	24
Figura 8: Ejemplo de Diagrama de Flujo.....	25
Figura 9: Ejemplo de Diagrama de Ishikawa.....	26
Figura 10: Actividades para realizar un AMEF.....	28
Figura 11: Diagrama SIPOC.....	29
Figura 12: Ejemplo de Hoja de verificación	30
Figura 13: Ejemplo de Lluvia de ideas.....	30
Figura 14: Fórmula para la capacidad del proceso.....	33
Figura 15: Diagrama de Pareto de Producción por tipo de producto.....	44
Figura 16: Diagrama de Pareto de Ingresos por tipo de producto.....	45
Figura 17: Diagrama de Pareto Frecuencia de Tipos de Defectos.....	48
Figura 18: Diagrama de Pareto de Tipos de Defectos con Mayor Tiempo de Reproceso.....	49
Figura 19: Diagrama SIPOC del Proceso Productivo.....	53
Figura 20: Gráfica p Fracción de unidades defectuosas en la producción.....	57
Figura 21: Gráfica u Número de defectos por unidad producida.....	58
Figura 22: Gráfica de probabilidad de Unidades Defectuosas.....	59
Figura 23: Gráfica de probabilidad de Cantidad de Defectos en la producción.....	59
Figura 24: Diagrama Causa-Efecto Salto de Puntada.....	62
Figura 25: Diagrama Causa-Efecto Pespuntos Caídos.....	63
Figura 26: Diagrama Causa-Efecto Hilos Incorrectos.....	64
Figura 27: Diagrama Causa-Efecto Costura Desigual.....	65
Figura 28: Resumen de Diseño de Experimento.....	70
Figura 29: Matriz del Experimento.....	70

Figura 30: Diagrama de Pareto para el Diseño Factorial Completo.....	73
Figura 31: Diagrama de Probabilidad Normal para los Efectos.....	73
Figura 32: Diagrama de Efectos Principales para el Diseño Factorial Completo.....	74
Figura 33: Diagrama de la Normalidad de los Residuales.....	75
Figura 34: Normalidad de los Residuales.....	76
Figura 35: Análisis de Varianza DOE.....	77
Figura 36: Optimización DOE.....	78
Figura 37: Gráfica p Fracción de unidades defectuosas en la producción después de la mejora..	86
Figura 38: Gráfica u Número de defectos por unidad producida después de la mejora.....	87



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1: Métrica Sigma.....	16
Tabla 2: Cartas de control por atributos.....	32
Tabla 3: Lead time de entrega de Producción.....	51
Tabla 4: Resumen del Proyecto.....	52
Tabla 5: Análisis de Modos y Efectos de Fallos Área de Confección.....	69
Tabla 6: Resultados Variable de respuesta.....	73
Tabla 7: Lead time de entrega de Producción después de la mejora.....	92
Tabla 8: Costo Diseño de Experimentos.....	93
Tabla 9: Costo Implementación 5S.....	94
Tabla 10: Costo Capacitación Six Sigma.....	95
Tabla 11: Costo Capacitación Herramientas de Calidad.....	95
Tabla 12: Costo Capacitación Gráficas de Control.....	96
Tabla 13: Costo Capacitación Control de Calidad en Confecciones.....	96
Tabla 14: Costo Capacitación Liderazgo.....	97
Tabla 15: Costo Capacitación Plan de Mantenimiento.....	97
Tabla 16: Costo Capacitación Minitab.....	98
Tabla 17: Costo total de Propuestas.....	98
Tabla 18: Ahorro Trimestral Generado.....	99
Tabla 19: Gato Mensual de Mantenimiento Preventivo.....	100
Tabla 20: Flujo Neto del Proyecto.....	101

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DEL PROYECTO

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La empresa en estudio ha colaborado con una de las más importantes empresas textiles de la ciudad de Arequipa en la confección de prendas de vestir, siendo éstas de exportación, por lo que la exigencia en la calidad de sus productos es cada vez mayor. Sin embargo, el inadecuado control de sus procesos, recursos y la calidad, han generado altos volúmenes de prendas defectuosas perjudicando el cumplimiento en las órdenes de trabajo, incremento de los costos de confección y la disminución en la satisfacción del cliente.

1.1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El problema resaltante es el reproceso de una gran cantidad de prendas confeccionados por no cumplir con los requerimientos establecidos por el cliente. Además, no se posee conocimiento de los principales defectos o fallas en las prendas ya que la empresa no cuenta con datos históricos que permitan llevar a cabo la definición de estas variables significativas en una primera instancia.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO PRINCIPAL

Mejorar la calidad de una empresa de confecciones utilizando la metodología Six Sigma.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar el marco teórico.
- Realizar la descripción y el diagnóstico de la empresa.
- Definir el proyecto de implementación.
- Medir el problema encontrado.
- Analizar las causas relevantes estadísticamente. y
- Mejorar o reducir el problema.
- Controlar y mantener las mejoras logradas.
- Evaluar económicamente las propuestas de mejora.

1.3. JUSTIFICACIÓN

1.3.1. POR SU RELEVANCIA

El sector textil peruano en el primer trimestre del año 2015 ha presentado un descenso en el nivel de exportación de 25.6% respecto a similar trimestre del año anterior (INEI, 2015) y esto se explica en gran parte por la demanda externa; sin

embargo, la continua pérdida de competitividad debido a los sobre costos logísticos, laborales, tributarios y precios perjudica gravemente esta situación.

Considerando el contexto anterior, las empresas peruanas que se encuentran en la industria textil tienen la obligación de tener procesos eficientes que les permitan ser más competitivos y rentables en su rubro.

Y en este punto es donde se encuentra una de las principales empresas textiles del Perú, siendo reconocida por la variedad de productos, calidad en sus fibras y confecciones. Tomando en cuenta que ésta es el principal cliente de la empresa en estudio, es que la aplicación de herramientas de mejora le permitirá ser más competitiva respecto a la calidad y tiempo de entrega que puede ofrecer y asegurar que los defectos no lleguen hasta el cliente final.

El gran inconveniente de la mayoría de las empresas es que toman decisiones apresuradas antes de que estas sean evaluadas profundamente. En este punto Six Sigma juega un papel importante ya que permite reconocer los problemas, priorizar decisiones, escoger la solución más óptima, implementarla, controlar y mantener los beneficios. (Néstor, 2011, pág. 66)

Es así que la empresa busca reducir la cantidad de productos defectuosos, mayor eficiencia y brindar prendas de calidad; para lograrlo ha decidido optar por la metodología Six Sigma para prevenir la recurrencia de estos problemas.

1.3.2. EN LO ECONÓMICO

Lograr controlar el proceso productivo permitirá reducir piezas defectuosas, sobre costos innecesarios en arreglos y reprocesos; así como, el costo

de oportunidad al dejar de producir prendas de calidad; la entrega a tiempo y con buena calidad de la producción dará la confianza y satisfacción al cliente necesarios para generar mayores y mejores contratos manteniendo a la empresa un flujo constante de producción.

1.4. VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE	Calidad en las prendas de confección
INDICADORES	Prendas defectuosas.
	Ítem de defectos.
	Tiempo de reprocesos.
	Lead time de producción.
DEEFINICION CONCEPTUAL	Es el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos del cliente.
DEFINICION OPERACIONAL	Cuantificar las prendas defectuosas.
	Desarrollar y definir los ítems por defecto.
	Cuantificar el tiempo incurrido en reprocesar.
	Comparar el tiempo de entrega de la producción real con lo proyectado.
INSTRUMENTOS DE MEDIDA	Hoja de control de la calidad.
	Cronómetro
	Planificación y control de la producción

VARIABLE INDEPENDIENTE	Metodología Six Sigma
INDICADORES	Cumplimiento de los Requerimientos del cliente.
	Estandarización de Procesos.
	Capacidad de producción.
	Porcentaje de Reducción de los defectos o fallas.
	Cumplimiento con la entrega de la producción
DEEFINICIÓN CONCEPTUAL	Es una metodología de <i>mejora de procesos</i> , centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente.
DEFINICIÓN OPERACIONAL	Definir el problema.
	Describir el Proceso y Medirlo.
	Determinar las variables significativas.
	Evaluar la estabilidad y capacidad del proceso.
	Mejorar y Validar el proceso.
	Controlar y dar seguimiento al proceso.
INSTRUMENTOS DE MEDIDA	Mejorar continuamente.
	Herramientas de Calidad
	Diagrama de Operaciones
	Minitab

1.5. HIPÓTESIS

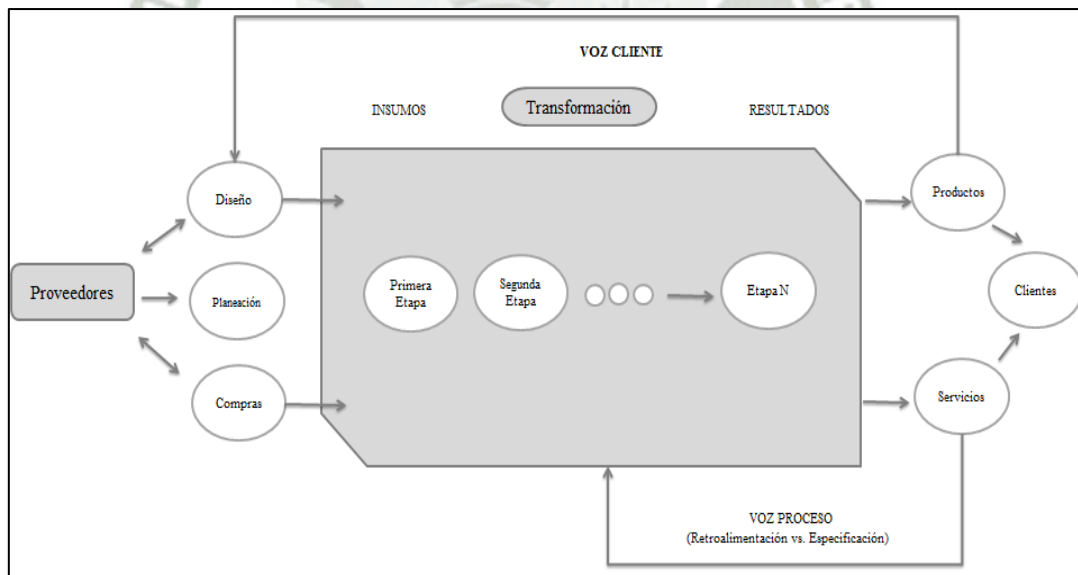
Es factible que mediante la aplicación de la metodología Six Sigma se logre mejorar la calidad en una empresa de confecciones.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. CALIDAD Y COMPETITIVIDAD

Si definimos calidad desde el punto de vista de los clientes, podemos decir que para ellos las empresas existen para brindar un bien o un servicio, que cumplan con las características que satisfagan sus necesidades y expectativas. Estos productos son resultado de un proceso, el cual es un conjunto de actividades interrelacionadas que reciben determinados insumos que son transformados en un resultado o en un producto (véase figura 1).

Figura 1: Esquema de un proceso

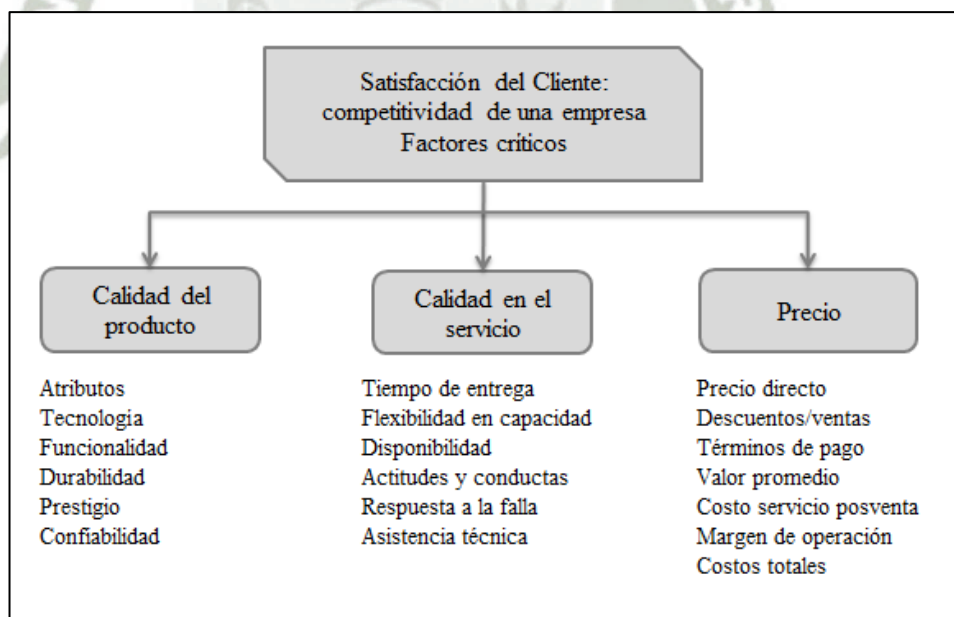


Fuente: (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2009)

Una exigencia fundamental de los clientes es que los productos sean de calidad. Con respecto a esta en términos menos formales, la *calidad* “es el juicio que tiene el cliente sobre un producto o servicio, (...). Resultado del grado en el cual un conjunto de características inherentes al producto cumple con sus requerimientos” (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 5).

Por lo tanto, la calidad es ante todo la satisfacción del cliente que está ligada a las expectativas que éste tiene con respecto al producto o servicio. De aquí se deriva que tanto la competitividad de una empresa como la satisfacción del cliente están determinadas principalmente por tres factores: la calidad del producto, el precio y la calidad del servicio (véase figura 2).

Figura 2: Factores de la competitividad

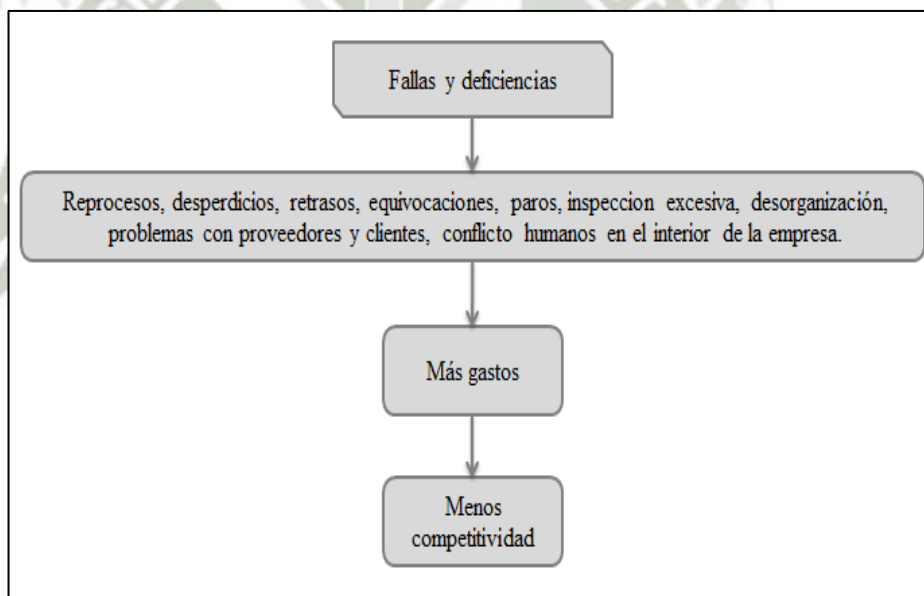


Fuente: (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2009)

Cuando se tiene mala calidad en las diferentes actividades de la organización implica más gastos, menos producción y ventas. La mala calidad no sólo trae como consecuencia clientes insatisfechos sino también mayores costos; por lo tanto, no es posible competir en calidad ni en precio, menos en tiempos de entrega.

La figura 3 sintetiza la relación entre mala calidad y competitividad. “Cabe señalar que los costos de la mala calidad pueden ser muy altos dependiendo del desempeño de la empresa, e incluso llegan a representar entre 25 y 40% de las ventas de la empresa” (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009, pág. 6).

Figura 3: Mala calidad y competitividad



Fuente: (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2009)

Así, a manera de resumen, la competitividad se define como la capacidad de una empresa para generar valor para el cliente y sus proveedores de mejor manera que sus competidores.

2.2. PRODUCTIVIDAD

En general, “La productividad es el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida” (Wikipedia, Productividad).

La productividad suele dividirse en dos componentes: eficiencia y eficacia. La primera es la relación entre los resultados logrados y los recursos empleados, se mejora principalmente optimizando el uso de los recursos, lo cual implica reducir tiempos desperdiciados, paros de equipo, falta de material, retrasos, etc. Mientras que la eficacia es el grado con el cual las actividades previstas son realizadas y los resultados planeados son logrados.

2.3. VARIABILIDAD Y PENSAMIENTO ESTADÍSTICO

El éxito del mercado, hoy en día, depende de la habilidad de las organizaciones para mejorar todo aquello que hacen. Si estos problemas son de naturaleza estadística, se necesita tener “pensamiento estadístico”. Actualmente la estadística juega un gran papel en el diseño y en mejora de la productividad y calidad de los procesos y los productos. (Anónimo, Statistical thinking)

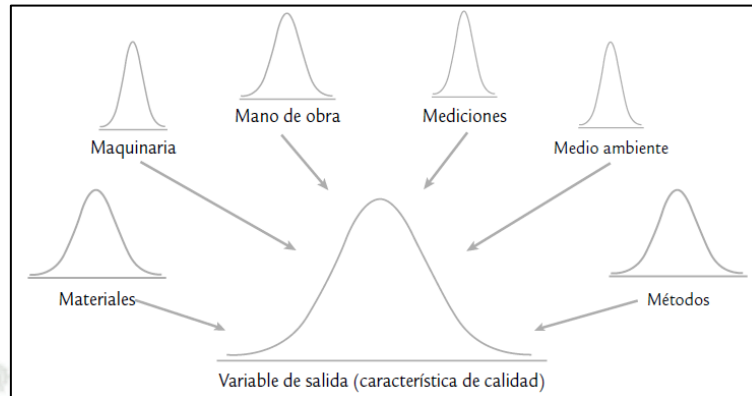
La estadística no solo es una colección de conceptos y técnicas. Sobre todo es una forma de razonar. Razonar en situaciones de variabilidad e incertidumbre para obtener información que guíe la toma de decisiones a partir de datos.

La variabilidad es parte de nuestra vida diaria; por ejemplo, el tiempo que tardamos en trasladarnos de nuestra casa al trabajo o escuela es diferente de una día a otro; la temperatura del ambiente es distinta de una hora a otra; lo dulce de una bebida que es preparada en casa es diferente de un día a otro aunque aparentemente se preparó igual, etc. Esta variación que ocurre en nuestra vida también se lleva a cabo en los procesos de las empresas.

Reducir la variación de los procesos es un objetivo clave del control estadístico y de Six Sigma. Por lo tanto, es necesario entender los motivos de la variación, y para ello se parte de que en un proceso (industrial o administrativo) interactúan materiales, máquinas, mano de obra (gente), mediciones, medio ambiente y métodos. Estos seis elementos (las 6 M) determinan de manera global todo proceso y cada uno aporta algo de la variabilidad y de la calidad de la salida del proceso, como se esquematiza en la figura 4.

En los esfuerzos permanentes para mejorar la calidad y la productividad de un proceso, como lo contempla la estrategia Six Sigma, resulta indispensable apoyarse en las técnicas y el pensamiento estadístico, ya que proporcionan metodologías que facilitan la planeación, el análisis y la toma de decisiones a través de:

Figura 4: Variabilidad de un proceso



Fuente: (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2009)

- ✓ Identificar dónde, cómo, cuándo y con qué frecuencia se presentan los problemas (regularidad estadística).
- ✓ Analizar los datos procedentes de las guías clave del negocio a fin de identificar las fuentes de variabilidad, analizar su estabilidad y pronosticar su desempeño.
- ✓ Detectar con rapidez, oportunidad y a bajo costo anomalías en los procesos y sistemas de medición (monitoreo eficaz).
- ✓ Ser objetivos en la planeación y toma de decisiones, y evitar frases como “yo siento”, “yo creo”, “mi experiencia” y el abuso de poder en la toma de decisiones.
- ✓ Expresar los hechos en forma de datos y evaluar de manera objetiva el impacto de acciones de mejora.
- ✓ Enfocarse a los hechos vitales; es decir, a los problemas y causas realmente importantes.

- ✓ Analizar de manera lógica, sistemática y ordenada la búsqueda de mejoras.

2.4. SIX SIGMA

Six Sigma es la estrategia de mejora continua del negocio enfocada al cliente, que busca encontrar y eliminar las causas de errores, defectos y retrasos en los procesos (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2009)

Six Sigma representa una métrica, una filosofía de trabajo y una meta; concluyendo que representa una manera de medir el desempeño de un proceso en cuanto a su nivel de productos o servicios fuera de especificación, mejoramiento continuo de los procesos y productos apoyado en el uso de herramientas estadísticas, además de tener un nivel de clase mundial al no producir servicios o productos defectuosos. (Edgardo, Seis Sigma Metodología y Métrica, 2003)

2.4.1. ANTECEDENTES DEL SIX SIGMA

Six Sigma es una evolución de las teorías sobre calidad de más éxito desarrollado después de la segunda guerra mundial. Especialmente pueden considerarse técnica precursoras directas:

1) *TQM, Total Quality Management o Sistema de Calidad Total*

La Gestión de Calidad Total es una estrategia de gestión orientada a crear conciencia de calidad en todos los procesos organizacionales. Se le denomina «total» porque en ella queda concernida la organización de la empresa globalmente considerada y las personas que trabajan en ella. (Wikipedia, Gestión de la Calidad Total)

2) *SPC, Statistical Process Control o Control Estadístico de Procesos*

Los gráficos de control, basándose en técnicas estadísticas, permiten usar criterios objetivos para distinguir variaciones de fondo de eventos de importancia. Recopilando datos de mediciones en diferentes sitios en el proceso, se pueden detectar y corregir variaciones en el proceso que puedan afectar a la calidad del producto o servicio final, reduciendo desechos y evitando que los problemas lleguen al cliente final. Con su énfasis en la detección precoz y prevención de problemas, SPC tiene una clara ventaja frente a los métodos de calidad como inspección, que aplican recursos para detectar y corregir problemas al final del producto o servicio, cuando ya es demasiado tarde. (Wikipedia, Control estadístico de procesos)

3) *Ciclo PDCA de Deming.*

El ciclo PDCA, también conocido como "Círculo de Deming o círculo de Gabo" (de Edwards Deming), es una estrategia de “mejora continua” de la calidad en cuatro pasos, basada en un concepto ideado por Walter A. Shewhart.

También se denomina espiral de mejora continua. Es muy utilizado por los SGC. Las siglas PDCA son el acrónimo de Plan, Do, Check, Act (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar).

(Anónimo, La técnica del Six Sigma para la mejora de la calidad)

2.4.2. ¿QUÉ ES SIGMA?

Sigma es un concepto estadístico que representa cuanta variación hay en un proceso respecto a los requerimientos del cliente. Sigma es un término estadístico que se refiere a la desviación estándar de un proceso en relación con la media. En un proceso normal 99.73% de valores caen dentro de ± 3 y 99.99966% dentro de ± 4.5 .

- 0 – 2 sigmas, dificultades para cumplir especificaciones
- 2 – 4.5 sigmas, se cumple la mayoría de especificaciones
- 4.5 – 6 sigmas, cumplimiento total a requerimientos. Un proceso 6 sigma tiene rendimiento del 99.9997%

2.4.3. INSTRUMENTO DE MEDIDA DE LA CALIDAD

Para medir la calidad hay que expresar la calidad en cifras y actuar en función de los valores medidos, estos dos principios tan simples dan lugar a una metodología de mejora continua de la calidad.

Para establecer una sistemática Six Sigma es necesario que se establezcan unos ciertos parámetros de medida cuyo conjunto aportará el valor sigma de los procesos, productos, proveedores, talleres, departamentos etc. Es de gran utilidad expresar estos valores en una gráfica en función del tiempo.

Cada uno de los parámetros que vayamos a medir puede implicar una o varias oportunidades, por ello expresamos los defectos por millón de oportunidades de la forma:

$$DPMO = \frac{10^6 \times \text{Número de defectos}}{\text{Número de unidades} \times \text{Número de oportunidades}}$$

Dónde:

- Número de defectos, es la cantidad de unidades o no conformidades fuera de especificación encontradas en una cierta cantidad de unidades tomadas como muestra.
- Número de unidades, es la cantidad de piezas o elementos de muestra producidos.
- Número de oportunidades, es la cantidad de defectos posible dentro de una misma pieza o unidad.

El Six Sigma es una metodología que sirve para reducir la variabilidad en los procesos, productos y servicios cuyo objetivo es tener máximo 3.4 defectos o errores en cada millón de oportunidades. Una oportunidad está representada por la inspección de alguna característica del producto, tal como

una dimensión o una cualidad que pudiera ser encontrada fuera de especificaciones y representar un defecto o error.

Así pues, técnicamente, calidad Six Sigma equivale a un nivel de calidad con menos de 0,0000034 defectos por oportunidad (3,4 defectos por millón de oportunidades). Desafortunadamente, no hay una regla, inmediata, sencilla y fácil para alcanzar tal nivel de calidad. Six Sigma es una metodología que ayudara a alcanzar tal objetivo. Obtener 3,4 defectos en un millón de oportunidades es una meta bastante ambiciosa pero lograble.

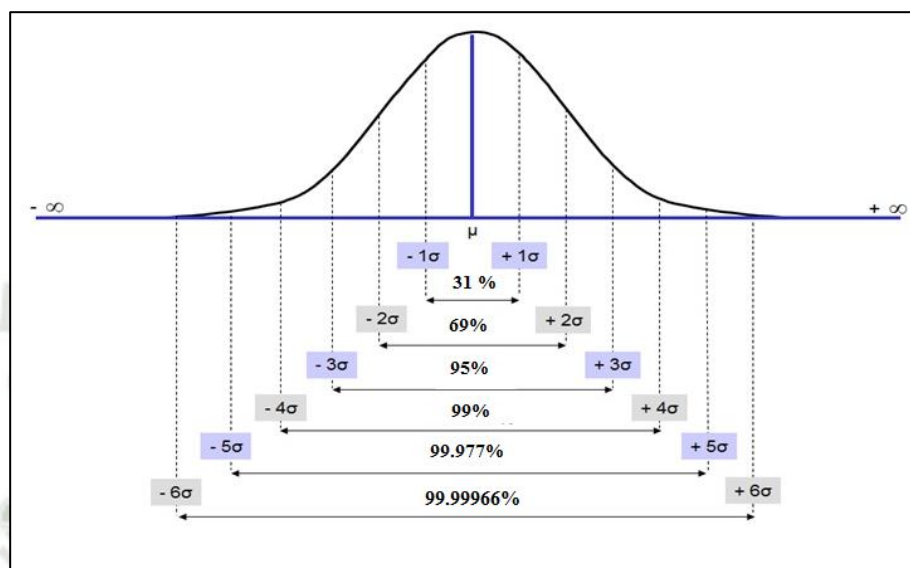
Se puede clasificar la “eficiencia de un proceso” en base a su nivel de sigma, como se muestra en la tabla 1 y figura 5.

Tabla1: Métrica Sigma

SIGMA	DPMO	EFICIENCIA
1	690.000	31%
2	308.538	69%
3	66.807	95%
4	6.21	99%
5	233	99.977%
6	3.4	99.99966%

Fuente: (Almazán Dávila)

Figura 5: Nivel de sigma



Fuente: (Almazán Dávila)

2.4.4. METODOLOGÍA SIX SIGMA

La metodología fue desarrollada por Motorola en la década de los años 1980. El ingeniero Bill Smith estudió y reportó que si un producto fallaba durante la producción y se reparaba, otros defectos quedaban ocultos y se presentaban cuando el cliente usaba el producto, ocasionando quejas y reclamaciones. Por otra parte, si el producto no fallaba durante la producción, tampoco fallaba con el cliente. Éste fue el fundamento básico que motivó el desarrollo de procesos muy capaces que no generaban productos defectuosos, con ayuda de métodos estadísticos desarrollados desde la década de los años 1920 y otros métodos especiales conformados en una metodología denominada Six Sigma, misma que le

permitió a Motorola obtener reducciones de costo incremento en utilidades significativas.

La metodología Six Sigma estudia un problema real apoyándose en métodos estadísticos, se realizan análisis estadísticos para identificar las fuentes de variabilidad, se identifican estadísticamente las variables que tienen más influencia en la variabilidad de los procesos y los niveles en que el desempeño es óptimo, al final se monitorean las variables críticas y se mantiene el proceso en control estadístico.

El método Six Sigma, conocido como DMAMC, consiste en la aplicación, de un proceso estructurado en cinco fases, las cuales se describirán a continuación:

I. DEFINIR

En la etapa de definición se enfoca el proyecto, se delimitan y se sientan las bases para su éxito. Por ello al finalizar esta fase se debe tener claro el objetivo del proyecto, la forma de medir su éxito, su alcance y los beneficios potenciales.

II. MEDIR

El objetivo general de esta segunda fase es entender y cuantificar mejor la magnitud del problema o situación que se aborda con el proyecto. Por ello, el proceso se define a un nivel más detallado para entender el flujo del trabajo, los puntos de decisión y los detalles de su funcionamiento; asimismo, se establecen con mayor detalle las métricas con las que se

evaluará el éxito del proyecto. Además se analiza y valida el sistema de medición así como la evaluación de la capacidad del proceso. Las herramientas de mayor utilidad en esta etapa son: mapeo de procesos a un nivel detallado, métodos para realizar estudios de repetibilidad y reproducibilidad y otras técnicas estadísticas, como herramientas básicas, capacidad de proceso, AMEF y métricas Seis Sigma.

III. ANALIZAR

La meta de esta fase es identificar la(s) causa(s) raíz del problema, entender cómo es que éstas generan el problema y confirmar las causas con datos. Entonces, se trata de entender cómo y por qué se genera el problema, buscando llegar hasta las causas más profundas y confirmarlas con datos. Las herramientas de utilidad en esta fase son muy variadas, por ejemplo lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, Pareto de segundo nivel, estratificación, cartas de control, mapeo de procesos, los cinco por qué, despliegue de la función de calidad para relacionar variables de entrada con variables de salida, diseño de experimentos, prueba de hipótesis, diagrama de dispersión, entre otras.

IV. MEJORAR

El objetivo de esta etapa es proponer e implementar soluciones que atiendan las causas raíz; es decir, asegurarse de que se corrige o reduce el problema. Es recomendable generar diferentes alternativas de solución que

atiendan las diversas causas, apoyándose en algunas de las siguientes herramientas: lluvia de ideas, técnicas de creatividad, hojas de verificación, diseño de experimentos, poka-yoke, etc. La clave es pensar en soluciones que ataquen la fuente del problema (causas) y no el efecto. Una vez que se generan diferentes alternativas de solución es importante evaluarlas mediante una matriz que refleje los diferentes criterios o prioridades sobre los que se debe tomar la solución.

V. CONTROLAR

Una vez que las mejoras deseadas han sido alcanzadas, en esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logrados y se cierra el proyecto. Muchas veces esta etapa es la más dolorosa o difícil, puesto que se trata de que los cambios realizados para evaluar las acciones de mejora se vuelvan permanentes, se institucionalicen y generalicen. Esto implica la participación y adaptación a los cambios de toda la gente involucrada en el proceso, por lo que se pueden presentar resistencias y complicaciones. Al final de cuentas, el reto de la etapa de control es que las mejoras soporten la prueba del tiempo. En este sentido es necesario establecer un sistema de control para:

- Prevenir que los problemas que tenía el proceso no se vuelvan a repetir (mantener las ganancias).
- Impedir que las mejoras y conocimiento obtenido se olviden.

- Mantener el desempeño del proceso.
- Alentar la mejora continua.

2.4.5. RESULTADOS DE SIX SIGMA

Dentro de los beneficios obtenidos por la implementación del Six Sigma podemos mencionar las siguientes:

- Reducciones de costo
- Incremento de participación de mercado
- Reducción de defectos
- Mejoras en la productividad
- Mejora en la satisfacción del cliente
- Reducciones de tiempos de ciclo
- Cambios culturales

2.4.6. RAZONES POR LA QUE FUNCIONA SIX SIGMA

Son muchas las razones por lo que esta metodología se ha vuelto una de las más utilizadas a nivel mundial, a continuación se listan algunas:

- Resultados en las utilidades.
- Involucramiento de la dirección.
- Un método disciplinado utilizado (DMAIC).

- Conclusión de proyectos en 3 a 6 meses.
- Medición del éxito clara.
- Infraestructura de personal entrenado (black belts, green belts).
- Enfoque al proceso y al cliente.
- Métodos estadísticos utilizados adecuados.

2.4.7. INFRAESTRUCTURA DE APOYO A SIX SIGMA

Dicha infraestructura está compuesta por:

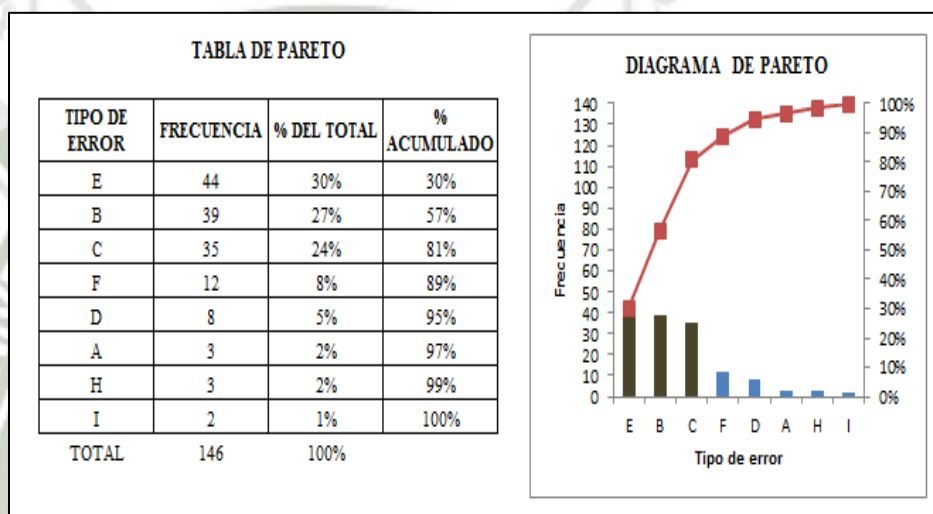
- **Champions**, directivos de alto nivel que facilitan los recursos.
- **Black belts**, promotores de proyectos de mejora, instructores del personal de la empresa, apoyo al personal en proyectos locales, identifica oportunidades de mejora, influye y aboga en el uso de herramientas y estrategia Six Sigma.
- **Green Belts**, aquellos líderes de proyecto en su área.
- **Project Team Members**, miembros de equipos de proyectos, deben tener un entrenamiento básico en la metodología Six Sigma.

2.4.8. HERRAMIENTAS DE CALIDAD

- a) **DIAGRAMA DE PARETO:** consiste en una gráfica de barras ordenadas de mayor a menor, donde cada barra representa el peso

que tiene cada uno de los factores que se analizan. El objetivo del diagrama de Pareto es presentar información de manera que facilite la rápida visualización de los factores con mayor peso, para reducir su influencia en primer lugar (Wikipedia). A continuación se muestra un ejemplo de dicha herramienta (véase figura 6).

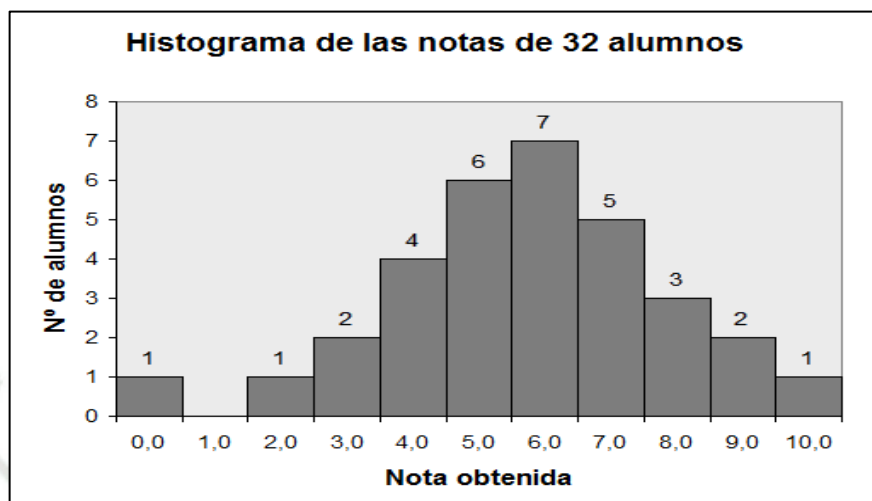
Figura 6: Ejemplo de Diagrama de Pareto



Elaboración propia

b) HISTOGRAMA: es una gráfica de barras que muestra la repartición de un grupo de datos. Su objetivo es visualizar la dispersión, el centrado y la forma de un grupo de datos (Wikipedia). (véase figura 7).

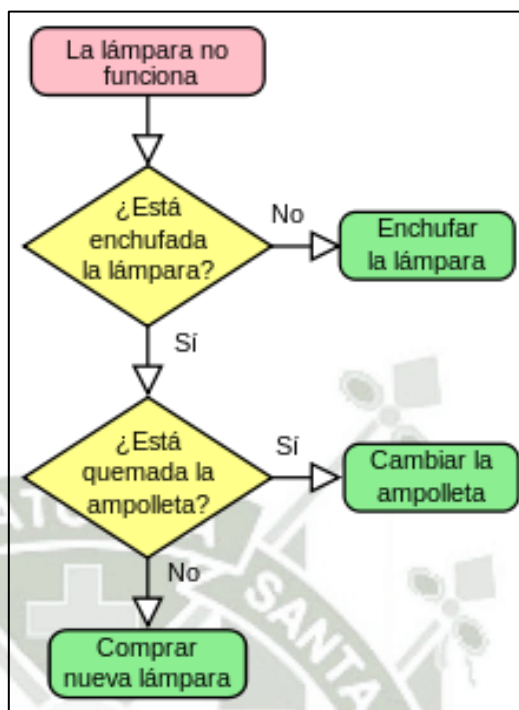
Figura 7: Ejemplo de Histograma



Fuente: (Guillermo, 2010)

c) DIAGRAMA DE FLUJO: Es una representación gráfica de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso, que incluye transportes, inspecciones, esperas, almacenamientos y actividades de retrabado o reproceso. Por medio de este diagrama es posible ver en qué consiste el proceso y cómo se relacionan las diferentes actividades; asimismo, es de utilidad para analizar y mejorar el proceso (Wikipedia). (véase figura 8).

Figura 8: Ejemplo de Diagrama de Flujo



Fuente: (Wikipedia, Diagrama de Flujo)

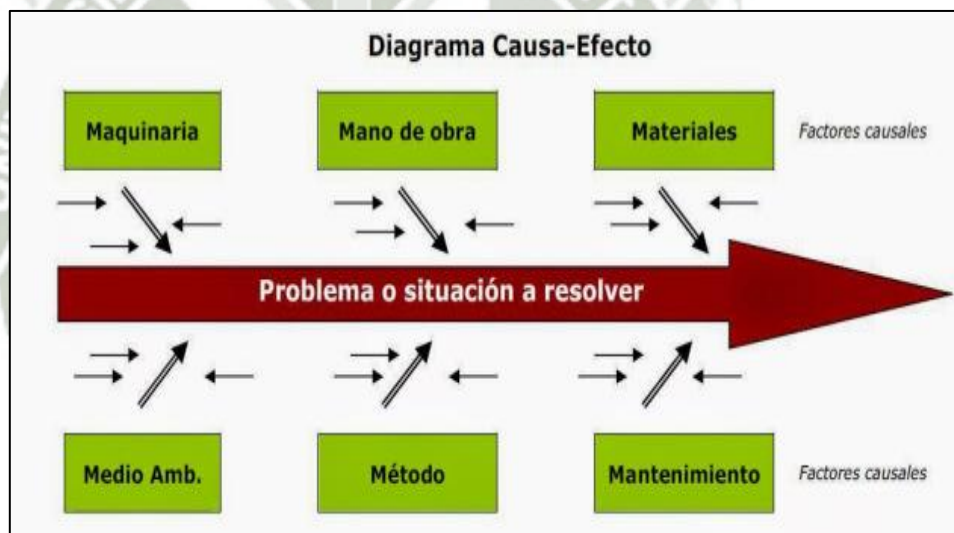
d) DIAGRAMA DE ISHIKAWA: es un esquema que muestra las posibles causas clasificadas de un problema. El objetivo de este tipo de diagrama es encontrar las posibles causas de un problema. En un proceso de manufactura el diagrama de Ishikawa puede estar relacionado con uno o más de los factores que intervienen en cualquier proceso de producción. (Wikipedia)

- Métodos, procedimientos para usar en la realización de las actividades.

- Mano de obra, la gente que realiza las actividades.
- Materia prima, el material que se usa para producir.
- Medición, los instrumentos empleados para evaluar procesos y productos.
- Medio, las condiciones del lugar de trabajo.
- Maquinaria y equipo, los equipos y periféricos usados para producir.

Para su construcción ver la figura 9.

Figura 9: Ejemplo de Diagrama de Ishikawa



Fuente: (Albert, 2014)

e) VOZ DEL CLIENTE: es una herramienta que sirve para alinear todas las actividades de la organización hacia la satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes. Con ella se busca mejorar la coordinación interna, reducir los procesos ineficientes y,

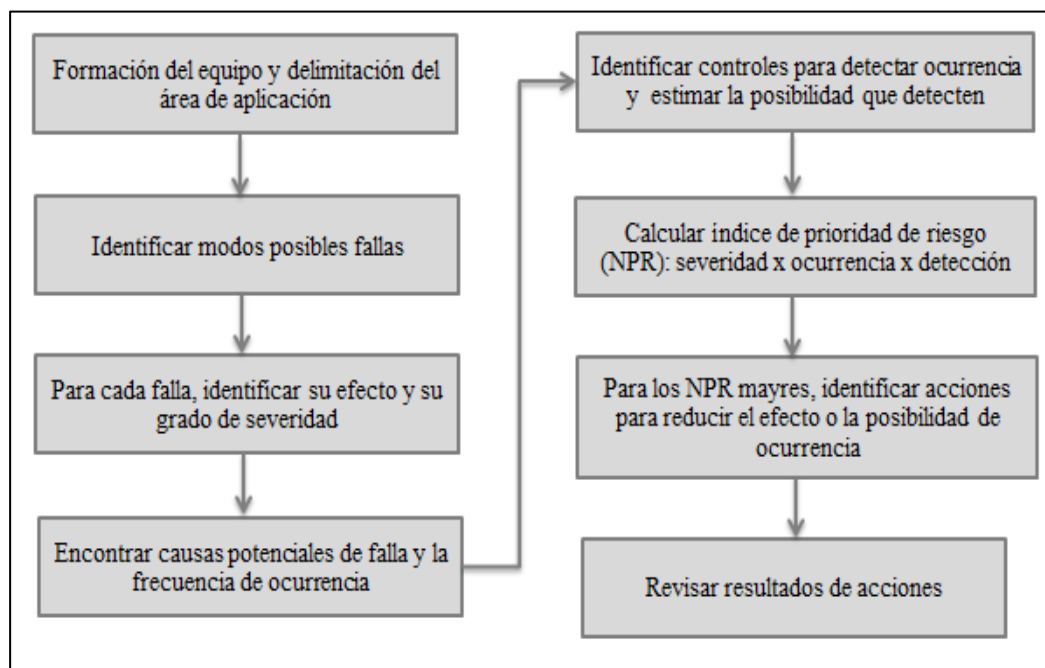
en definitiva, aumentar la rentabilidad y la fidelización de los clientes. Para escuchar la voz del cliente se utilizan en general enfoques cuantitativos (encuestas de valoración...), cualitativos (sugerencias, comentarios,...), técnicas de investigación (entrevistas,...) y análisis de los “momentos de la verdad”. (Anónimo, La voz del cliente)

f) AMEF: La metodología del análisis de modo y efecto de las fallas permite identificar, caracterizar y asignar una prioridad a las fallas potenciales de un proceso o producto. Los principales objetivos del AMEF son:

- 1) Identificación de los modos de fallas potenciales y conocidas.
- 2) Identificar las causas y efectos de cada nodo de falla.
- 3) Priorizar los modos de falla identificados

A continuación se presenta un esquema general de actividades para realizar un AMEF: (Figura 10)

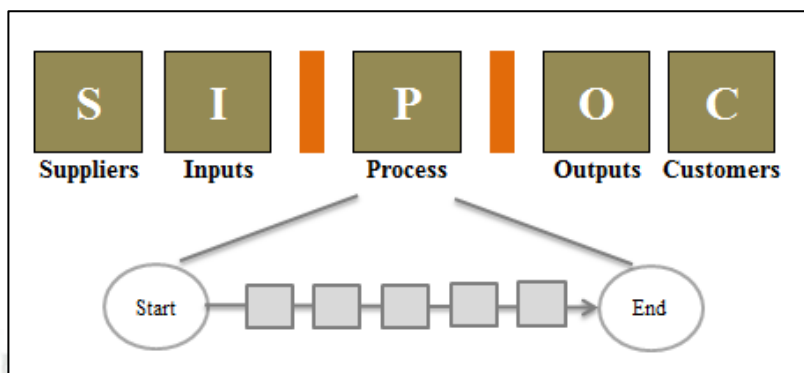
Figura 10: Actividades para realizar un AMEF



Fuente: (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2009)

g) DIAGRAMA SIPOC: Este diagrama de proceso tiene el objetivo de analizar el proceso y su entorno. Para ello se identifican los proveedores (S), las entradas (I), el proceso mismo (P), las salidas (O) y los usuarios (C) (Wikipedia). (véase figura 11)

Figura 11: Diagrama SIPOC



Elaboración propia

h) HOJA DE VERIFICACIÓN: es un formato construido para coleccionar datos, de forma que su registro sea sencillo, sistemático y que sea fácil analizarlos. Algunas de las situaciones en las que resulta de utilidad obtener datos a través de las hojas de verificación son las siguientes:

- Describir el desempeño o los resultados de un proceso.
- Clasificar las fallas, quejas o defectos detectados, con el propósito de identificar sus magnitudes, razones, tipos de fallas, áreas de donde proceden, etcétera.
- Confirmar posibles causas de problemas de calidad.
- Analizar o verificar operaciones y evaluar el efecto de los planes de mejora. (Véase figura 12)

Figura 12: Ejemplo de Hoja de verificación

Ejemplo:
Hoja de registro
Empresa:
Área:

Departamento:
Fecha:

		Piezas defectuosas										
	Día	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	Frecuencia
	1	X										5
Límite inferior	2	X	X									10
	3	X	X	X								15
	4	X	X	X	X							20
Estándar	5	X	X	X	X	X	X					30
	6	X	X	X	X	X	X	X				40
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X		50
	8	X	X	X	X	X	X					30
Límite superior	9	X	X	X								15
	10	X	X									10
	11	X										5
											Total:	230

Fuente: (Beatriz)

i) LLUVIA DE IDEAS: Es una forma de pensamiento creativo encaminado a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre un tema (Wikipedia). (véase figura 13)

Figura 13: Ejemplo de Lluvia de ideas



Fuente: (Paul, 2013)

j) GRÁFICAS DE CONTROL POR VARIABLE: A una característica de la calidad que se mide en una escala numérica se le llama variable. Las cartas de control para variables son herramientas cuyo objetivo es controlar estadísticamente un proceso, detectando cuándo está fuera de control. Las cartas de control más comunes son las Cartas de Shewhart. Examinando el proceso a ser controlado, se toman m muestras a intervalos regulares. De cada muestra se mide una o varias variables; las muestras correspondientes a un mismo intervalo constituyen un subgrupo. Los intervalos pueden definirse en términos de unidades de tiempo o de cantidad. Los valores medidos se comparan con los límites calculados. Los límites más comunes son los Límites de Tolerancia Natural (LTN) del proceso: límites entre los que se mueve el proceso de manera natural. Se utilizan como Límites de Control (LIC, LSC) paralelos a la línea central representativa del valor medio. (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2009)

k) GRÁFICAS DE CONTROL POR ATRIBUTO: se utilizan cuando la característica de calidad no puede ser cuantificada; sólo puede indicarse si ella está conforme o no con ciertas especificaciones (defectuoso – no defectuoso; conforme – no conforme). Así, se determina el número o porcentaje de unidades

defectuosas en la muestra. Las cartas de control por atributo tienen gran aplicación en las actividades relacionadas con servicios y con mejoramiento de procesos fuera de la manufactura; pueden clasificarse como se indica en la Tabla 2:

Tabla 2: Cartas de control por atributos

Carta	Características
Carta p	Fracción disconforme de unidades en una muestra de n unidades
Carta np	Número de disconformidades
Carta c	Número total de disconformidades por unidad
Carta u	Número promedio de disconformidades por unidad

Fuente: (Giampaolo, 2012)

I) CAPACIDAD DEL PROCESO: una vez que el proceso se encuentra bajo control se procede al cálculo de la capacidad del proceso. Definiendo al *índice de capacidad potencial* como que representa una comparación de anchos, sin tomar en cuenta la ubicación del proceso. Indica el número de veces que el proceso “cabe” dentro de la especificación. (véase figura 14)

Figura 14: Fórmula para la capacidad del proceso

$$ICP = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

Donde:

ICP= Índice de capacidad del proceso

LSE= Límite superior especificado

LIE= Límite inferior especificado

σ = Desviación estándar de los datos individuales

Fuente: (Edgardo, Seis Sigma Metodología y Técnicas, 2003)

m) DISEÑO DE EXPERIMENTOS: puede definirse como un conjunto de técnicas estadísticas usadas para planear experimentos y analizar sus resultados, de manera ordenada y eficiente. Pyzdek y Keller (2010) aseveran que el diseño estadístico de experimentos, por lo general, implica la variación de dos o más variables de forma simultánea y la obtención de medidas múltiples bajo las mismas condiciones experimentales. Para Bahena y Reyes (2006), los propósitos del diseño de experimentos son:

- Determinar las variables que son de mayor influencia a la salida.
- Determinar dónde fijar las entradas para producir la salida al nivel deseado.

- Determinar dónde fijar las entradas de mayor influencia para reducir la variabilidad en la salida.
- Determinar dónde fijar las entradas controlables para que los efectos de
- Encontrar la ecuación $y = f(x)$ para optimizar el proceso.

Por ello, Bahena y Reyes (2006) concluyen que los métodos de diseño de experimentos pueden utilizarse ya sea para el desarrollo o la mejora de los procesos, para mejorar el desempeño o para obtener un proceso que sea robusto o insensible a fuentes externas de variabilidad.

n) 5'S: esta metodología busca la mejora continua y estandarización de las actividades. Para su implementación se deben seguir de forma correlativa los siguientes pasos:

1. Seiri: *Seleccionar* los elementos que son necesarios o no.
2. Seiton: *Organizar* los elementos identificados de modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.
3. Seiso: *Limpiar*, Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, y en realizar las acciones necesarias

para que no vuelvan a aparecer, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo.

4. Seiketsu: *Estandarizar*, consiste en preservar altos niveles de organización, orden y limpieza.
5. Shitsuke: *Seguimiento* de los cuatro pasos antes descritos con la finalidad de incentivar un hábito en la conducta del trabajador y su constante participación. (Wikipedia, 5S)



CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1. LA ORGANIZACIÓN

La empresa en estudio pertenece al sector textil con más de 6 años de experiencia dedicada a la confección de prendas de vestir, tales como abrigos, ropa deportiva, buzos escolares entre otros, según requerimiento del cliente en la ciudad de Arequipa. La empresa cuenta con una sola planta ubicada en el distrito de Zamácola, Cerro Colorado, en donde se desarrolla todo el proceso de confección, desde la recepción de los materiales hasta el despacho de las prendas terminadas.

3.2. FINES DE LA ORGANIZACIÓN

3.2.1. MISIÓN

Confeccionar prendas de vestir siguiendo las normas de calidad y buenas prácticas de manufactura para satisfacer a una gama de clientes a nivel regional.

3.2.2. VISIÓN

Consolidarnos como una empresa líder en la confección en el mercado nacional, brindándole al cliente la mejor calidad y diseños, adecuándose a sus necesidades y exigencias.

3.3. ENTIDADES PARTICIPANTES EN EL MODELO DEL NEGOCIO

3.3.1. CLIENTES

Los clientes son aquellas empresas, organizaciones y personas que contratan el servicio de confección basados en sus especificaciones y requerimientos. La empresa tiene como a su principal cliente a una de las empresas textiles exportadoras del país pero a la vez también posee a empresas regionales como MAPFRE, clubes, colegios y personas naturales.

3.3.2. PROVEEDORES

Para la línea de confección de abrigos, el cliente es quien le abastece a la empresa los materiales e insumos necesarios para la confección de la producción y para la confección de ropa deportiva, buzos escolares y otros la empresa cuenta con proveedores del centro de la ciudad, tales como: Repuestos Guti E.I.R.L., MaquiPunt E.I.R.L., Servitex, Estampado Peñalva, Surtextil S.R.L, Textil Vásquez, AyA Maquinarias entre otros.

3.3.3. COMPETIDORES

En el sector de la confección, la competencia entre rivales es muy alta. Pueden competir agresivamente en precios así como en otras dimensiones como la calidad, el diseño, la innovación o el marketing.

Entre los competidores principales podemos nombrar a las siguientes empresas: Siray Confecciones S.R.L., ARTE&TEXTIL, JM&L, Actex E.I.R.L, Narevi Alpaca Collection S.R.L., Dica's Textiles del Sur, entre otras.

3.4. INSTALACIONES Y MEDIOS OPERATIVOS

3.4.1. PLANTA

La planta de confección posee una extensión total de $123m^2$ construida con material noble; en donde, encontramos a la línea de producción de abrigos (primera línea de producción), a la línea de ropa deportiva, buzos escolares y otros (segunda línea de producción), las áreas de control de calidad y acabado final (2), mesa de tendido (1), al área administrativa, los almacenes de materiales y productos terminados, así como los servicios higiénicos y un área para desperdicios y mermas (Ver el Anexo N°1: Layout de Distribución de Planta)

3.4.2. TIPO DE DISTRIBUCIÓN

La empresa posee un tipo de distribución por proceso, debido a la variabilidad de la demanda y al requerimiento de la misma maquinaria por la diversidad de sus productos. Algunas de las características de este tipo de distribución de planta se listan a continuación:

- Fabricación de diversos productos.
- Gran flexibilidad para ejecutar los trabajo.
- Alta utilización de maquinaria y equipo.
- Las averías en la maquinaria no interrumpen toda una serie de operaciones.
- Los costos de fabricación pueden mantenerse bajos.
- Exceso de manipulación de material.
- La carga de trabajo de los operarios fluctúa con frecuencia.

3.5. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Las máquinas con las que cuenta la empresa para su proceso de producción son las siguientes:

3.5.1. MÁQUINA RECTA: permite unir, pegar, respuntar y realizar puntadas internas de seguridad con la ayuda de la formación de puntadas enlazadas. La empresa cuenta con un total de 05 máquinas distribuidas en el área de confección, las cuales son utilizadas principalmente para la confección de abrigos.

3.5.2. MÁQUINA RECUBRIDORA: máquina ideal para todo tipo de prenda en tela de punto. Se aplica su uso en polos, buzos, ropa de dama, ropa de bebe, etc. Para hacer las vastas de las prendas y también para la operación

de engarzado. La empresa cuenta con un total de 01 máquina distribuida en la segunda línea de confección.

3.5.3. **MÁQUINA REMALLADORA:** ideal para tela de punto y su aplicación hacia la fabricación de prendas como polos, ropa de niños, ropa de bebés, ropa de damas, ropa interior, etc. El costo beneficio se justifica, es un producto de alta calidad y buen precio. La empresa cuenta con un total de 02 máquinas distribuidas en la segunda línea de confección.

3.5.4. **MÁQUINA CORTADORA:** realiza la operación de corte de la tela, consta de una cuchilla recta que efectúa el corte, usada correctamente es versátil y exacta. La empresa cuenta con 01 máquina de este tipo.

3.5.5. **MESA DE TENDIDO:** la empresa cuenta con 01 mesa de tendido la cual posee un largo de 3.5 metros y 1.2 de ancho. En esta mesa la tela es extendida y cortada de acuerdo a los moldes respectivos por tipo de prenda.

3.5.6. **MÁQUINA DE PLANCHADO:** permite mejorar la presentación final de la prenda confeccionada.

Así mismo se cuenta con diversas herramientas auxiliares que facilitan las diversas actividades del proceso de confección, tales como: tijeras, reglas milimetradas, cintas métricas, moldes, tizas, entre otros.

3.6. MATERIA PRIMA E INSUMOS

3.6.1. MATERIA PRIMA

La materia prima que utiliza la empresa para la confección de su producción se describe a continuación:

- Tela plana: es un tejido formado por medio de dos hilos principales que forman un ángulo de 90° denominados urdiembre y trama. La urdimbre hace referencia al hilo vertical y la trama al hilo horizontal que forma el tejido. Este tipo de tela es utilizado para la elaboración de abrigos.
- Tela de punto: en este caso la tela se conforma de un solo hilo que se va entrelazando y la forma como se teje le otorga una elasticidad mayor que el de las telas planas. Dependiendo del tipo de prenda a confeccionar es que la empresa puede hacer uso de distintos tipos como el algodón 20/1, pique, jersey, dryfit, poliéster, polialgodón, taslan, entre otros.

3.6.2. INSUMOS

Dentro de los insumos más utilizados por la empresa, tenemos:

- Hilo de costura: con la cual se unirán todas las piezas de la prenda, lo podemos encontrar de diferentes materiales, tamaños y colores.
- Cierres: o cremallera, permite la unión de dos partes de una prenda. El tipo y tamaño del cierre dependerá de las especificaciones del modelo.
- Cuero: utilizado como aplicación en una parte de la prenda o como accesorio; por lo general, es suministrada por el cliente.
- Botones: su variedad en tamaños, colores, material y ubicación dependerá exclusivamente de las especificaciones del cliente.
- Etiquetas: pueden ser del tipo de talla de la prenda o de aquella donde se coloca la marca de la empresa. Va adherida a la prenda confeccionada según especificaciones.
- Broches: insumo usado para unión de dos piezas o como adorno de la prenda confeccionada. De igual manera, su ubicación dependerá de las especificaciones correspondientes.
- Elástico: utilizado para dar forma y elasticidad a alguna parte específica de la prenda; por ejemplo, en un pantalón de buzo es utilizado en la cintura.

- Bolsas plásticas: empleado para empaquetar a la prenda terminada adecuadamente y protegerla de cualquier superficie sucia. Las dimensiones varían de acuerdo al tamaño de la prenda.

3.7. RECURSOS HUMANOS

La empresa está dirigida por los dueños (02), quienes asumen la responsabilidad de dirigir y organizar todo el proceso productivo desde el abastecimiento de los materiales e insumos hasta la venta de las prendas confeccionadas. Así mismo, cuenta con siete (07) operarios de confección, los cuales se rigen a las especificaciones del cliente por medio de las fichas técnicas por tipo de producto o por requerimientos específicos. Cabe especificar que cinco (05) operarios son designados a la primera línea de producción; es decir, a la producción de abrigos y los dos (02) restantes a la segunda línea de producción. El horario establecido de trabajo es de lunes a viernes de 8:00 a.m. hasta las 5:45 p.m. y los sábados de 9:00 a.m. hasta las 12:00 pm, contando con 45 minutos de refrigerio.

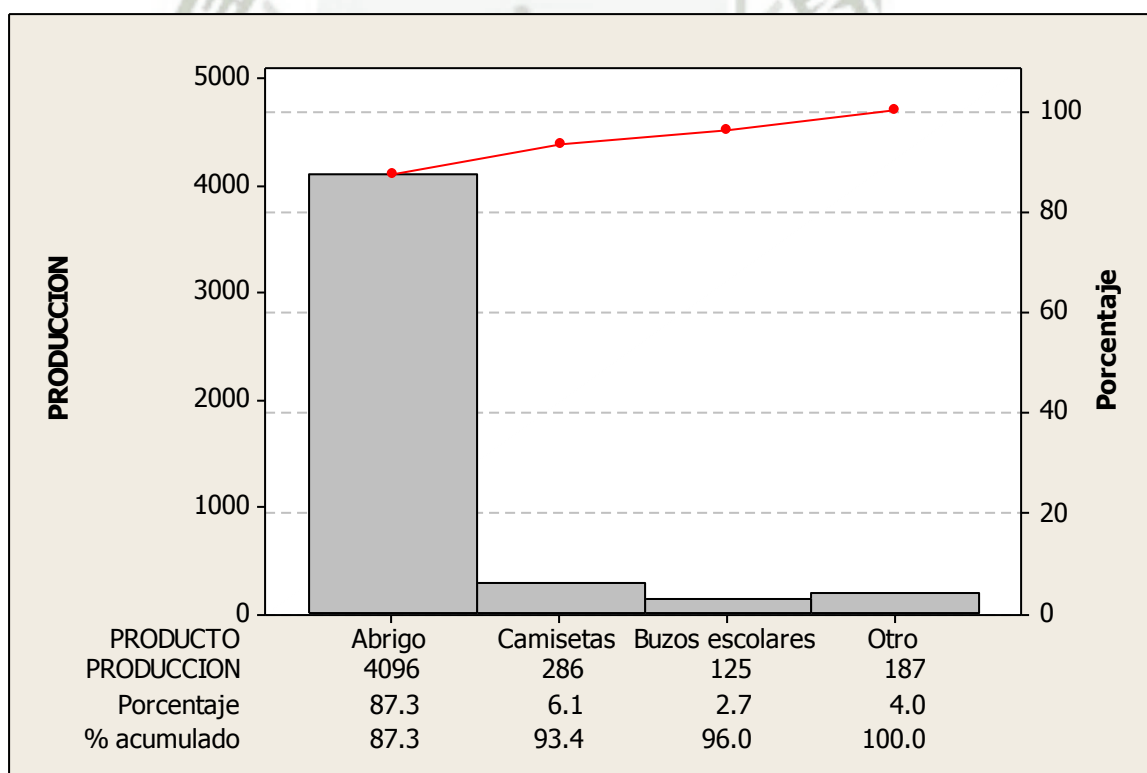
3.8. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La estructura orgánica administrativa es lineal, organizada por departamentos de acuerdo a centros de responsabilidades que existen. A la cabeza del organigrama se encuentra la Gerencia General, seguido del área de Abastecimientos, Producción y el área de Ventas. Cuenta también con una asesoría externa de Contabilidad, quienes realizan las actividades correspondientes para conocer los resultados de la gestión empresarial (ver el Anexo N°2: Organigrama de la Organización)

3.9. EL PRODUCTO

Esta empresa confecciona de acuerdo a dos líneas de producción; la primera de ellas es la confección de abrigos y la segunda línea es la confección de buzos escolares, camisetas, poleras, chalecos entre otros. Según el análisis realizado de las ventas desarrolladas desde el mes de Junio del año 2014 hasta el mes de Marzo del año 2015, el producto que representa más del 80% de la producción y ventas, como se observa en las figuras 15 y 16, es el abrigo por lo que será éste el producto del cual se desarrollará este presente estudio.

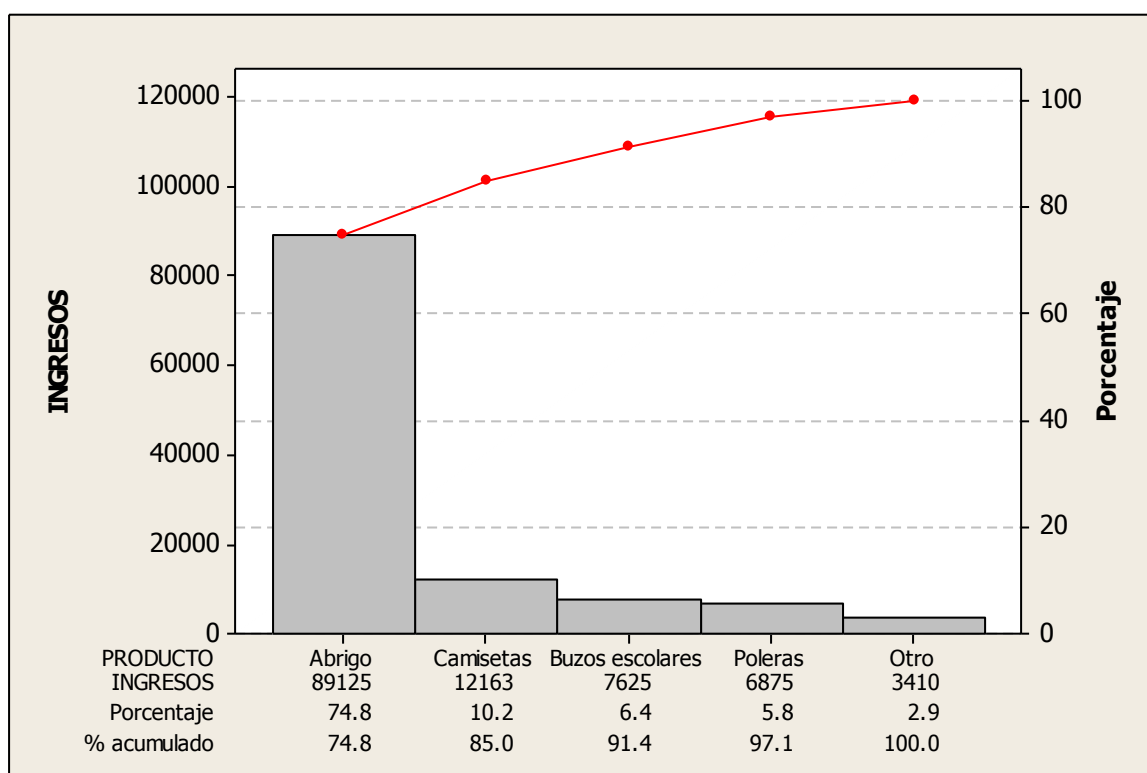
Figura 15: Diagrama de Pareto de Producción por tipo de producto
(Junio 2014-Marzo2015)



Fuente: (Empresa, 2015)
Elaboración propia

Figura 16: Diagrama de Pareto de Ingresos por tipo de producto

(Junio 2014-Marzo2015)



Fuente: (Empresa, 2015)
Elaboración propia

3.10.CONTROL DE CALIDAD

De acuerdo con la política del cliente el control de calidad se realiza siguiendo el método de inspección al 100% donde las prendas son inspeccionadas en su totalidad y las fallas o defectos encontrados son descritos en la “Tarjeta de Inspección” junto con otra información como el modelo, el nombre del inspector, componente, etc. (ver Anexo N°3: Formato de tarjeta de inspección) y revisados las veces necesarias hasta aprobar completamente el producto abrigo.

CAPÍTULO IV: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA

4.1. ETAPA DEFINIR

En esta fase se define el alcance y objetivo del proyecto de mejora con el fin de obtener un adecuado control de la calidad. Se definirá los CTQ'S (Critico para la calidad) basándonos en la voz del cliente (VOC), el impacto que tiene para la empresa la realización del proyecto, las metas y ahorros financieros esperados.

4.1.1. IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

Se debe identificar cuáles son los clientes a los cuales el proceso impacta directamente; así pues, cabe diferenciar a los clientes internos y externos, los primeros son aquellas personas dentro de la empresa que reciben de otros algunos productos o servicio y los segundos son todos aquellos a la que la empresa provee un producto o servicio.

Entonces, tomando en cuenta estas definiciones, podemos identificar al cliente como aquel externo a la que la empresa brinda el servicio de confección del producto abrigo.

4.1.2. IDENTIFICACIÓN DE CTQ's

Para poder determinar los CTQ, debemos conocer primero la voz del cliente externo (VOC); es decir, lo que espera el cliente acerca del servicio de

confección ofrecido y está dada por la queja constante de una gran cantidad de producto defectuoso que suele identificarse en el área de confección así como la impuntualidad en la entrega de la producción a tiempo.

Por tal motivo, es que se ha realizado un levantamiento de información en el área de confección junto con las encargadas de realizar el control de calidad a las prendas confeccionadas, en los meses de Abril, Mayo y Junio del año 2015, para identificar y determinar las principales características específicas del producto abrigo que son determinantes para la satisfacción del cliente.

4.1.2.1. TIPOS DE DEFECTOS FRECUENTES

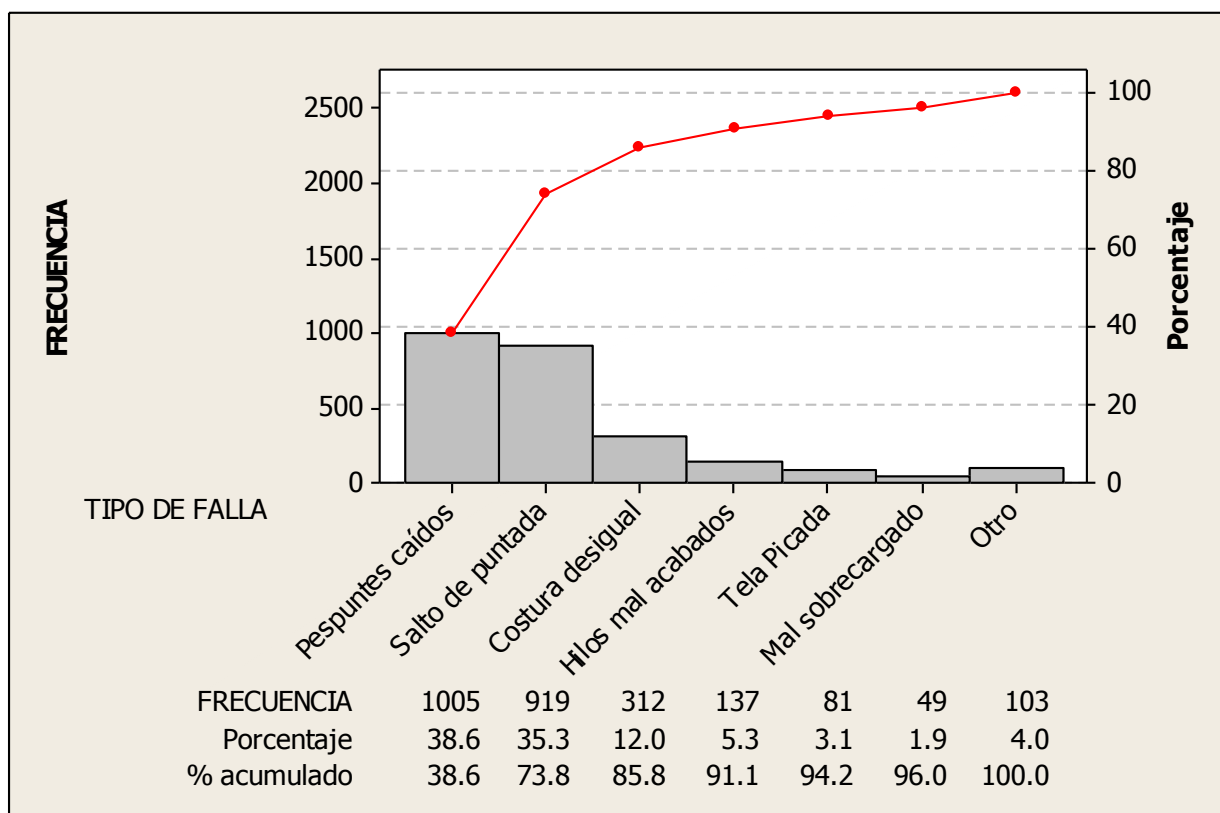
Las fallas o defectos principales que se presentan con más frecuencia en el producto abrigo se pueden observar en las figura 17.

4.1.2.2. TIPOS DE DEFECTOS CON MAYOR TIEMPO DE REPROCESO

Las fallas o defectos principales que presentan una mayor inversión de tiempo para poder corregirlos y producir prendas de calidad se pueden observar en las figura 18.

Figura 17: Diagrama de Pareto Frecuencia de Tipos de Defectos

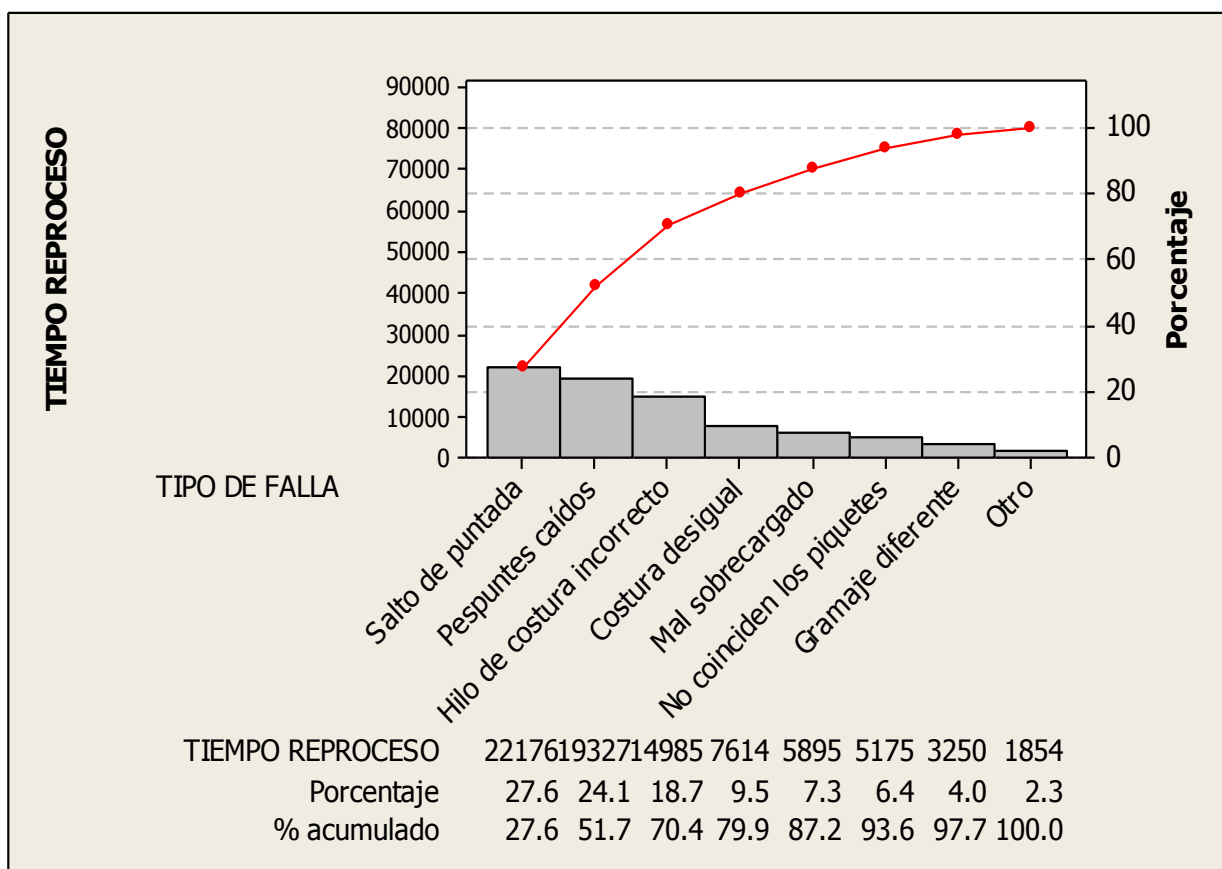
(Abril 2015-Junio 2015)



Fuente: (Empresa, 2015)
Elaboración propia

De la figura 17 se puede observar que los defectos con mayor frecuencia en este periodo de evaluación son los pespunte caídos, salto de puntada y las costuras desiguales.

Figura 18: Diagrama de Pareto de Tipos de Defectos con Mayor Tiempo de Reproceso (Abril 2015-Junio 2015)



Fuente: (Empresa, 2015)
Elaboración propia

De la figura 18 se puede observar que los defectos con mayor tiempo de reproceso en este periodo de evaluación son salto de puntada, los pespunte caídos, hilo de costura incorrecto y las costuras desiguales.

Por lo tanto, los principales defectos del producto abrigo serian: salto de puntada, pespunte caídos, hilos de costura incorrectos y costura desigual,

considerando la información anterior. A continuación se describe cada uno de estos tipos de defectos encontrados:

- Salto de puntada: ocurre cuando la longitud de la puntada es inconsistente, luce posiblemente el doble del largor de la puntada normal; o donde se puede ver que el hilo de la puntada no está conectado apropiadamente.
- Pespunte caídos: se manifiesta cuando la costura se encuentra al borde de la tela distorsionando de tal forma al ancho adecuado.
- Costura desigual: cuando la costura no luce uniforme después de la confección propiamente dicha.
- Hilo de costura incorrecto: se presenta cuando en la confección de la prenda se usa un hilo de costura de otro color o tonalidad a la que aprobada.

4.1.2.3. LEAD TIME DE ENTREGA DE LA PRODUCCIÓN

Los días de atraso ocurridos por cada orden de producción se detallan a continuación:

Tabla 3: Lead time de entrega de Producción

(Abril 2015-Junio 2015)

MES	PRODUCCIÓN (unidades)	FECHA DE INICIO DE PRODUCCIÓN	FECHA DE ENTREGA PROYECTADA	FECHA DE ENTREGA REAL	LEAD TIME DE ENTREGA
ABRIL	135	01-abr	07-abr	10-abr	3
ABRIL	180	15-ene	22-abr	24-abr	2
ABRIL	75	23-abr	28-abr	30-abr	2
MAYO	70	01-may	05-may	05-may	0
MAYO	107	06-may	09-may	12-may	3
MAYO	102	11-may	15-may	19-may	4
MAYO	125	18-may	22-may	27-may	5
MAYO	172	25-may	01-jun	05-jun	4
JUNIO	232	02-jun	11-jun	15-jun	4
JUNIO	102	12-jun	17-jun	22-jun	5
JUNIO	106	18-jun	23-jun	26-jun	3
JUNIO	180	24-jun	01-jul	03-jul	2

Fuente: (Empresa, 2015)
Elaboración propia

Se puede observar en la Tabla 3 que en estos tres meses de análisis, el tiempo total de retraso en la entrega de la producción es de 37 días, reflejando de cierta manera la ineficiencia del proceso productivo de la empresa en estudio.

4.1.3. EL CUADRO DEL PROYECTO

La tabla 4 nos muestra el cuadro resumen del proyecto:

Tabla 4: Resumen del Proyecto

PROYECTO	Mejorar la calidad de una empresa de confecciones aplicando la metodología Six Sigma.
DEFINICIÓN	Una cierta cantidad de prendas de abrigo se reprocesan por no cumplir con las especificaciones de calidad requeridas por el cliente, lo que representa un impacto anualizado de S/. 21,407.00 en gastos de mano de obra siendo éste el 16% de los ingresos anuales para la empresa y se deja de producir 2,972 prendas a un precio de venta de S/. 20.00 cada uno. Así mismo, se identificó que un 90% de las órdenes de trabajo no se confeccionan a tiempo con un retraso en promedio de 3 días, lo cual perjudica notablemente en la imagen y rendimiento de la empresa.
OBJETIVO	Reducir el alto nivel de productos con defectos y disminuir el incumplimiento con la entrega de la producción.
METAS	Reducir al menos un 35% los productos defectuosos y disminuir a 1 día el retraso de la entrega de la producción.
AHORRO	Se espera lograr un ahorro anualizado mínimo de S/. 7,500.00 en gastos de mano de obra, lo que equivale reducir a 10% en los ingresos anuales.
EQUIPO DE TRABAJO	Person in Charge
	Gerencia General
	Encargadas de Control de Calidad
	Operarios
ALCANCE	El proyecto abarca desde la recepción de la orden de trabajo hasta la entrega de la producción al cliente.
DURACIÓN	Periodo de tiempo desde Agosto hasta Diciembre del año 2015

Fuente: (Empresa, 2015)
Elaboración propia

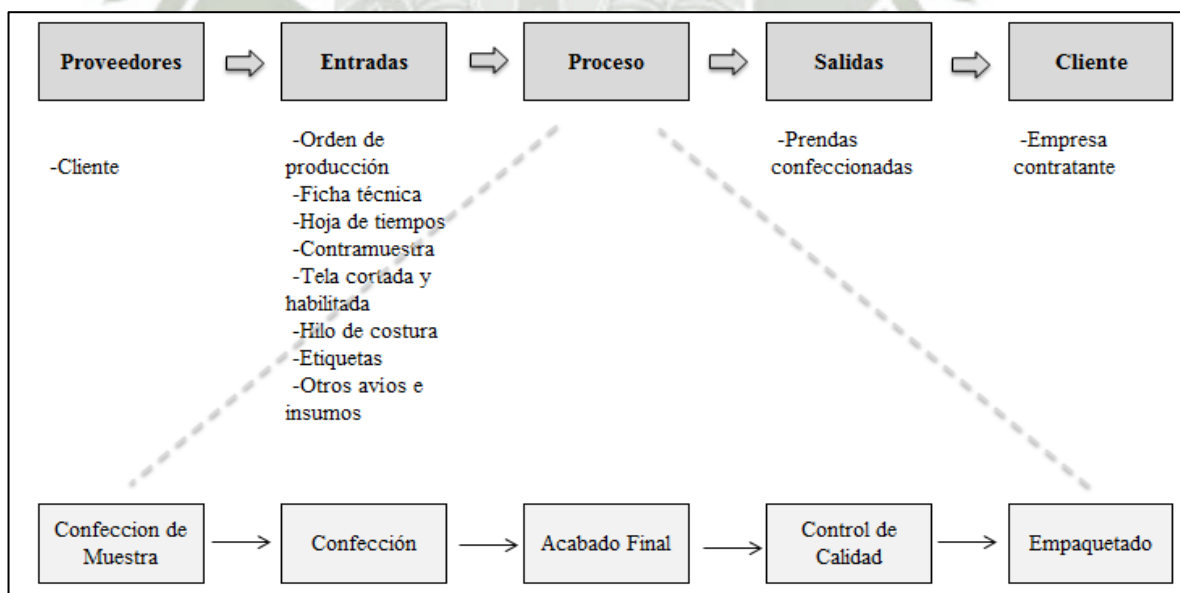
4.2. ETAPA MEDIR

Esta fase tiene como objetivos describir el proceso y evaluar los sistemas de medición de la empresa para conocer la capacidad y estabilidad actual del proceso.

4.2.1. PROCESO PRODUCTIVO

Para describir el proceso productivo se utilizó el diagrama SIPOC (Ver Figura 19), con el cual se observa una visión general del proceso, identificando a los proveedores, insumos o entradas, los subprocesos relevantes, las salidas, los clientes y sus requerimientos.

Figura 19: Diagrama SIPOC del Proceso Productivo



Fuente: (Empresa, 2015)

Elaboración propia

a) FACTORES CONTROLABLES Y CRÍTICOS

Los factores controlables son aquellos en los que se posee control y que están en las manos de la empresa su oportuna modificación y son críticos porque además son herramientas diseñadas para asegurar que los objetivos de la empresa se logren.

- **Estado de la máquina de costura:** es el estado de conservación de los elementos que componen la máquina recta, tales como el guía hilo, aguja, reguladores de tensión, placa de la aguja, porta hilos, regulador de ancho de puntada, entre otros. Es un factor importante ya que depende de su buen uso y mantenimiento preventivo para que la maquinaria proporcione un servicio de calidad.
- **Experiencia de los operarios:** es el grado de conocimiento o habilidad que logra el operario en el transcurso de un tiempo y es fundamental ya que a medida que el operario aprende como realizar mejor y más rápido su trabajo logra mejorar su productividad y la estandarización e innovación de los procesos.
- **Limpieza del área de trabajo:** es el grado de orden que presenta el área de trabajo. El orden y la limpieza son responsabilidad de cada uno de los trabajadores y una parte indispensable en la prevención de accidentes.

- **Método de trabajo:** se considera como controlable y crítico ya que se utiliza un procedimiento definido en la hoja de tiempos y ficha técnica para realizar la confección correcta del producto.

b) FACTORES NO CONTROLABLES

Son aquellos que se sabe afectan a los factores controlables pero que no se pueden controlar ya que se encuentran fuera del alcance de la empresa en estudio.

- **Gramaje de la tela:** se define como el peso en gramos por metro cuadrado de la tela que indica su grosor y no se puede modificar de manera directa por la empresa ya que éste dependerá de las características que el cliente requiera para su producto.
- **Tonalidad:** se define como el grado de tonos; en este caso específico, es el cliente quien se encarga de proveer las piezas o componentes del producto por lo que la posible diferencia de tonalidad entre los componentes se debe a un inadecuado proceso de corte.
- **Habilitado:** es la preparación de los componentes cortados que incluye el conteo, pareado, piqueteado y empaquetado propios del cliente.

4.2.2. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN

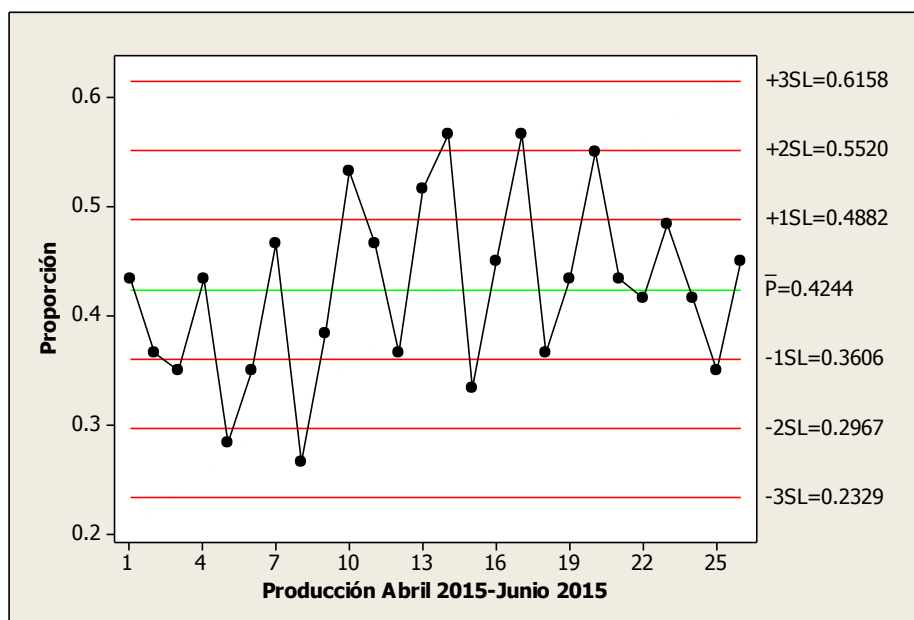
Como se explicó en el capítulo anterior, el método utilizado para el control de la producción es la inspección al 100% y cada uno de los defectos o fallas encontradas en las prendas son especificadas para su posterior revisión y corrección.

Estos defectos son características de calidad cualitativas; es decir, características no cuantificables numéricamente. Por lo que, se utilizará la gráfica tipo p para determinar la fracción o porcentaje de unidades defectuosas en la producción y por tratarse de prendas que serán reprocesadas en su totalidad es necesario hallar el número de defectos por unidad producida y para lograrlo se hará uso de la gráfica tipo u , con el objetivo de determinar que el proceso esté bajo control y evaluar la capacidad del proceso.

Para la realización de las gráficas se consideraron 26 subgrupos de 60 unidades cada uno, tomando como base un turno de aproximadamente 4 horas por cada encargada que realiza el control de calidad considerando un tiempo aproximado de revisión de 4 minutos por prenda. Los datos utilizados se pueden observar en los Anexos N°4 y N°5.

De la figura 20 se puede determinar que el proceso se encuentra bajo control con el 42.4% de unidades defectuosas.

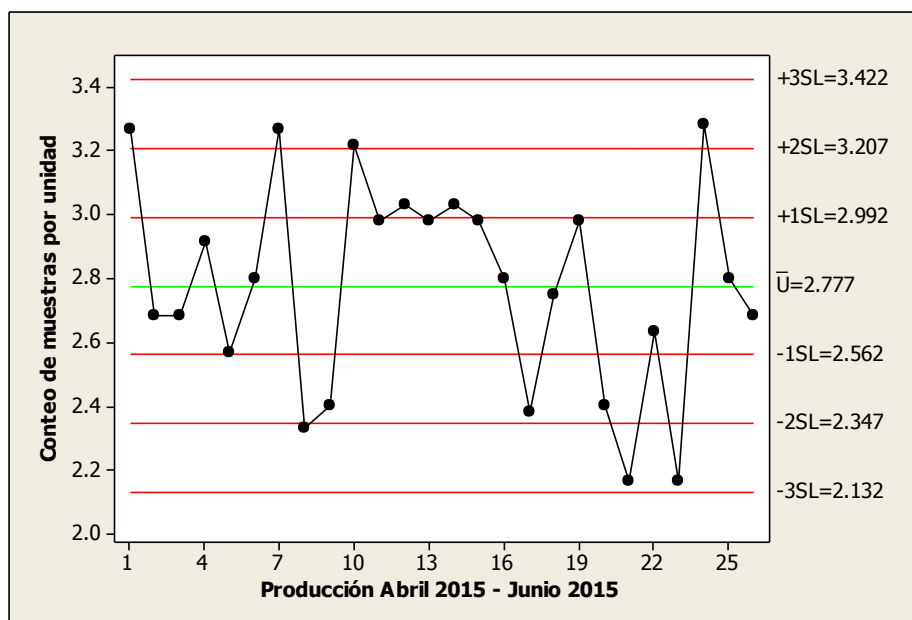
Figura 20: Gráfica p Fracción de unidades defectuosas en la producción



Fuente: (Empresa, 2015)
Elaboración propia

De las figuras 21 se determina que el proceso se encuentra bajo control con un valor de 2.7 defectos por prenda producida.

Figura 21: Gráfica u Número de defectos por unidad producida



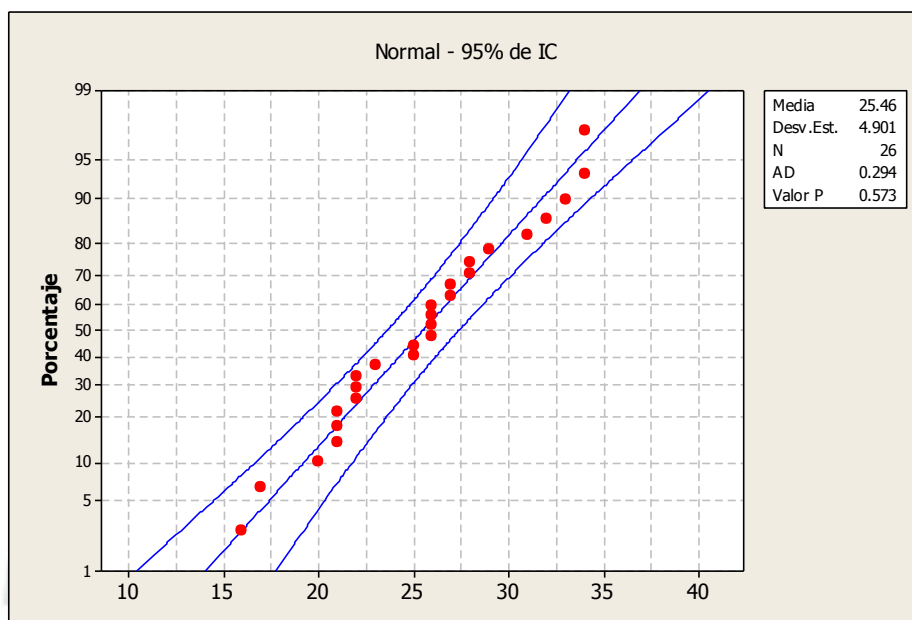
Fuente: (Empresa, 2015)

Elaboración propia

4.2.3. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL PROCESO

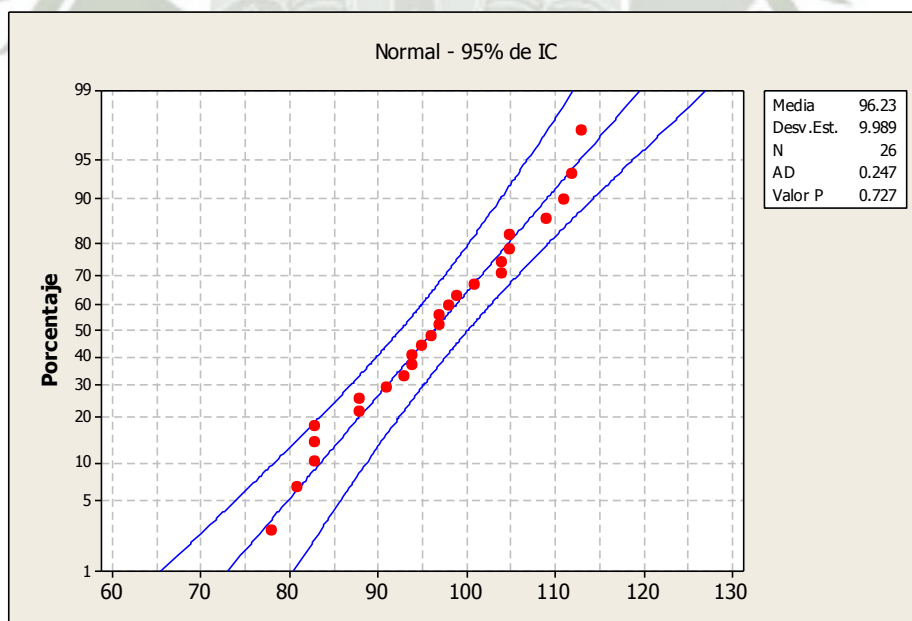
Una vez que se determinó que los procesos se encuentran bajo control estadístico, es posible hallar la capacidad de los mismos, pero primero debemos saber si los datos son normales. Es así que se realizó la prueba de Anderson Darling para determinar la distribución de los datos y se encontró que se distribuyen de manera Normal al obtener un valor de p mayor a 0.05 (ver figura 22 y 23)

Figura 22: Gráfica de probabilidad de Unidades Defectuosas



Fuente: (Empresa, 2015)
Elaboración propia

Figura 23: Gráfica de probabilidad de Cantidad de Defectos en la producción



Fuente: (Empresa, 2015)
Elaboración propia

Para hallar la capacidad del proceso debemos considerar lo que Escalante Vásquez dice: “Para el caso de gráficas de control de atributos no se acostumbra aplicar los índices de capacidad, aunque se conocen las siguientes expresiones como una manera informal de “calcular” la capacidad.” (Vásquez, 2005)

- Para gráficas de control p: $(1-p)*100\%$
- Para gráficas de control np: $n-np/n*100\%$
- Para gráficas de control c: c
- Para gráficas de control u:u

Entonces, considerando lo anterior la capacidad del proceso de confección de abrigos para la empresa en estudio sería:

- Para gráficas de control p: $(1-0.4244)*100\% = 57.56\%$
- Para gráficas de control np: $1560-662/1560*100\% = 57.56\%$
- Para gráficas de control c: 166.62
- Para gráficas de control u: 2.77

Del cual se puede interpretar que el 57.56% de abrigos confeccionados se encuentran en buen estado y pasan el control de calidad por parte del cliente.

Además, con toda la información recolectada podemos determinar también el Nivel Sigma actual de la empresa:

DEFECTOS	4332
NUMERO DE UNIDADES	1560
NUMERO DE OPORTUNIDADES	5
DPMO	555,385
SIGMA LEVEL	1.4

Como observamos el nivel de Sigma actual es de 1.4, por lo que podemos decir que la empresa se encuentra en una eficiencia del 46% y posee dificultades para cumplir con las especificaciones del cliente.

4.3. ETAPA ANALIZAR

En esta fase se realizará un análisis de los datos que generan los defectos hallados. Para esto se hará uso del diagrama de Ishikawa, del AMEF y del análisis de Diseño de Experimentos para determinar los factores significativos que afectan al proceso.

4.3.1. IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS RAÍCES

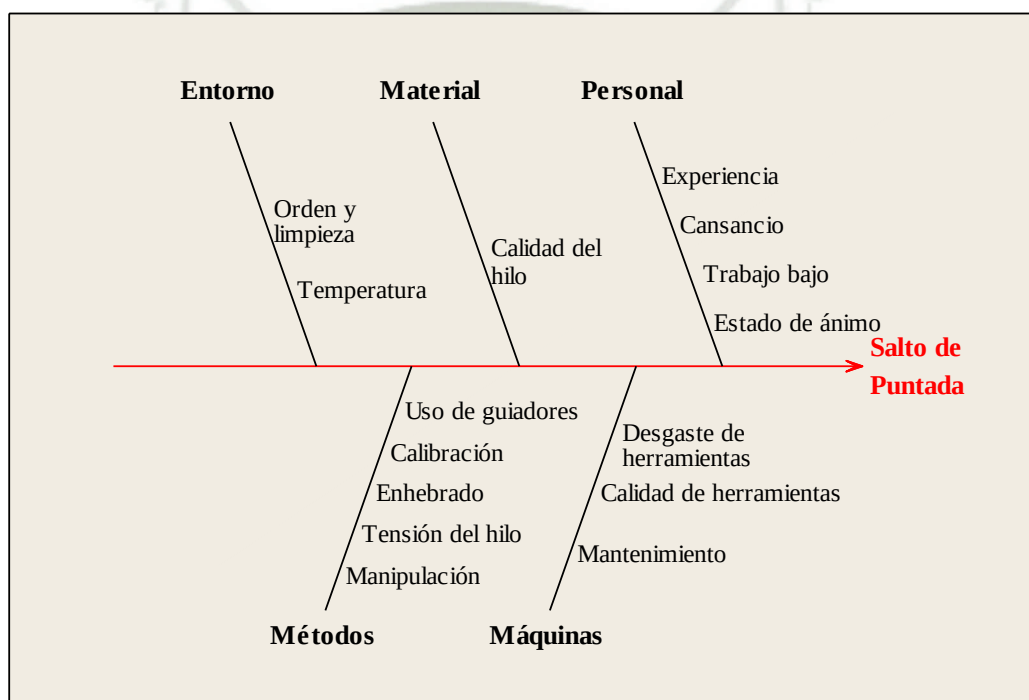
Se ha identificado con anterioridad que los principales defectos encontrados en los abrigos confeccionados son el salto de puntada, pespuntos caídos, hilos de costura incorrectos y costura desigual; por lo que, para cada uno de estos ítems se procedió a realizar un análisis de causa-efecto.

Se puede observar en las figuras 24, 25, 26 y 27 que existen diferentes causas relacionadas a los factores mano de obra, maquinaria, material, método y medio ambiente que pueden ser significativos para el problema de defectos en la producción de abrigos; pero también existe otra variable importante para el cliente: el tiempo de entrega de la producción, el cual se ve influenciado directamente por la calidad de las prendas confeccionadas, ya que al existir prendas mal confeccionadas

se tiene que invertir una cierta cantidad de tiempo en mano de obra para reprocesar dichas prendas y la planificación se ve perjudicada.

Estos diagramas han sido realizados con todo el personal de la empresa en estudio y con el apoyo de las encargadas de realizar el control de calidad.

Figura 24: Diagrama Causa-Efecto Salto de Puntada



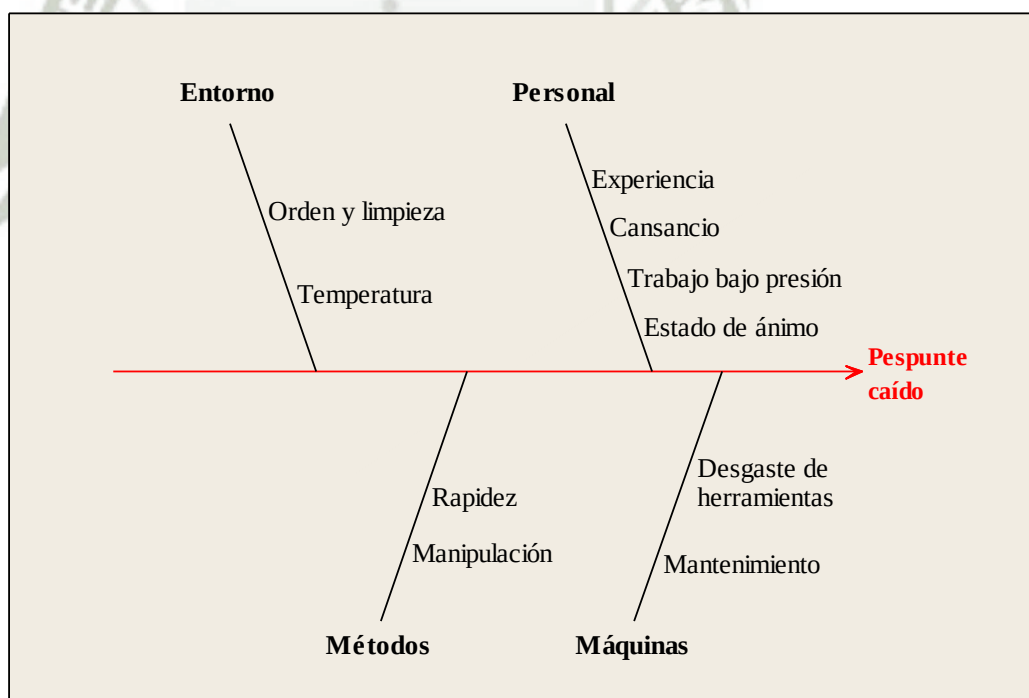
Fuente: (Empresa, 2015)

Elaboración propia

Para el tipo de defecto Salto de Puntada y en cuanto al factor Material, se encontró que una posible fuente principal del defecto es la calidad del hilo ya que está determinada por la elongación o estiramiento que la fibra le proporciona. Por ejemplo, los hilos de nylon poliéster, ambos tienen más alta elongación que los

hilos hechos 100% de algodón. Y para el factor Método se halló que si los colaboradores no fijan correctamente las piezas o prendas y la costura no es sostenida en posición estacionaria cuando está subiendo la aguja, la tela se levantará con la aguja y no se formará la lazada apropiadamente. Así mismo, si la relación de la dimensión entre el hilo y la aguja es inapropiada, el hilo no se ajustará apropiadamente en la canal de la aguja, y ocurrirá una pobre formación de la lazada. (Las agujas gruesas trabajan con hilos gruesos y las agujas delgadas con hilos delgados).

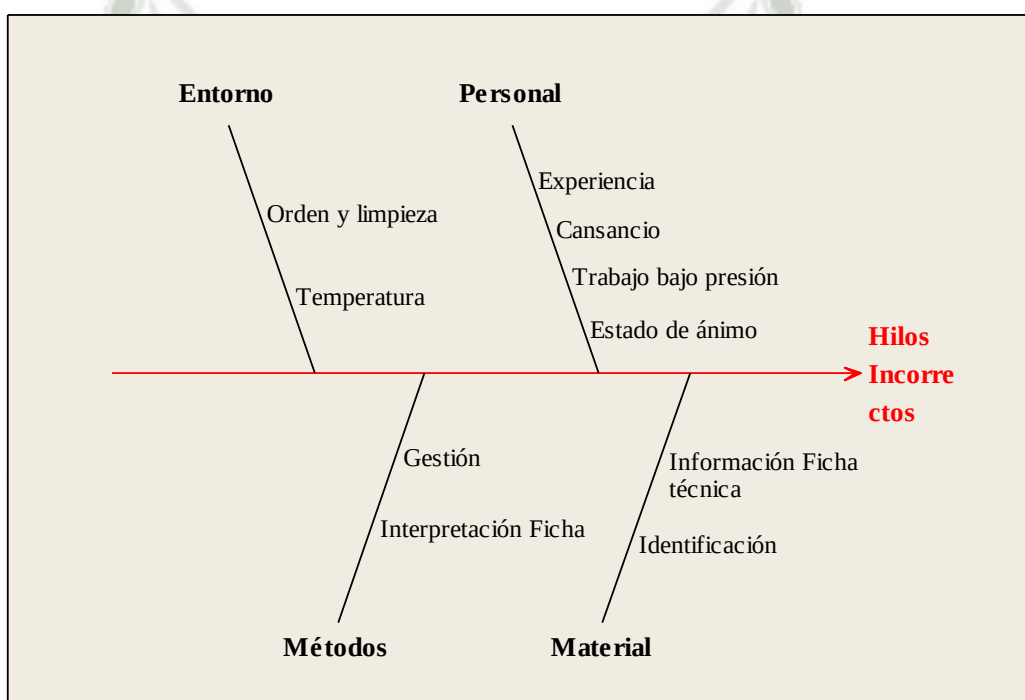
Figura 25: Diagrama Causa-Efecto Pespunte Caídos



Fuente: (Empresa, 2015)
Elaboración propia

En cuanto al tipo de defecto Pespuntos caídos, el factor Método presenta posibles causas como la inadecuada manipulación de las piezas/prendas que sumado a la rapidez con la que los colaboradores realizan la confección y no seguir el ancho correspondientes tienden a realizar las costuras muy al borde.

Figura 26: Diagrama Causa-Efecto Hilos Incorrectos

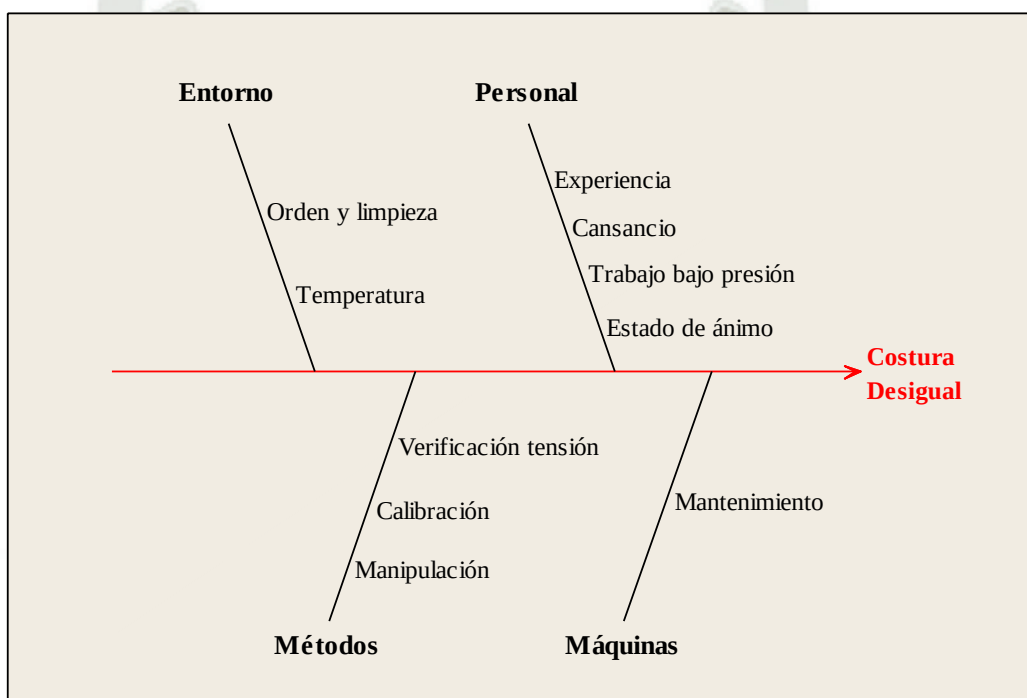


Fuente: (Empresa, 2015)
Elaboración propia

Para el tipo de defecto Hilos incorrectos y en el factor Material hallamos que no siempre se encuentran identificados u ordenados todos los insumos y/o avíos necesarios para la confección de abrigos y que en la ficha técnica son pocas veces en las que no se detalla correctamente el código del hilo correspondiente para cada

color de abrigo en la producción. Por otra parte, en el factor Método, se identificó que no se realiza una correcta gestión por parte de los gerentes al no interpretar y dar las indicaciones correctas para la confección de la producción.

Figura 27: Diagrama Causa-Efecto Costura Desigual



Fuente: (Empresa, 2015)
Elaboración propia

Y para el tipo de defecto Costuras desiguales, la manipulación de las piezas/prendas se vuelve una causa importante ya que al no colocarlos y manipularlos correctamente en la máquina de costura se tiende a desviar las puntadas para otras zonas de la prenda distorsionando la costura.

Se puede observar, en forma general, que para el factor Mano de Obra se encuentran posibles causas como capacitación, experiencia, cansancio, trabajo bajo presión y el estado de ánimo. Se pudo evidenciar una falta de capacitación sobre temas de calidad como la mejora continua y herramientas de calidad; así mismo, no todos los colaboradores poseen el mismo nivel de experiencia ya que algunos de ellos son jóvenes y están en proceso de aprendizaje pero el resto posee una amplia experiencia en diferentes empresas de confección.

Para el factor Maquinaria, la falta de mantenimiento preventivo de las máquinas de costuras y la inexistencia de una hoja de verificación para controlar su estado antes de usarlas resultan ser causas importantes para los defectos encontrados.

Bajo el factor Medio Ambiente, el orden y la limpieza juegan un papel importante para el buen desarrollo de la confección de la producción ya que pueden conllevar a confundir piezas y/o accesorios o no encontrar todos los insumos necesarios; del mismo modo se identificó que la temperatura ambiente en la cual los colaboradores realizan sus funciones diarias es baja comparada con el exterior, debido a que la planta se encuentra en un primer piso y su ubicación no permite que los rayos del sol entren con normalidad.

En conclusión, aquellas causas que son relevantes para que se presenten fallas en el proceso de confección de abrigos son:

- Falta de capacitación
- Nivel de experiencia

- Mantenimiento preventivo de las máquinas de costura
- Calidad del hilo
- Orden y limpieza en el lugar de trabajo
- Ineficiente gestión

4.3.2. ANÁLISIS MODAL FALLA EFECTO (AMFE)

Se desarrolla un análisis modal de fallos y efecto para identificar y prevenir los modos de fallo en el proceso. Para esto, se evaluó el Número de Prioridad de Riesgo (NPR) que incluye los valores de severidad (S), ocurrencia (O) y probabilidad de detección (P). Cuyos valores han sido determinados según los niveles o escala presentados en el Anexo N°6.

Al evaluar el resultado del AMEF (Ver tabla 5) se muestra que los métodos de fallas relacionadas a los pespuntos inconsistentes y costuras desiguales poseen un alto nivel de prioridad de riesgo y por ende se deben plantear acciones correctivas y preventivas.

Tabla 5: Análisis de Modos y Efectos de Fallos Área de Confección

Función del Proceso	Métodos de fallas potenciales	Efectos de fallas potenciales	S	Causas potenciales	O	Controles de proceso actuales	P	NPR	Acción Correctiva
Confección de un abrigo	Calibrar varias veces la máquina de costura	Pespuntos inconsistentes y/o deformes	9	Inadecuado mantenimiento, agujas desgastadas	10	Supervisión visual	8	720	Plan de mantenimiento preventivo de máquinas de costuras
	Posicionar inadecuadamente los componentes o prenda	Costuras inadecuadas o desiguales	9	Componentes mal habilitados, inexperiencia del operario	8	Habilitar nuevamente los componentes	8	576	Plan de capacitación a operarios en métodos correctos de confección y uso de maquinaria
	Enhebrar varias veces el hilo de costura	Puntadas saltadas	6	Calidad del hilo de costura	10	Ninguno	8	480	Informar a los clientes sobre la calidad de los insumos e insumos con los que se realiza la confección y de la falta de información en la ficha técnica.
	Variar la velocidad de la máquina de costura	Costuras inadecuadas o desiguales	9	Inexperiencia del operario, Inadecuado método de trabajo	6	Supervisión visual	8	432	Plan de capacitación a operarios en métodos correctos de confección y uso de maquinaria
	Mezclar paquetes de componentes	Prenda con diferentes tonalidades y gramajes	6	Limpieza y orden en el área de trabajo, ineficiente gestión	3	Limpiar al final del turno de trabajo	8	144	Plan de capacitación a operarios y gerentes en la importancia del orden y la limpieza del lugar de trabajo
	Muestra de producción mal confeccionada	Producción confeccionada inadecuadamente	9	Instrucciones de confección no definidas	2	Supervisión visual	8	144	Plan de capacitación a gerentes en interpretación de ficha técnica
	Mezclar avíos e insumos	Producción confeccionada inadecuadamente	6	Avíos incompletos o no especificados correctamente, ineficiente gestión	3	Supervisión visual	8	144	Plan de capacitación a operarios y gerentes en la importancia del orden y la limpieza del lugar de trabajo

Fuente: (Chocce, 2007)
Elaboración propia

4.3.3. DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Con el diseño de experimentos se espera conocer los factores o causas que realmente afectan estadísticamente el proceso de confección. Es así que con los resultados obtenidos del AMFE y de la lluvia de ideas de todo el personal de la empresa, se definió la siguiente lista de posibles causas:

- Falta de mantenimiento preventivo de las máquinas de costuras
- Falta de capacitación de los operarios
- Falta de limpieza y orden en lugar de trabajo

4.3.3.1. DISEÑO DEL EXPERIMENTO

El diseño del experimento para las prendas de abrigos defectuosas que se va a utilizar es el de dos niveles o los denominados 2^k con un diseño factorial completo para poder determinar la significancia de los tres factores y sus interacciones y, además, se realizarán dos replicas para asegurar los resultados.

En la figura 28 podemos observar el resumen del diseño de experimentos y en la figura 29 se muestra la matriz con la que se realizará el experimento.

Figura 28: Resumen de Diseño de Experimento

Diseño factorial completo			
Factores:	3	Diseño de la base:	3, 8
Corridas:	16	Réplicas:	2
Bloques:	1	Puntos centrales (total):	0
Todos los términos están libres de estructuras alias.			

Fuente: (Empresa, 2015)

Elaboración propia

Figura 29: Matriz del Experimento

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6-T	C7-T
	OrdenEst	OrdenCorrida	PtCentral	Bloques	Mantenimiento	Capacitación	Limpieza y orden
1	7	1	1	1	10	Con	Con
2	13	2	1	1	10	Sin	Con
3	1	3	1	1	10	Sin	Sin
4	3	4	1	1	10	Con	Sin
5	6	5	1	1	50	Sin	Con
6	4	6	1	1	50	Con	Sin
7	8	7	1	1	50	Con	Con
8	9	8	1	1	10	Sin	Sin
9	11	9	1	1	10	Con	Sin
10	14	10	1	1	50	Sin	Con
11	15	11	1	1	10	Con	Con
12	5	12	1	1	10	Sin	Con
13	2	13	1	1	50	Sin	Sin
14	10	14	1	1	50	Sin	Sin
15	12	15	1	1	50	Con	Sin
16	16	16	1	1	50	Con	Con

Fuente: (Empresa, 2015)

Elaboración propia

4.3.3.2. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

Para la realización del experimento se ha considerado una producción de 160 abrigos en total, iniciando con los factores de niveles inferiores (-1) para luego proceder a realizar las jornadas de capacitación del proceso productivo del abrigo, las jornadas de mantenimiento de diferentes tiempos a las máquinas de costuras y la jornada de limpieza y orden siguiendo la filosofía 5S para culminar con todas las corridas del experimento. Todo este proyecto se realizó en 10 días con 69.5 horas invertidas y manteniendo el horario de trabajo establecido por la empresa.

4.3.3.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al finalizar la ejecución del experimento se anotó cada uno de los resultados obteniendo los siguientes valores para el porcentaje de productos no conformes (ver Tabla 6).

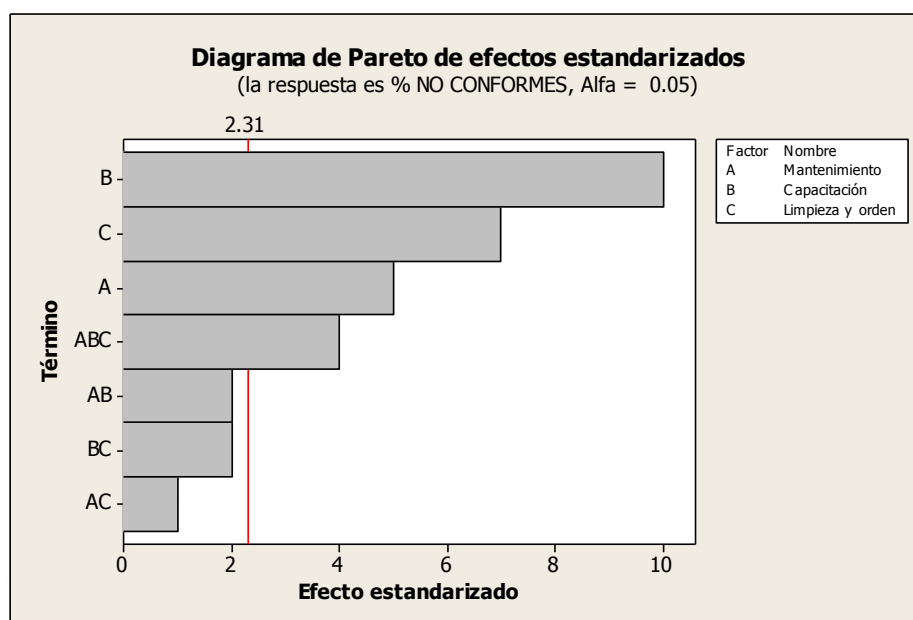
Tabla 6: Resultados Variable de respuesta

OrdenEst	OrdenCorrida	PtCentral	Bloques	Mantenimiento	Capacitación	Limpieza y orden	% DEF
7	1	1	1	10	Con	Con	30%
13	2	1	1	10	Sin	Con	40%
1	3	1	1	10	Sin	Sin	70%
3	4	1	1	10	Con	Sin	40%
6	5	1	1	50	Sin	Con	40%
4	6	1	1	50	Con	Sin	30%
8	7	1	1	50	Con	Con	0%
9	8	1	1	10	Sin	Sin	70%
11	9	1	1	10	Con	Sin	30%
14	10	1	1	50	Sin	Con	40%
15	11	1	1	10	Con	Con	30%
5	12	1	1	10	Sin	Con	30%
2	13	1	1	50	Sin	Sin	50%
10	14	1	1	50	Sin	Sin	50%
12	15	1	1	50	Con	Sin	20%
16	16	1	1	50	Con	Con	10%

Fuente: (Empresa, 2015)
Elaboración propia

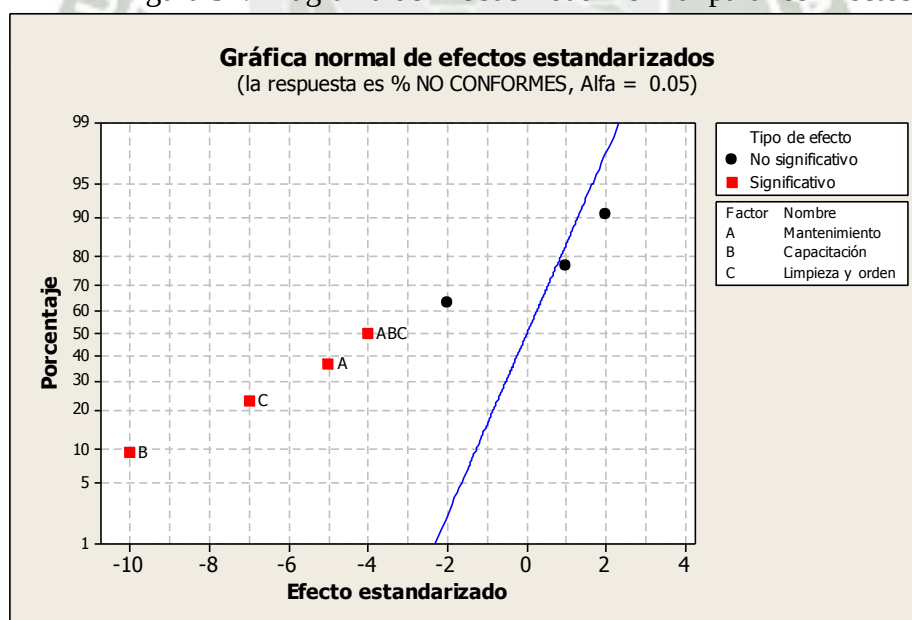
Al observar la figura 30 notamos que el factor mantenimiento, capacitación, la limpieza y el orden y la iteración de los tres factores son significativos estadísticamente. Esta aseveración lo confirma la figura 31 donde se identifican los factores significativos.

Figura 30: Diagrama de Pareto para el Diseño Factorial Completo



Fuente: (Empresa, 2015)
Elaboración propia

Figura 31: Diagrama de Probabilidad Normal para los Efectos

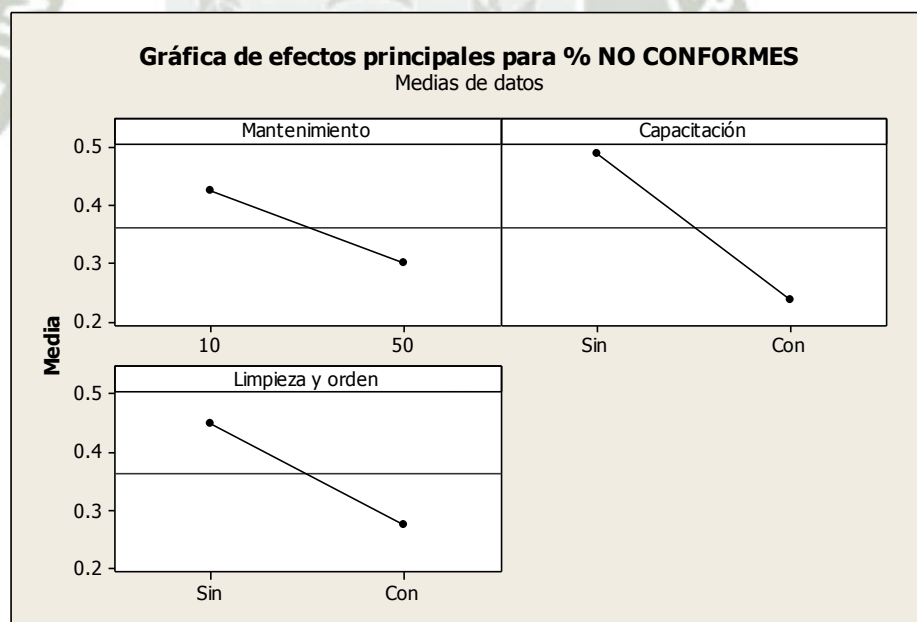


Fuente: (Empresa, 2015)
Elaboración propia

Así mismo, en la figura 32 se muestra los efectos principales y se puede observar que en el diagrama “Mantenimiento” mientras se aumente el tiempo de mantenimiento preventivo en las máquinas de costura el porcentaje de no conformes disminuye. En el segundo diagrama, si se capacita al personal involucrado el porcentaje de no conformes es menor en gran medida que si no se realiza la capacitación. Finalmente, la limpieza y el orden producen también un efecto inversamente proporcional al porcentaje de no conformes.

Figura 32: Diagrama de Efectos Principales para el Diseño Factorial

Completo

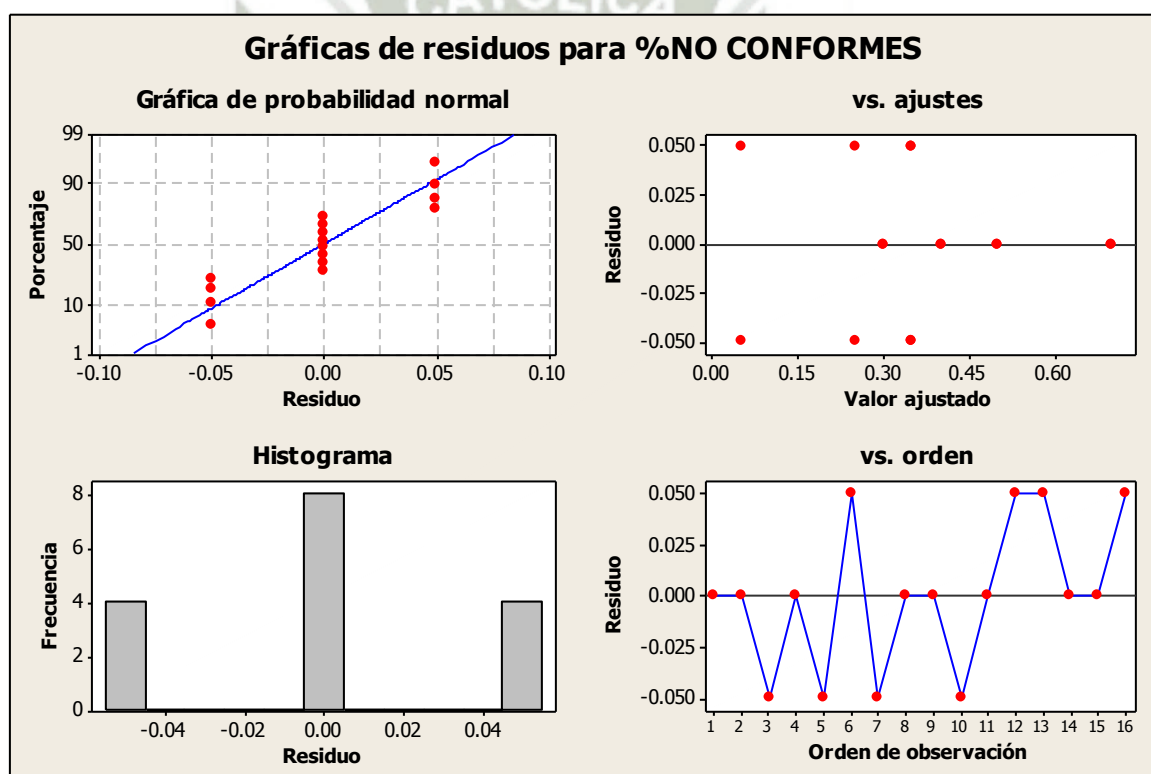


Fuente: (Empresa, 2015)

Elaboración propia

También se realizó un análisis de los datos residuales, en donde se observa en la figuras 33 y 34 que los residuales pasan la prueba de normalidad dado que el Pval es mayor a 0.05, posee varianza constante y las fluctuaciones aleatorias en la banda horizontal (sobre el cero) apoyan la independencia de los factores.

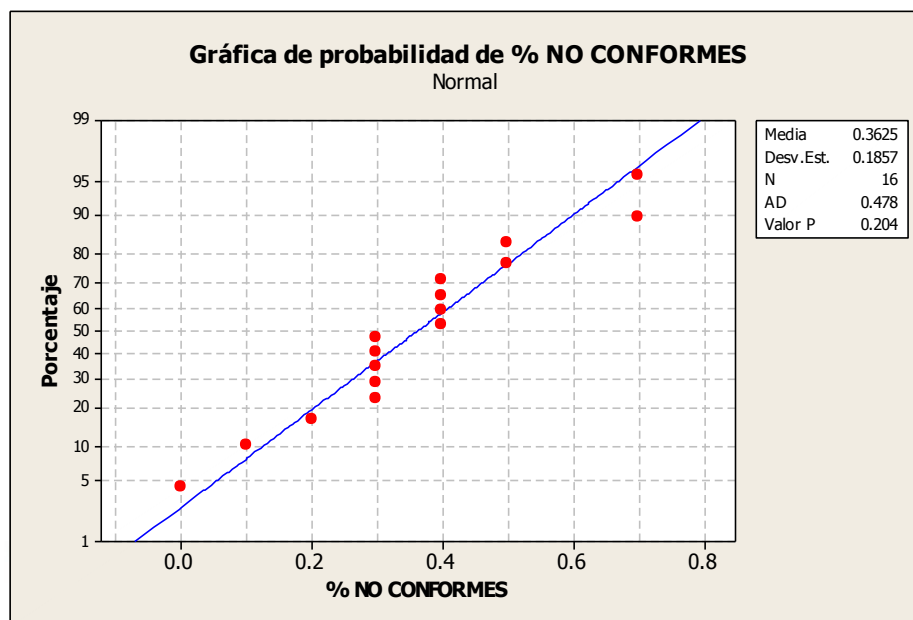
Figura 33: Diagrama de la Normalidad de los Residuales



Fuente: (Empresa, 2015)

Elaboración propia

Figura 34: Normalidad de los Residuales



Fuente: (Empresa, 2015)

Elaboración propia

Por lo tanto, se concluye que los factores Mantenimiento, Capacitación, Limpieza y orden y la interacción entre estos tres factores son relevantes para la variable de respuesta “Productos no conformes”. Se establece la siguiente ecuación con los coeficientes hallados en el análisis ANOVA. (Ver figura 35)

$$Y = 0.3625 - 0,0625 * \text{Mantenimiento} - 0,1250 * \text{Capacitación} - 0,0875 * \text{Limpieza y orden} - 0.0500 * \text{Mantenimiento} * \text{Capacitación} * \text{Limpieza y orden}$$

Figura 35: Análisis de Varianza DOE

Ajuste factorial: % NO CONFORMES vs. Mantenimiento, Capacitación, ...					
Efectos y coeficientes estimados para % NO CONFORMES (unidades codificadas)					
Término	Efecto	Coef	SE Coef	T	P
Constante		0.3625	0.01250	29.00	0.000
Mantenimiento	-0.1250	-0.0625	0.01250	-5.00	0.001
Capacitación	-0.2500	-0.1250	0.01250	-10.00	0.000
Limpieza y orden	-0.1750	-0.0875	0.01250	-7.00	0.000
Mantenimiento*Capacitación	-0.0500	-0.0250	0.01250	-2.00	0.081
Mantenimiento*Limpieza y orden	0.0250	0.0125	0.01250	1.00	0.347
Capacitación*Limpieza y orden	0.0500	0.0250	0.01250	2.00	0.081
Mantenimiento*Capacitación* Limpieza y orden	-0.1000	-0.0500	0.01250	-4.00	0.004

Fuente: (Empresa, 2015)
Elaboración propia

4.4. ETAPA MEJORAR

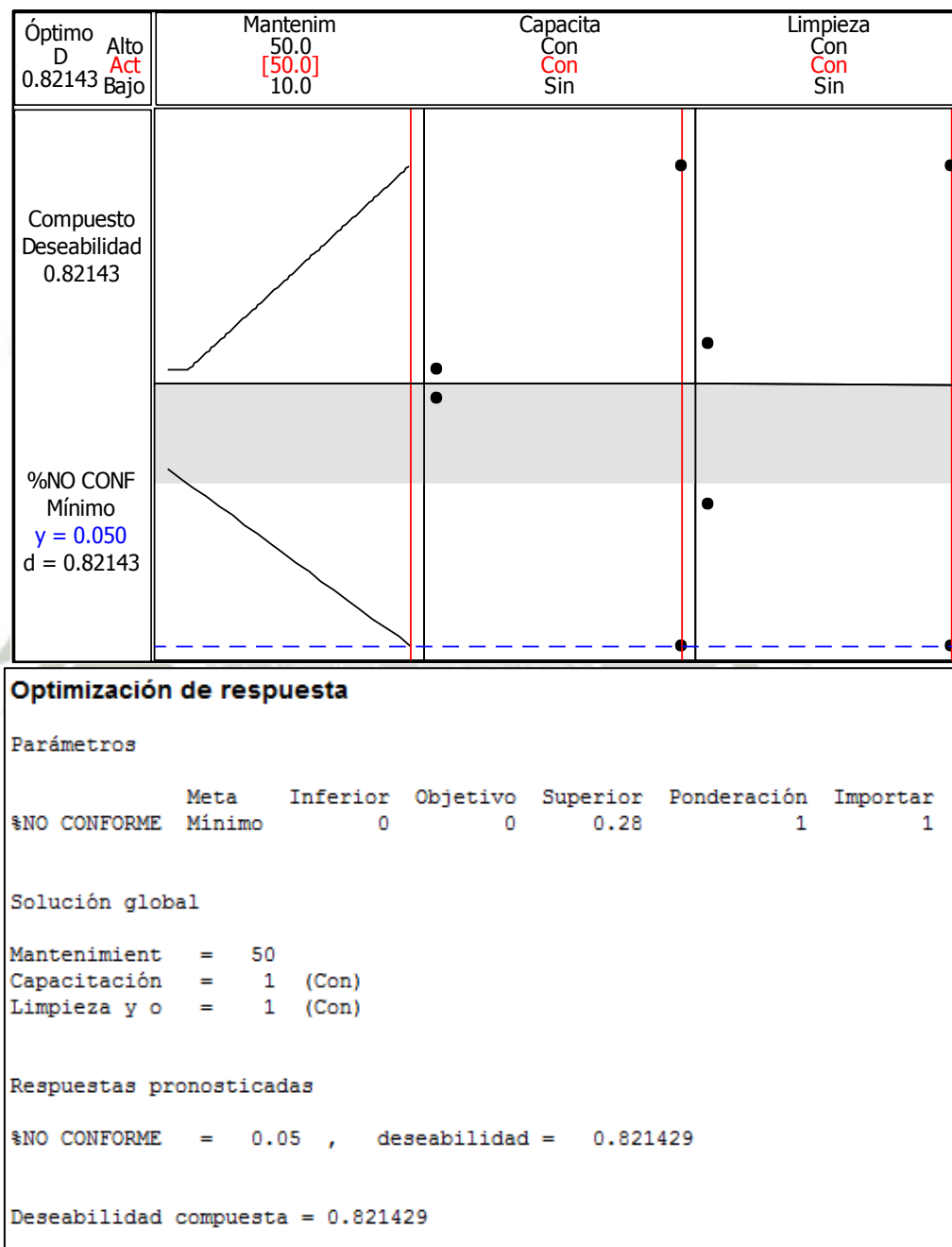
Una vez identificado las causas potenciales que causan productos no conformes en la producción de abrigos se procede a detallar las propuestas para mejorar el proceso. Es así que se propone la combinación óptima resultante del diseño del experimento, plan de capacitación al personal, la implementación de la filosofía 5S y un plan de mantenimiento preventivo a las máquinas.

4.4.1. OPTIMIZACIÓN DE DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Haciendo uso del optimizador de respuesta del software Minitab se puede calcular una combinación óptima de los factores ya mencionados que minimice la cantidad de productos defectuosos. En la figura 36 se observa que los valores adecuados para los factores potenciales son 50 minutos de mantenimiento, que el

personal se encuentre capacitado y que se mantenga un orden y limpieza en el puesto de trabajo.

Figura 36: Optimización DOE



Fuente: (Empresa, 2015)
Elaboración propia

Si la deseabilidad tiene un valor de cero (0) indica que no hay conformidad con la meta deseada, mientras que si la deseabilidad alcanza un valor de 1, se dice que se tiene una conformidad total, para nuestro caso vemos que la deseabilidad tiene un valor de 0.82.

4.4.2. PLAN DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL

La importancia de la formación o capacitación del personal radica en mejorar sus conocimientos y competencias ya que a través de las personas que integran la empresa, de sus ideas, de sus proyectos, de sus capacidades y trabajo es que las organizaciones se desarrollan. En ese sentido, la capacitación para todo el personal de la empresa en estudio sería en base a temas relacionados:

- Filosofía 5s
- Metodología Six Sigma
- Herramientas de Calidad
- Gráficas de Control
- Control de calidad en confecciones
- Mantenimiento preventivo de las máquinas de costura
- Liderazgo y Motivación

En base a estos temas se realizó la capacitación siguiendo la programación que se puede apreciar en el Anexo N°7.

Adicionalmente es necesario que los supervisores posean conocimientos acerca del uso del Software Minitab como herramienta para el seguimiento y control de la producción.

4.4.3. IMPLEMENTACIÓN DE LA FILOSOFÍA 5S´

La metodología 5S´ nos ayuda a mantener las zonas de trabajo ordenadas, limpias y seguras. Por tal motivo, es que se realizará dicha metodología en el área de confección de abrigos para la empresa en estudio:

- I. **Seiri (Seleccionar);** consiste en separar las cosas necesarias de las innecesarias desechando estas últimas e ir recorriendo el espacio laboral identificando y separando todas las cosas innecesarios, aquellas que no tengan sentido de utilidad. Dentro del área de producción se encontraron máquinas y herramientas que no están siendo utilizadas en el momento por encontrarse en mal estado o fuera de uso. Se hallaron insumos, como hilos, junto a las máquinas que no correspondía a la producción actual. Así mismo, se hallaron retazos de tela en las máquinas, los cuales deben ser desechados por no ser de utilidad para el proceso. En el caso de las herramientas complementarias de trabajo, éstos se encuentran localizados de manera desordenada y aleatoria ya que podemos encontrar, por ejemplo, dos piqueteras en un mismo puesto de trabajo. También se pudo identificar prendas en proceso ocultas en el stand de productos terminados. Todos estos elementos se identificaron por medio de la tarjeta roja, en donde deberán completar información acerca de la categoría a la que pertenece el artículo, el motivo de selección y la acción requerida para todos los casos. (Ver Anexo N°8)

II. Seiton (Organizar); es decir un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar, consiste en distribuir el espacio, asignar y colocar las cosas de manera que resulte fácil y rápido encontrarlas para utilizarlas y reponerlas. Se procedió entonces a llevar las herramientas en mal estado al área administrativa para su mantenimiento o reposición si fuese necesario y para el caso de la maquinaria en mal estado se deberá mantener en su lugar para su posterior mantenimiento, esto debido a que son máquinas de costuras ya instaladas. En cuanto a los retazos de tela se procedió a colocarlos las bolsas correspondientes y ubicarlas en el área de desperdicios para su posterior tratamiento. De igual manera se colocaron las herramientas complementarias en el contenedor de cada máquina de costura de tal manera que cada operario posea las mismas herramientas y en su puesto de trabajo. Todo producto en proceso identificado debe permanecer en los estantes asignados ya que seguirán participando del proceso productivo. Del mismo modo los productos terminados identificados den ser colocados en el stand correspondiente para su posterior revisión y control de calidad. Y aquellos productos identificados como defectuosos deberán ser ubicados dentro del stand de productos en proceso para su posterior reproceso. Finalmente, se logró rotular cada stand de almacenaje necesario para un mejorar el control visual.

III. Seiso (Limpiar); consiste en eliminar la fuente de suciedad, la suciedad en el entono de trabajo desmotiva y genera aún más desorden; la clave es no

ensuciar o reducir la cantidad al mínimo posible. Se debe identificar una secuencia de frecuencia de limpieza de cada cosa y sector. Para ello:

- Se debe realizar la limpieza del propio puesto de trabajo, limpiando las superficies de trabajo y guardando adecuadamente las herramientas u objetos.
- Luego, se debe proceder a limpiar profundamente el piso del área de confección, para eliminar todo el polvo que cae por efecto del punto anterior y recoger la basura.

Para lograrlo, es necesario establecer un sistema de turnos para el mantenimiento de las áreas comunes como se muestra en el Anexo N°9.

Los propósitos que se pretende conseguir con la limpieza en el área de confección son:

- Tener pasillos despejados permitiendo un mejor flujo del producto donde los operarios no se topen con máquinas o insumos mal ubicados.
- No almacenar elementos o material innecesarios, para generar una mejor imagen de la planta.
- Tener un mejor puesto de trabajo donde las condiciones sean seguras y limpias, para facilitar sus actividades y evitar pérdidas de tiempo buscando herramientas o materiales.
- Crear conciencia y responsabilidad en las operarias para que las actividades de limpieza y orden sean permanente en la empresa.

IV. Seiketsu (Estandarizar), lo que se busca es mantener estándares que se han obtenido a lo largo de los tres primeros pasos. Es así que, es esencial que cada uno de los colaboradores conozca todas sus responsabilidades, como deben hacerlas y en qué momento del día realizarlas. Entonces, el procedimiento ya descrito debe realizarse diariamente al finalizar la jornada de trabajo por cada trabajador para conseguir un ambiente de trabajo cómodo y agradable en donde se busque mejorar la calidad. De igual manera, se pensó en colocar letreros promoviendo la limpieza, el orden en los puestos de trabajo y anuncios que ayuden a concientizar a los colaboradores.

V. Shitsuke (Disciplina y Hábito), la disciplina y el hábito son las dos cosas fundamentales para el funcionamiento de la filosofía y para sostener lo conseguido y mejorar cada día, se debe realizar charlas diarias de no más de 5 minutos resaltando la importancia y los beneficios de mantener todo en orden y limpio, el buen ambiente de trabajo que se genera, la seguridad que se consigue, entre otros para que de esa forma evitar volver al desorden anterior.

4.4.4. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es aquel que se realiza en períodos cortos, ya sea semanal o quincenal y el objetivo de éste es prevenir cualquier problema que afecte el funcionamiento correcto de las máquinas de costura.

Se propone implementar un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de costuras (Ver Anexo N°10) con la finalidad de:

- Disminuir la cantidad de productos defectuosos por razones asociadas a la máquina de costura.
- Disminuir los tiempos muertos en el proceso de confección por fallas en las máquinas de costura.
- Mejorar la productividad del área de confección.
- Elevar la vida útil de las máquinas de costura con las que cuenta el área.
- Reducir el costo por reparaciones.

Es necesario que se registre el cumplimiento de la programación del mantenimiento; por tal motivo se propuso la utilización de la “Tarjeta de Control de Maquinaria” como se muestra en el Anexo N°11. De igual manera, se debe llevar un control anual del mantenimiento preventivo por cada maquina de costura, como se puede observar en el Anexo N°12: Ficha de control de Mantenimiento.

Es recomendable que el operario de la máquina deje evidencia de los defectos que presenta la máquina de coser al momento de solicitar los servicios de mecánico. Debe de realizar una explicación detallada del problema que presente la máquina. (Ver Anexo N°13)

Ésta información también es parte del expediente de la máquina y su historial el cual puede servir en un futuro para la toma de decisiones en cuanto a invertir en reparaciones mayores o sustituir la máquina por una nueva.

4.5. ETAPA CONTROLAR

Esta fase tiene como objetivo controlar las mejoras para que sean sostenibles en el tiempo. En ese sentido, la reducción de productos defectuosos debe mantenerse y mejorarse para futuras producciones.

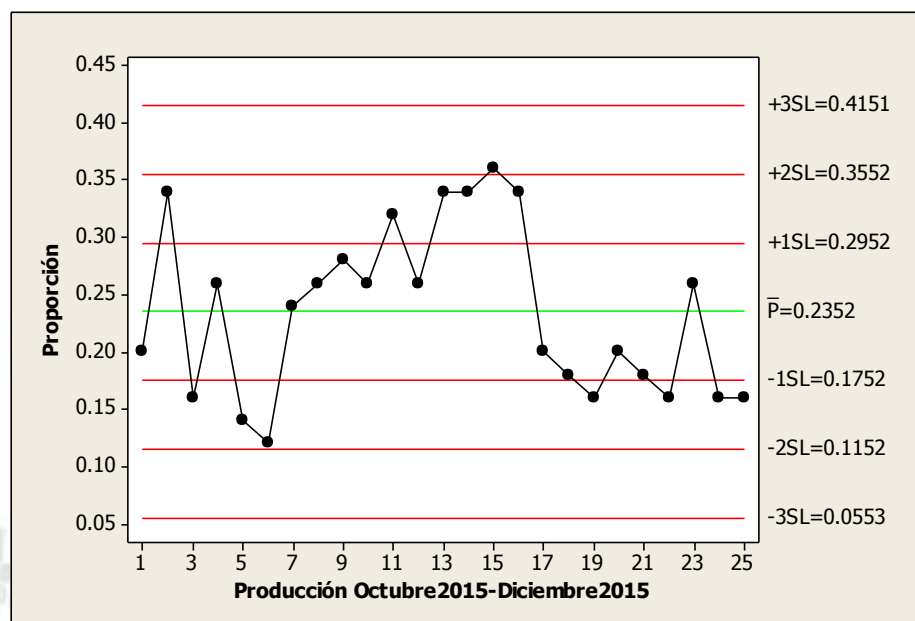
4.5.1. GRÁFICOS DE CONTROL POR ATRIBUTO DESPUÉS DE LA MEJORA

Para realizar una comparación de los resultados iniciales con las mejoras planteadas se realizó un levantamiento de información en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre del año 2015.

Cabe mencionar que para la realización de las gráficas se consideraron 25 subgrupos de 50 unidades cada uno, tomando como base un turno de aproximadamente 4 horas por cada encargada que realiza el control de calidad considerando un tiempo aproximado de revisión de 4 minutos por prenda. Los datos utilizados se pueden observar en los Anexos N°14 y N°15.

De la figura 37 se determina que el proceso se encuentra bajo control con el 23.53% de unidades defectuosas. Si se realiza la comparación con la cantidad de unidades defectuosas inicialmente (42.44%) observamos que después del proceso de mejora existe una reducción del 44%.

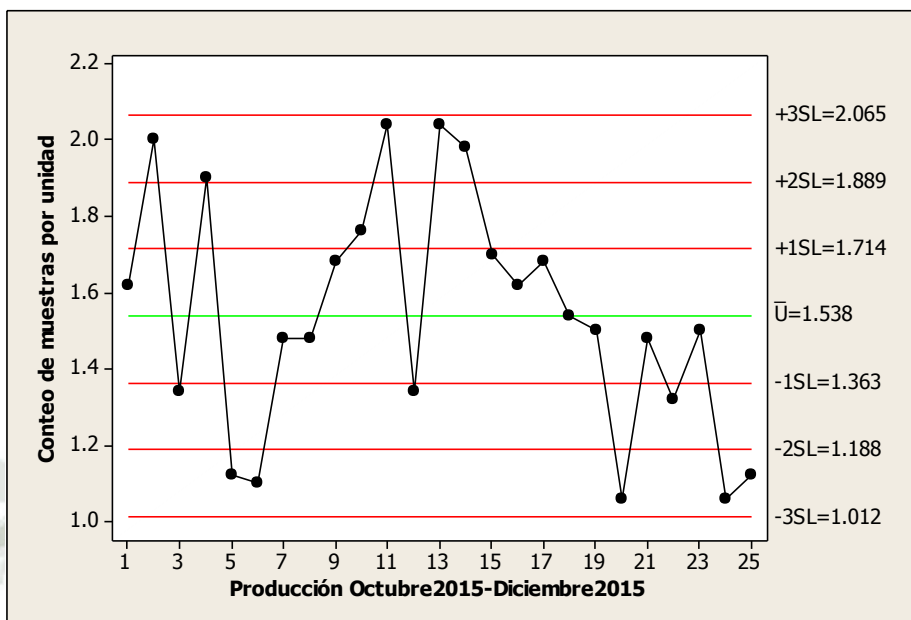
Figura 37: Gráfica p Fracción de unidades defectuosas en la producción después de la mejora



Fuente: (Empresa, 2015)
Elaboración propia

De la figura 38 se determina que el proceso se encuentra bajo control con un valor de 1.5 defectos por prenda producida, logrando de esta manera reducir en un 44% la cantidad de defectos por prenda producida.

Figura 38: Gráfica u Número de defectos por unidad producida después de la mejora



Fuente: (Empresa, 2015)
Elaboración propia

4.5.2. CAPACIDAD DEL PROCESO DEPUÉS DE LA MEJORA

Considerando la información obtenida por las gráficas de control se puede determinar que el proceso posee un 76.48 % de abrigos confeccionados que se encuentran en buen estado y pasan satisfactoriamente el control de calidad aumentando la capacidad del proceso en un 32% aproximadamente.

Así mismo, podemos determinar un nuevo Nivel Sigma de la empresa:

DEFECTOS	1923
NUMERO DE UNIDADES	1250
NUMERO DE OPORTUNIDADES	5
DPMO	307,680
SIGMA LEVEL	2

Obteniendo como resultado en nivel Sigma de 2, lo que significa que el proceso de confección posee una eficiencia de 69%, habiendo mejorado en un 50%.

4.5.3. LEAD TIME DE ENTREGA DE PRODUCCIÓN DESPUÉS DE LA MEJORA

Se puede observar en la Tabla 7 que el tiempo total de retraso en la entrega de la producción es de 7 días, reflejando una mejora del 80% con los datos iniciales.

4.5.4. MONITOREO DE LAS MEJORAS

Para lograr mantener las propuestas de mejoras y mejorar el nivel de productos defectuosos se propone el uso de un formato de supervisión (Ver Anexo N°16); en donde el supervisor deberá registrar por un lote de producción en la mañana y por la tarde, el tipo y cantidad de defectos hallados por prenda y luego registrar también el tiempo requerido para reprocesar dichos defectos. Así mismo se hace necesario el uso del Software Minitab para el análisis de los datos obtenidos.

El seguimiento de los resultados obtenidos del control de calidad por parte del cliente es fundamental para realizar reuniones, analizar los inconvenientes presentados y solucionarlo de la manera más rápida y óptima para la empresa.

Tabla 7: Lead time de entrega de Producción después de la mejora

(Octubre 2015-Diciembre 2015)

MES	PRODUCCION (unidades)	FECHA DE INICIO DE PRODUCCION	FECHA DE ENTREGA PROYECTADA	FEHA DE ENTREGA REAL	LEAD TIME DE ENTREGA
OCTUBRE	105	01-oct	07-oct	07-oct	0
OCTUBRE	126	09-oct	17-oct	19-oct	1
OCTUBRE	167	22-oct	30-oct	02-nov	2
NOVIEMBRE	135	02-nov	09-nov	10-nov	1
NOVIEMBRE	94	11-nov	14-nov	14-nov	0
NOVIEMBRE	102	18-nov	23-nov	23-nov	0
NOVIEMBRE	84	24-nov	28-nov	28-nov	0
DICIEMBRE	122	30-nov	07-dic	09-dic	2
DICIEMBRE	98	09-dic	15-dic	15-dic	0
DICIEMBRE	84	16-dic	19-dic	19-dic	0
DICIEMBRE	133	21-dic	28-dic	29-dic	1

Fuente: (Empresa, 2015)

Elaboración propia

CAPÍTULO V: EVALUACIÓN ECONÓMICA

En el presente capítulo, se evaluará económicamente las propuestas de mejora desarrolladas para determinar su factibilidad de aplicación. Se detallarán los costos incurridos para la implementación de las propuestas, así como los ahorros obtenidos y se determinará la factibilidad de las propuestas de mejora.

5.1. COSTOS DE PROPUESTAS DE MEJORA

A continuación se detallarán todos los costos asociados a la implementación de las propuestas de mejoras:

Diseño de Experimentos:

Tabla 8: Costo Diseño de Experimentos

Descripción	Horas	Cantidad	Costo por unidad	Costo Total
Capacitación	5	1	S/. 8.50	S/. 42.50
Hora Personal	5	5	S/. 4.00	S/. 100.00
Mantenimiento	5	1	S/. 25.00	S/. 125.00
Limpieza del área	2.5	5	S/. 4.00	S/. 50.00
Análisis	69.5	1	S/. 4.00	S/. 278.00
			Costo Total	S/. 595.50

Elaboración propia

En la tabla 8 se detallan los costos del DOE, considerando los costos por las horas de capacitación que el experimento necesitaba, el costo por las horas que

el personal era capacitado, el costo de las horas de mantenimiento a las máquinas rectas, el costo de las horas empleadas para la limpieza del área de confecciones y el costo por el análisis de los resultados obtenidos del experimento. El monto total asciende a S/. 595.50.

Implementación de 5S

Tabla 9: Costo Implementación 5S

Descripción	Horas	Cantidad	Costo por unidad	Costo Total
Capacitación	3	1	S/. 25.00	S/. 75.00
Implementación	25	5	S/. 4.00	S/. 500.00
Hora Personal	3	5	S/. 4.00	S/. 60.00
Tarjetas rojas		35	S/. 0.30	S/. 10.50
Rótulos		15	S/. 0.30	S/. 4.50
Carteles		7	S/. 2.00	S/. 14.00
Material Impreso		10	S/. 0.50	S/. 5.00
			Costo Total	S/. 669.00

Elaboración propia

Los costos para la implementación de las 5S ascienden a un total de S/. 669.00, distribuidos en los costos de capacitación al personal involucrado, los costos en base a las horas que se necesitaron para su implementación, el costo por las horas que el personal era capacitado, así como el costo por la elaboración de las tarjetas rojas necesarias, los rótulos para la identificación de los stands, los carteles con mensajes propios de la filosofía 5S y el material informativo impreso repartido a todos los trabajadores.

Capacitación- Six Sigma

Tabla 10: Costo Capacitación Six Sigma

Descripción	Horas	Cantidad	Costo por unidad	Costo Total
Capacitación	3	1	S/. 25.00	S/. 75.00
Hora Personal	3	5	S/. 4.00	S/. 60.00
Material Impreso		10	S/. 0.50	S/. 5.00
			Costo Total	S/. 140.00

Elaboración propia

Se ha considerado el costo por capacitación, el costo por las horas que el personal era capacitado y el costo del material informativo impreso para toda la organización, dando un total de S/. 140.00.

Capacitación- Herramientas de Calidad

Tabla 11: Costo Capacitación Herramientas de Calidad

Descripción	Horas	Cantidad	Costo por unidad	Costo Total
Capacitación	2	1	S/. 25.00	S/. 50.00
Hora Personal	2	5	S/. 4.00	S/. 40.00
Material Impreso		10	S/. 0.50	S/. 5.00
			Costo Total	S/. 95.00

Elaboración propia

Se ha considerado el costo por capacitación, el costo por las horas que el personal era capacitado y el costo del material informativo impreso para toda la organización, dando un total de S/. 95.00.

Capacitación- Gráficas de Control

Tabla 12: Costo Capacitación Gráficas de Control

Descripción	Horas	Cantidad	Costo por unidad	Costo Total
Capacitación	2	1	S/. 25.00	S/. 50.00
Hora Personal	2	5	S/. 4.00	S/. 40.00
Material Impreso		10	S/. 0.50	S/. 5.00
			Costo Total	S/. 95.00

Elaboración propia

Se ha considerado el costo por capacitación, el costo por las horas que el personal era capacitado y el costo del material informativo impreso para toda la organización, dando un total de S/. 95.00.

Capacitación- Control de Calidad en Confecciones

Tabla 13: Costo Capacitación Control de Calidad en Confecciones

Descripción	Horas	Cantidad	Costo por unidad	Costo Total
Capacitación	4	1	S/. 25.00	S/. 100.00
Hora Personal	4	5	S/. 4.00	S/. 80.00
			Costo Total	S/. 180.00

Elaboración propia

El costo para la capacitación y las horas que el personal era capacitado en el control de calidad en confecciones asciende a S/. 180. 00

Capacitación- Liderazgo

Tabla 14: Costo Capacitación Liderazgo

Descripción	Horas	Cantidad	Costo por unidad	Costo Total
Capacitación	1	1	S/. 25.00	S/. 25.00
Hora Personal	1	5	S/. 4.00	S/. 20.00
			Costo Total	S/. 45.00

Elaboración propia

Para la capacitación en el tema de liderazgo se ha considerado el costo para la capacitación y las horas que el personal era capacitado, dando un total de S/. 45.00.

Capacitación- Plan de Mantenimiento

Tabla 15: Costo Capacitación Plan de Mantenimiento

Descripción	Horas	Cantidad	Costo por unidad	Costo Total
Capacitación	1	1	S/. 25.00	S/. 25.00
Hora Personal	1	5	S/. 4.00	S/. 20.00
			Costo Total	S/. 45.00

Elaboración propia

Se ha considerado el costo para la capacitación y las horas que el personal era capacitado, dando un total de S/. 45.00.

Capacitación- Minitab

Tabla 16: Costo Capacitación Minitab

Descripción	Horas	Cantidad	Costo por unidad	Costo Total
Capacitación	2.5	1	S/. 25.00	S/. 62.50
CD Software		1	S/. 5.00	S/. 5.00
			Costo Total	S/. 67.50

Elaboración propia

Así mismo, se realizó la capacitación del Software Minitab a los dueños de la empresa ascendiendo el costo total en S/. 67.50 provenientes de las horas de capacitación y en la compra del CD correspondiente para la instalación del software en la empresa.

Finalmente, el costo total de las propuestas de mejora asciende a S/. 1,932.00 como se muestra detallado a continuación:

Tabla 17: Costo total de Propuestas

Descripción	Costo Total
DOE	S/. 595.50
Implementación 5S	S/. 669.00
Six Sigma	S/. 140.00
Herramientas de calidad y Gráficos de control	S/. 190.00
Control de Calidad en Confecciones	S/. 180.00
Liderazgo y Plan de Mantenimiento	S/. 90.00
Minitab	S/. 67.50
Costo total	S/. 1,932.00

Elaboración propia

5.2. AHORRO GENERADO

Una vez conocido el costo total de implementación de las propuestas de mejora, es preciso determinar el ahorro generado luego de dicha implementación. Para esto, debemos recordar que el levantamiento de la información se realizó en un trimestre tanto en el diagnóstico de la situación inicial como para la evaluación final. Con la finalidad de poder proyectar los beneficios a un periodo de un año.

Tabla 18: Ahorro Trimestral Generado

DESCRIPCIÓN	ANTES	UNIDAD DE MEDIDA	DESPUÉS	UNIDAD DE MEDIDA	AHORRO TRIMESTRAL	UNIDAD DE MEDIDA
Cantidad de producto no conformes	662	u	294	u	368	u
Lead time de entrega de la producción	37	d	7	d	30	d
Minutos total de reproceso	80276	min	17077.5	min	63198.5	min
Horas total de reproceso	1337.9	h	284.6	h	1053.3	h
Días total de reproceso	167.2	d	35.6	d	131.7	d
Semanas total de reproceso	5.6	sem	1.2	sem	4.4	sem
Gasto en MO	S/. 5,352	S/	S/. 1,139	S/	S/. 4,213	S/
Prendas no confeccionadas	743	u	158	u	585	u
Costo de oportunidad	S/. 14,860.00	S/	S/. 3,160.00	S/	S/. 11,700.00	S/

Elaboración propia

En la tabla 18 se especifican los ahorros que este proyecto ha generado en este primer trimestre de implementación; la cantidad de productos no conformes se redujo en 368 prendas así como el tiempo de entrega de la producción se disminuyó en treinta días; con respecto al dinero extra pagado a los trabajadores para poder cumplir con las órdenes de trabajo, éste se vio reducido en S/. 4,213.00; se redujo a 1.2 semanas el tiempo total designado a reprocesos ahorrándose casi un mes de trabajo extra a los trabajadores; del mismo modo solo se dejaron de producir 158 prendas, por lo que únicamente se ha dejado de percibir S/. 3,160.00 de los S/.14,860.00 inicialmente.

5.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para realizar la evaluación económica del presente proyecto se considerará los ahorros obtenidos en el primer trimestre con una proyección estimada para los demás meses del año; se tomará en cuenta también los gatos mensuales de mantenimiento preventivo de las máquinas de costuras que equivalen a S/. 187.50 según la tabla 19; así como el costo de reproceso de las prendas defectuosas que asciende a S/. 380.00, el cual se obtiene de convertir el gasto en MO generado de las mejoras implantadas en mensual (ver tabla 18: Ahorro Trimestral Generado); y los costos totales de las mejoras implantadas.

Tabla 19: Gato Mensual de Mantenimiento Preventivo

Descripción	Horas	Costo por hora	Costo Total
Mantenimiento	7.5	S/. 25.00	S/. 187.50

Elaboración propia

En la tabla 20 observamos que la tasa interna de retorno (TIR), que es un método para la evaluación financiera de proyectos que iguala el valor presente de los flujos de caja esperados con la inversión inicial, tiene un valor del 43% lo cual nos indica que mientras el inversionista tenga un valor de Tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) menor al TIR, el proyecto es aceptado.

En este caso se considerará un valor TMAR del 11.74%¹, por lo que al ser este valor menor que la TIR se concluye que el proyecto de implementación de la metodología Six Sigma es viable económicamente. Se puede observar, también, que el Valor Actual Neto (VAN) del proyecto es de S/. 5,250.34.

¹ Tasa de financiamiento para empresas pequeñas según la Superintendencia de Banca y Seguros y AFP.

Tabla 20: Flujo Neto del Proyecto

MES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AHORROS		S/. 1,404	S/. 1,404	S/. 1,404	S/. 1,404	S/. 1,404	S/. 1,404	S/. 1,404	S/. 1,404	S/. 1,404	S/. 1,404	S/. 1,404	S/. 1,404
EGRESOS	S/. 1,932	S/. 567	S/. 567	S/. 567	S/. 567	S/. 567	S/. 567	S/. 567	S/. 567	S/. 567	S/. 567	S/. 567	S/. 567
Implementación	S/. 1,932												
Reproceso		S/. 380	S/. 380	S/. 380	S/. 380	S/. 380	S/. 380	S/. 380	S/. 380	S/. 380	S/. 380	S/. 380	S/. 380
Mtto. Preventivo		S/. 188	S/. 188	S/. 188	S/. 188	S/. 188	S/. 188	S/. 188	S/. 188	S/. 188	S/. 188	S/. 188	S/. 188
FLUJO NETO	-S/. 1,932	S/. 837	S/. 837	S/. 837	S/. 837	S/. 837	S/. 837	S/. 837	S/. 837	S/. 837	S/. 837	S/. 837	S/. 837
TIR	43%												
VAN	S/. 5,250.34												

Elaboración propia



CONCLUSIONES

PRIMERA, a través de la aplicación de la metodología Six Sigma se ha podido mejorar la calidad en una empresa de confecciones reduciendo el porcentaje de productos defectuosos en un 44%, 9% más del objetivo planteado inicialmente, y a 1 día de atraso en la entrega de producción. Se obtuvo un ahorro anualizado de S/. 16,853.00 en gastos de mano de obra, siendo casi el doble de lo esperado y equivalente al 3% de los ingresos anuales. Y se redujo a un 20% la cantidad de prendas no confeccionadas por priorizar los reprocesos.

SEGUNDA, se ha logrado describir a la empresa en estudio identificando al producto abrigo como el principal para el desarrollo del presente estudio al obtener el 80% de la producción y ventas.

TERCERA, en el desarrollo de la implementación de la metodología Six Sigma se ha identificado al salto de puntada, pespuntos caídos, costura desigual, hilo de costura incorrecto como los principales defectos en la confección de abrigos; así mismo se identificó que en promedio existen 3 días de retraso para entregar la producción.

CUARTA, en la fase de medición se identificó que el 42% de la producción de abrigos no pasan el control de calidad con 2.7 defectos hallados por prenda. Se identificó también que el nivel sigma para el área de confección era de 1.4 lo que equivale a un 46% de eficiencia de la planta.

QUINTA, en la fase de analizar mediante el uso del DOE se concluyó que los tres factores falta de mantenimiento preventivo, capacitación, limpieza y orden y la interacción de los mismos influyen directamente en la calidad del producto.

SEXTA en la fase de mejora la combinación de estos factores minimizan la cantidad de productos defectuosos: 50 minutos de mantenimiento con personal capacitado y con el puesto de trabajo limpio y ordenado. Se implementó la programación de capacitación al personal, la filosofía 5S y el plan de mantenimiento preventivo.

SÉPTIMA, en la fase de control se determinaron los resultados de la implementación del presente proyecto: 23% productos defectuosos con 1.5 defectos hallados por prenda, un nivel sigma de 2 lo que equivale a un 69% de eficiencia del proceso.

OCTAVA, el proyecto es económicamente viable al obtener un valor de TIR de 43% y un valor VAN de S/. 5,250.34.



RECOMENDACIONES

PRIMERA, mantener el compromiso y dedicación por parte de los gerentes y seguir fomentando la participación de los trabajadores en los proyectos de mejora.

SEGUNDA, se recomienda continuar evaluando las otras causas no analizadas en el presente proyecto de los demás defectos hallados para seguir disminuyendo el nivel de productos no conformes.

TERCERA, continuar con las capacitaciones a todo el personal periódicamente para fortalecer los conocimientos y evitar continuar con las malas prácticas.

CUARTA, seleccionar a operarios seleccionados y capacitados para que se encargue de enseñar y fomentar las buenas prácticas y procedimientos de trabajo al personal nuevo.

QUINTA, implementar la filosofía 5S en las demás áreas de la empresa.

SEXTA, implementar la metodología Six Sigma en la segunda línea de producción de la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS

Chocce, A. G. (2007). *Dirección Six Sigma*. Arequipa.

Edgardo, E. V. (2003). *Seis Sigma Metodología y Métrica*. México: Editorial Limusa.

Giampaolo, O. M. (2012). *Gestión de la calidad: Control estadístico y seis sigma*.

TESIS

Barahona, Castillo Lendro & Navarro, Infante Jessica (2013). Mejora del proceso de galvanizado en una empresa manufacturera de alambres de acero aplicando la metodología lean Six Sigma. Tesis (Lic. Ing. Industrial) Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería.

Ordoñez, Alcántara Willian & Torres, Castañeda Jorge (2014). Análisis y mejora de procesos en una empresa textil empleando la metodología DMAIC. Tesis (Lic. Ing. Industrial) Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería.

Pascual, Calderón Emilsen (2010). Mejora de procesos en una imprenta que realiza trabajos de impresión OFFSET basados en la metodología Six Sigma. Tesis (Lic. Ing. Industrial) Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería.

PÁGINAS WEB VISITADAS

Albert, S. (26 de Octubre de 2014). *El diagrama Causa-Efecto*. Recuperado el 21 de Mayo de 2015, de <https://albertpetit.wordpress.com/2014/10/26/el-diagrama-causa-efecto-ishikawa-sistemas-de-gestion/>

Almazán Dávila, M. B. (s.f.). *Seis sigma*. Recuperado el 21 de Mayo de 2015, de <http://www.monografias.com/trabajos57/seis-sigma/seis-sigma.shtml>

Anónimo. (s.f.). *Costos de calidad*. Recuperado el 25 de Mayo de 2015, de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lcp/zamacona_s_r/capitulo2.pdf

Anónimo. (s.f.). *La técnica del Six Sigma para la mejora de la calidad*. Recuperado el 21 de Mayo de 2015, de <http://www.uclm.es/profesorado/jmpascual/MANUAL%20DE%20TEORIA%20PROYECTOS%20EN%20INGENIERIA/T%2013%20LA%20CALIDAD/SIX%20SIGMA.pdf>

Anónimo. (s.f.). *La voz del cliente*. Recuperado el 25 de Mayo de 2015, de http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/LA_VOZ_DEL_CLIENTE.pdf

Anónimo. (s.f.). *Statistical thinking*. Recuperado el 20 de Mayo de 2015, de www1.ceit.es/Asignaturas/Estad_industrial/Statistical%20Thinking.ppt

Beatriz, E. (s.f.). *Herramientas de análisis para la mejora de la calidad*. Recuperado el 21 de Mayo de 2015, de <http://calibettyescobar2.weebly.com/122-ishikawa.html>

Guillermo, L. (10 de Agosto de 2010). *Histograma*. Recuperado el 21 de Mayo de 2015, de <http://www.guillermoluijk.com/article/histogram/>

Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2009). *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. México: Interamericana Editores.

INEI. (2015). *Evolución de las Exportaciones e Importaciones Enero-Marzo*. Lima.

Néstor, C. S. (2011). Implementation of a program for sis sigma quality improvement in a apparel company. n.d: n.d.

Paul, H. (8 de Enero de 2013). *Innovation through Brainstorming with the F.I.T. Technique*. Recuperado el 21 de Mayo de 2015, de <http://spin.atomicobject.com/2013/01/08/innovation-brainstorming/>

Wikipedia. (s.f.). 5S. Recuperado el 25 de Mayo de 2015, de <http://es.wikipedia.org/wiki/5S>

Wikipedia. (s.f.). *Control estadístico de procesos*. Recuperado el 21 de Mayo de 2015, de http://es.wikipedia.org/wiki/Control_estad%C3%ADstico_de_procesos

Wikipedia. (s.f.). *Diagrama de Flujo*. Recuperado el 21 de Mayo de 2015, de http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_flujo

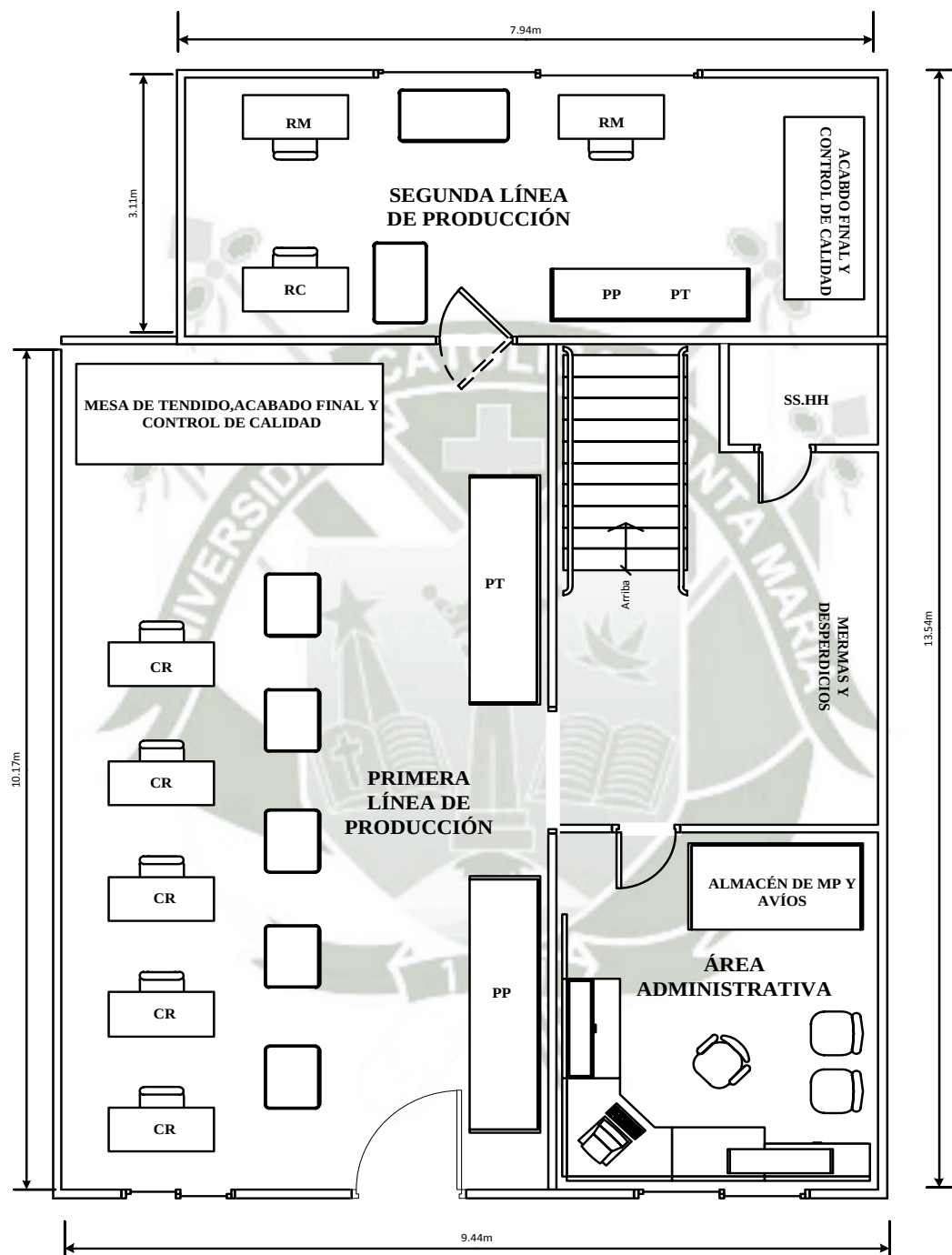
Wikipedia. (s.f.). *Gestión de la Calidad Total*. Recuperado el 21 de Mayo de 2015, de http://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n_de_la_calidad_total

Wikipedia. (s.f.). *Productividad*. Recuperado el 21 de Mayo de 2015, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Productividad>

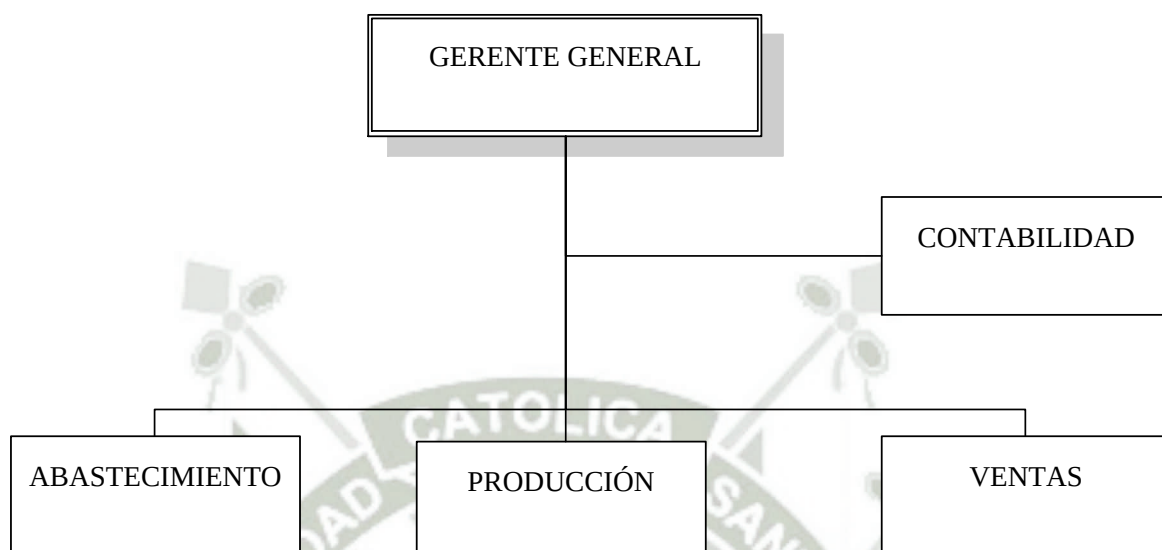


ANEXOS

ANEXO N°1: LAYOUT DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA



ANEXO N°2: ORGANIGRAMA DE LA ORGANIZACIÓN



ANEXO N°3: FORMATO DE TARJETA DE INSPECCIÓN

TARJETA DE INSPECCIÓN								
COSTURA								
INSPECTOR:			MOD:					
COMPONENTE DE PRENDA	D	I	DEFECTO O FALLA			OPERARIA PROD.	VB. CC.	
ETIQUETAS						MEDIDAS		
MARCA	COMP.	PO	INSTR. CUIDADO	ORIGEN	TALLA			
OBSERVACIONES:								

ANEXO N°4: DATOS PARA REALIZAR LA GRÁFICA P

MES	NÚMERO DEL SUBGRUPO	CANTIDAD INSPECCIONADA n	CANTIDAD DE NO CONFORMIDADES np
ABRIL	1	60	26
ABRIL	2	60	22
ABRIL	3	60	21
ABRIL	4	60	26
ABRIL	5	60	17
ABRIL	6	60	21
MAYO	7	60	28
MAYO	8	60	16
MAYO	9	60	23
MAYO	10	60	32
MAYO	11	60	28
MAYO	12	60	22
MAYO	13	60	31
MAYO	14	60	34
MAYO	15	60	20
JUNIO	16	60	27
JUNIO	17	60	34
JUNIO	18	60	22
JUNIO	19	60	26
JUNIO	20	60	33
JUNIO	21	60	26
JUNIO	22	60	25
JUNIO	23	60	29
JUNIO	24	60	25
JUNIO	25	60	21
JUNIO	26	60	27

ANEXO N°5: DATOS PARA REALIZAR LA GRÁFICA U

MES	NÚMERO DEL SUBGRUPO	CANTIDAD INSPECCIONADA n	CONTEO DE DEFECTOS
ABRIL	1	60	196
ABRIL	2	60	161
ABRIL	3	60	161
ABRIL	4	60	175
ABRIL	5	60	154
ABRIL	6	60	168
MAYO	7	60	196
MAYO	8	60	140
MAYO	9	60	144
MAYO	10	60	193
MAYO	11	60	179
MAYO	12	60	182
MAYO	13	60	179
MAYO	14	60	182
MAYO	15	60	179
JUNIO	16	60	168
JUNIO	17	60	143
JUNIO	18	60	165
JUNIO	19	60	179
JUNIO	20	60	144
JUNIO	21	60	130
JUNIO	22	60	158
JUNIO	23	60	130
JUNIO	24	60	197
JUNIO	25	60	168
JUNIO	26	60	161

ANEXO N°6: ESCALA DE SEVERIDAD, OCURRENCIA Y DETECCIÓN

Intervalo	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (P)
10-9	Efecto Principal/Muy alta severidad	Muy alta probabilidad de ocurrencia	Muy Alta capacidad de detección
8-6	Inconveniente mayor	Alta probabilidad de ocurrencia	Alta capacidad de detección
5-3	Inconveniente menor	Moderada probabilidad de ocurrencia	Baja capacidad de detección
2-1	Mínimo Efecto/ Sin efecto	Baja probabilidad de ocurrencia	Prácticamente imposible de detectar

ANEXO N°7: CAPACITACIÓN AL PERSONAL

TEMA	CONTENIDO	RESPONSABLE	FECHA	DURACION
Filosofía 5S	Definición	Persona a cargo	Sábado 01 de Agosto del 2015	3 horas
	Objetivos			
	Desarrollo Filosofía			
	Beneficios			
Metodología Six Sigma	Definición	Persona a cargo	Sábado 08 de Agosto del 2015	3 horas
	Objetivos			
	Desarrollo de la Metodología			
	Beneficios			
Herramientas de Calidad	Pareto	Persona a cargo	Lunes 10 de Agosto del 2015	2 horas
	Histograma			
	Diagrama de Flujo			
	Causa Efecto			
	Hoja de verificación			
	Gráficas de control			
Gráficas de Control	Definición	Persona a cargo	Lunes 10 de Agosto del 2015	2 horas
	Objetivos			
	Por Variable			
	Por Atributo			
	Ejemplo aplicativo			
Control de Calidad en Confecciones	Organización	Encargada de CC	Sábado 15 de Agosto del 2015	4 horas
	Sistema de control de calidad			
	Reglas generales			
	Responsabilidades de la calidad			
	Supervisión de la calidad en el proceso			
	Herramientas para el control de calidad			
	Puntos a verificar en las costuras realizadas			
	Correcto uso de la Ficha técnica			
Mantenimiento Periódico y Preventivo de las máquinas de costuras		Encargada de CC	Sábado 15 de Agosto del 2015	1 hora
Liderazgo y Motivación	Definición de Liderazgo	Persona a cargo	Lunes 17 de Agosto del 2015	1 hora
	Diferencia entre Jefe y Líder			
	Definición de Motivación			
	Pirámide de Necesidades			

ANEXO N°8: MODELO DE TARJETA ROJA

TARJETA ROJA 5'S

Propuesta por _____ Responsable del área _____
 Área _____
 Descripción del artículo _____

CATEGORÍA	
☐ Máquina	☐ Materia prima
☐ Herramienta	☐ Trabajo en proceso
☐ Instrumento	☐ Producto terminado
☐ Partes mecánicas	☐ Otros

OTROS/COMENTARIO _____

RAZÓN DE TARJETA	
☐ Innecesario	☐ Defectuoso
☐ Otros	

Otros _____

ACCIÓN REQUERIDA	
☐ Eliminar	
☐ Agrupar en espacio separado	
☐ Retornar	
Otros _____	

Fecha Inicio _____ Final de la acción _____

ANEXO N°9: ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES

DÍA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
PISO ÁREA CONF	OP1	OP3	OP5	OP2	OP4	OP1
STAND PP			OP3			OP4
STAND PT		OP1		OP2		OP5
ÁREA DE CC	OP1	OP3	OP5	OP2	OP4	OP1



ANEXO N°10: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MÁQUINAS DE COSTURA

ACTIVIDAD	FRECUENCIA	MÉTODO	TIEMPO	RESPONSABLE
Limpieza	Diaria	Revisar los dientes, la bobina y el garfio, en caso de tener residuos, limpiar con una brocha.	10 minutos	Operario
		Revisar los niveles de aceite y que todo el sistema de lubricación funcione correctamente.		
		Desconectar la máquina de coser cada vez que terminemos de utilizarla, así evitaremos que picos de voltaje dañen la maquinaria.		
		Colocar una tela o funda para protegerla del polvo.		
Lubricación	Semanal	Desconectar la máquina de coser	30 minutos	Mecánico
		Retirar todas las pelusas, restos de hilos.		
		Eliminar el óxido que tengan las piezas metálicas (si hubiera) con un paño empapado de alcohol.		
		Cepillar íntegramente el interior.		
		Coger el pote de aceite y lubricar toda la maquinaria de la máquina, haciendo hincapié de las piezas que sufren mayor rozamiento.		
		Girar la rueda de mano en la misma dirección que si estuviéramos cosiendo, para que el aceite pueda penetrar en los sitios de difícil acceso.		
		Dejar reposar un día la máquina, durante la cual se debe mover la rueda ocasionalmente.		
		Limpiar el exceso de aceite.		
Mantenimiento General	Mensual	Remover la tapa frontal y quitar la pelusa acumulada en el prénsatelas y la barra de aguja.	50 minutos	Mecánico
		Revisar el correcto funcionamiento del motor y la polea.		
		Revisar todo el cableado eléctrico y el sistema de calibración.		

ANEXO N°11: TARJETA DE CONTROL DE MAQUINARIA

RESPONSABLE:						
OBSERVACIONES:						
FECHA	CONTROL DE AVANCES Y RESPOSICIONES MECÁNICAS			CONTROL DE LUBRICACIÓN		FIRMA DE MECÁNICO
	HORA INICIO	HORA FIN	MANTENIMIENTO SEGÚN CRONOGRAMA	CADA SEMANA LUBRICACION DE LA MÁQUINA	CADA 30 DIAS LIMPIEZA TOTAL	

ANEXO N°12: FICHA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO

CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINA DE COSTURA

Marca:

Modelo:

Serie:

Operario

Año:

responsable:

ACTIVIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Limpieza												
Lubricación												
Mantenimiento General												
Otros												
OBSERVACIONES:												

ANEXO N°13: SOLICITUD DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

FECHA:
OPERARIO:
DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA:
DESCRIPCIÓN DE LA FALLA:

SOLICITANTE:

AUTORIZADO:



ANEXO N°14: DATOS PARA REALIZAR LA GRÁFICA P DESPUÉS DE LA MEJORA

MES	NÚMERO DEL SUBGRUPO	CANTIDAD INSPECCIONADA n	CANTIDAD DE NO CONFORMIDADES np
OCTUBRE	1	50	10
OCTUBRE	2	50	17
OCTUBRE	3	50	8
OCTUBRE	4	50	13
OCTUBRE	5	50	7
OCTUBRE	6	50	6
OCTUBRE	7	50	12
OCTUBRE	8	50	13
NOVIEMBRE	9	50	14
NOVIEMBRE	10	50	13
NOVIEMBRE	11	50	16
NOVIEMBRE	12	50	13
NOVIEMBRE	13	50	17
NOVIEMBRE	14	50	17
NOVIEMBRE	15	50	18
NOVIEMBRE	16	50	17
DICIEMBRE	17	50	10
DICIEMBRE	18	50	9
DICIEMBRE	19	50	8
DICIEMBRE	20	50	10
DICIEMBRE	21	50	9
DICIEMBRE	22	50	8
DICIEMBRE	23	50	13
DICIEMBRE	24	50	8
DICIEMBRE	25	50	8

ANEXO N°15: DATOS PARA REALIZAR LA GRÁFICA U DESPUÉS DE LA MEJROA

MES	NÚMERO DEL SUBGRUPO	CANTIDAD INSPECCIONADA n	CONTEO DE DEFECTOS
OCTUBRE	1	50	81
OCTUBRE	2	50	100
OCTUBRE	3	50	67
OCTUBRE	4	50	95
OCTUBRE	5	50	56
OCTUBRE	6	50	55
OCTUBRE	7	50	74
OCTUBRE	8	50	74
NOVIEMBRE	9	50	84
NOVIEMBRE	10	50	88
NOVIEMBRE	11	50	102
NOVIEMBRE	12	50	67
NOVIEMBRE	13	50	102
NOVIEMBRE	14	50	99
NOVIEMBRE	15	50	85
NOVIEMBRE	16	50	81
DICIEMBRE	17	50	84
DICIEMBRE	18	50	77
DICIEMBRE	19	50	75
DICIEMBRE	20	50	53
DICIEMBRE	21	50	74
DICIEMBRE	22	50	66
DICIEMBRE	23	50	75
DICIEMBRE	24	50	53
DICIEMBRE	25	50	56

ANEXO N°16: FORMATO DE SUPERVISIÓN DE DEFECTOS EN LA PRODUCCIÓN

FECHA	PRODUCTO	PROCESO	PIEZA	TIPO DE FALLA	FRECUENCIA	TIEMPO REPROCESO